



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIÓN
DE TELEMETRÍA, EN LA EMPRESA DE
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL, PARA
LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS”**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD, ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA**

**Presentado por:
Eddie Ronald Calderón Muñoz**

SANTIAGO DE GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

A G R A D E C I M I E N T O

A Dios quien me da la salud y fuerzas en todo momento; a mi madre y mi padre, quienes me inspiraron con su ejemplo de trabajo y constancia; a mis hermanos, compañeros de tempranas batallas; a mis amigos, pocos pero suficientes; a mis hijos Jonathan, Paúl y Doménica, razón de mi esfuerzo; y claro está, a la única, el amor de mi vida: mi amada esposa Ruth.

Eddie Calderón Muñoz

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

PhD. Boris Vintimilla Burgos
SUB-DECANO DE LA FIEC
PRESIDENTE

Ing. Sergio Flores Macías
DIRECTOR DE TRABAJO
PROFESIONAL

PhD. Boris Ramos S.
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Trabajo Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Eddie Ronald Calderón Muñoz

R E S U M E N

Este informe de trabajo profesional 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.

INDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| RESUMEN..... | V |
| INDICE GENERAL..... | VI |
| INDICE DE FIGURAS..... | IX |
| INDICE DE TABLAS..... | XI |
| INTRODUCCIÓN..... | XIII |
| CAPÍTULO 1 | |
| 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN..... | 1 |
| 1.1 Situación de las empresas de distribución eléctrica en el país..... | 1 |
| 1.2 Antecedentes de Bismark y personal en el desarrollo de este tipo de soluciones..... | 6 |
| 1.3 Justificación..... | 9 |
| CAPÍTULO 2 | |
| 2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y OPERATIVOS DEL CLIENTE.... | 12 |
| 2.1 Objetivo..... | 12 |
| 2.2 Tiempos..... | 14 |
| 2.3 Factor de calidad de servicio de red..... | 14 |
| 2.4 Alcance del servicio..... | 15 |
| 2.4.1 Desarrollo..... | 15 |
| 2.4.2 Instalación..... | 18 |
| 2.4.3 Soporte..... | 20 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 2.5 Desarrollo de procesos..... | 21 |
|---------------------------------|----|

CAPÍTULO 3

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. DISEÑO DEL SISTEMA..... | 23 |
| 3.1 Primera etapa de diseño: primeras decisiones cualitativas..... | 23 |
| 3.2 Segunda etapa de diseño: dimensionamiento..... | 31 |
| 3.2.1 Comunicaciones..... | 31 |
| 3.2.1.1 Dimensionamiento de enlaces..... | 32 |
| 3.2.1.2 Dimensionamiento de la red LAN de medidores..... | 46 |
| 3.2.1.3 Desarrollo del esquema de telecomunicaciones IP entre medidores y las diferentes nubes o tecnologías de telecomunicación..... | 51 |
| 3.2.2 Dimensionamiento de servidores..... | 55 |
| 3.2.3 Dimensionamiento de aplicación de telemetría..... | 59 |
| 3.2.4. Dimensionamiento de infraestructura de seguridad física y alimentación eléctrica de equipos..... | 63 |
| 3.3 Razones de no uso de otras tecnologías disponibles..... | 72 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--------------------------------------------|-----|
| 4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA..... | 77 |
| 4.1.- Instalación hardware y software..... | 77 |
| 4.2.- Recursos en la implementación..... | 99 |
| 4.3.- Problemas en la implementación..... | 101 |

CAPÍTULO 5

| | |
|----------------------------------------------|-----|
| 5. OPERACIÓN DEL SISTEMA..... | 107 |
| 5.1.- Desarrollo de procesos operativos..... | 107 |
| 5.2.- Recursos en la operación..... | 108 |
| 5.3.- Problemas en la operación..... | 110 |

CAPÍTULO 6

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS..... | 114 |
| 6.1.- Resultados desde el punto de vista tecnológico..... | 114 |
| 6.2.- Resultados desde el punto de vista de la gestión..... | 119 |
| 6.3.- Ejemplos prácticos de logros de la telemetría..... | 120 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 124 |
|-------------------------------------|-----|

| | |
|-------------|-----|
| ANEXOS..... | 127 |
|-------------|-----|

| | |
|-------------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 171 |
|-------------------|-----|

INDICE DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1: Energía perdida por distribuidor año 2004..... | 3 |
| Figura 3.1: Zona de concesión CATEG..... | 26 |
| Figura 3.2: Esquema red GPRS..... | 28 |
| Figura 3.3: Esquema red WiMAX Ecutel..... | 29 |
| Figura 3.4: Diagrama bloques medidor y tarjeta GPRS..... | 38 |
| Figura 3.5: Instalación tipo de un edificio..... | 48 |
| Figura 3.6: Solución conectividad CATEG..... | 53 |
| Figura 3.7: Comunicaciones WLL Ecutel y GPRS..... | 55 |
| Figura 3.8: Distribución Servidores Telemetría..... | 59 |
| Figura 3.9: Caja de seguridad..... | 65 |
| Figura 3.10: Caja de seguridad con rejillas..... | 65 |
| Figura 3.11: Caja de seguridad terraza..... | 66 |
| Figura 3.12: Diagrama eléctrico interno caja..... | 67 |
| Figura 3.13: Equipo Networking..... | 68 |
| Figura 3.14: Red MESH medidores isla..... | 74 |
| Figura 3.15: Red Wi Fi medidores concentrados..... | 76 |
| Figura 4.1: Equipo comunicación interna GPRS..... | 79 |
| Figura 4.2: Equipo interno Ethernet..... | 80 |
| Figura 4.3: Medidores con telemetría..... | 88 |
| Figura 4.4: Red LAN medidores..... | 89 |
| Figura 4.5: Red LAN medidores..... | 91 |

Figura 4.6: Antena WLL Ecutel instalada.....92

Figura 6.1: Diagrama de bloques telemetría.....119

INDICE DE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Pérdidas mensuales de energía de empresas distribuidoras en el año 2004..... | 1 |
| Tabla 2. Pérdidas de energía por empresa distribuidora en el año 2004..... | 2 |
| Tabla 3. Marcas y modelos medidores eléctricos instalados..... | 24 |
| Tabla 4. Marca y modelo medidor eléctrico a teledir..... | 25 |
| Tabla 5. Característica aplicación telemetría..... | 26 |
| Tabla 6. Red de acceso telecomunicación..... | 29 |
| Tabla 7. Abonados tipo isla y abonados tipo tablero..... | 31 |
| Tabla 8. Números de enlaces, anchos de banda y tiempos de transmisión red GPRS..... | 35 |
| Tabla 9. Equipos de comunicación Islas..... | 38 |
| Tabla 10. Enlaces WAN medidores concentrados..... | 41 |
| Tabla 11. Enlaces WAN por edificio..... | 43 |
| Tabla 12. Enlaces WAN puntos de colección de datos..... | 44 |
| Tabla 13. Enlaces a contratar..... | 44 |
| Tablas 14. Dispositivos de comunicación para medidores concentrados..... | 46 |
| Tabla 15. Edificios a teledir..... | 47 |
| Tabla 16. Equipos networking y transmisores para edificios..... | 50 |
| Tabla 17. Redes WLL Ecutel medidores concentrados..... | 54 |
| Tabla 18. Redes GPRS medidores Isla..... | 55 |
| Tabla 19. Características aplicación telemetría..... | 63 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 20. Seguridades para equipos en edificios..... | 66 |
| Tabla 21. Requerimientos eléctricos medidores en edificios..... | 71 |
| Tabla 22. Número final de seguridades y partes eléctricas..... | 72 |
| Tabla 23. Informe mensual de FCSR..... | 97 |
| Tabla 24. Informe de valores diarios de consumo de energía por medidor...98 | |
| Tabla 25. Informe de auditoría de valores teledados..... | 99 |
| Tabla 26. Calculo FCSR anual..... | 117 |
| Tabla 27. Cantidad de datos..... | 118 |

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.

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 Wireless Local Loop y Celular. Muchas empresas, a nivel de Sudamérica aportaban con aplicaciones de telemetría multivendor y maduras capaces de entender el protocolo de comunicación de las marcas y modelos de medidores de mayor comercialización.

Frente a este ambiente, lo más responsable era hacer uso de la tecnología, rediseñar determinados procesos y enfrentar esta problemática eléctrica en las comercializadoras con tendencia a empeorar.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Situación de las empresas de distribución eléctrica en el país.

Para el año 2004, el nivel de pérdidas de energía en las empresas de distribución eléctrica en el país era muy alto y con tendencia, en el mejor de los casos, a sostenerse y no bajar. Según datos del CONELEC en su informe del año 2004, el promedio de pérdidas de energía en distribución en el Ecuador en ese año fue del 23,96%.

**TABLA 1
PÉRDIDAS MENSUALES DE ENERGÍA DE EMPRESAS
DISTRIBUIDORAS EN EL AÑO 2004**

| MES | PÉRDIDAS MENSUALES DE ENERGÍA DE EMPRESAS DISTRIBUIDORA EN EL AÑO 2004 | | | | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| | 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 | 104569,98 | 10,30 | 167145,74 | 16,46 | 271715,72 | 26,76 |
| ABRIL | 976011,78 | 97928,85 | 10,03 | 117683,5 | 12,06 | 215612,35 | 22,09 |
| MAYO | 999887,19 | 101747,69 | 10,18 | 129504,44 | 12,95 | 231252,13 | 23,13 |
| JUNIO | 942371,16 | 93402,65 | 9,91 | 106038,01 | 11,25 | 199440,66 | 21,16 |
| JULIO | 952508,7 | 95435,66 | 10,02 | 129753,2 | 13,62 | 225188,86 | 23,64 |
| AGOSTO | 948106,68 | 95452,19 | 10,07 | 127990,1 | 13,50 | 223442,29 | 23,57 |
| SEPTIEMBRE | 954138,99 | 97125,43 | 10,18 | 129084,3 | 13,53 | 226209,73 | 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 |
| TOTAL | 11.705.910,15 | 1183300,83 | 10,11 | 1621249,32 | 13,85 | 2804550,15 | 23,96 |

FUENTE: Conelec, Estadística del sector eléctrico Ecuatoriano 2004

En un universo de 20 empresas distribuidoras de energía en el país, la CATEG, en el año 2004, porcentualmente estaba en el noveno puesto como una de las empresas distribuidoras que más energía perdía con respecto a su energía disponible para comercializar. Su porcentaje de pérdidas era del 26,09 %. Sin embargo, en el contexto nacional y considerando la cantidad de energía que administraba, la CATEG era la empresa distribuidora que más energía perdía, como podemos ver en la siguiente tabla:

**TABLA 2
PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EMPRESA DISTRIBUIDORA EN EL AÑO 2004**

| EMPRESA | PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EMPRESA DISTRIBUIDORA EN EL AÑO 2004 | | | | | | TOTAL PÉRDIDAS DISTRIBUIDOR (%) |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| | DISPONIBLE (MWh) | PÉRDIDAS TÉCNICAS (MWh) | PÉRDIDAS TÉCNICAS (%) | PÉRDIDAS NO TÉCNICA (MWh) | PÉRDIDAS NO TÉCNICAS (%) | TOTAL PÉRDIDAS DISTRIBUIDOR (MWh) | |
| AMBATO | 341.419,93 | 35252,60 | 10,33 | 14212,53 | 4,16 | 49465,13 | 14,49 |
| AZOGUES | 81707,63 | 2906,62 | 3,56 | 2321,59 | 2,84 | 5228,21 | 6,40 |
| BOLIVAR | 49306,94 | 6239,36 | 12,65 | 4768,04 | 9,67 | 11007,4 | 22,32 |
| GATEG - D | 3301505,32 | 310154,13 | 9,39 | 551317,94 | 16,70 | 861472,07 | 26,09 |
| CENTRO SUR | 564617,56 | 36031,18 | 6,38 | 12798,99 | 2,27 | 48830,17 | 8,65 |
| COTOPAXI | 210947,14 | 27929,40 | 13,24 | 9274,47 | 4,40 | 37203,87 | 17,64 |
| EL ORO | 466516,77 | 47530,78 | 10,19 | 91259,4 | 19,56 | 138790,18 | 29,75 |
| ESMERALDAS | 319213,41 | 39508,26 | 12,38 | 55209,42 | 17,30 | 94717,68 | 29,67 |
| GALAPAGOS | 20863,12 | 1040,22 | 4,99 | 647,83 | 3,11 | 1688,05 | 8,09 |
| EMELGUR | 754810,11 | 80085,35 | 10,61 | 230483,07 | 30,54 | 310568,42 | 41,15 |
| LOS RIOS | 226537,39 | 25745,61 | 11,36 | 39429,59 | 17,41 | 65175,2 | 28,77 |
| MANABÍ | 871425,02 | 119530,16 | 13,72 | 192673,28 | 22,11 | 312203,44 | 35,83 |
| MILAGRO | 347837,11 | 31520,52 | 9,06 | 109162,89 | 31,38 | 140683,41 | 40,45 |
| NORTE | 343689,48 | 33466,76 | 9,74 | 21051,75 | 6,13 | 54518,51 | 15,86 |
| QUITO | 2790558,75 | 284677,35 | 10,20 | 145747,8 | 5,22 | 430425,15 | 15,42 |
| RIOBAMBA | 170712,39 | 16269,01 | 9,53 | 18054,77 | 10,58 | 34323,78 | 20,11 |
| STA. ELENA | 282333,52 | 22952,83 | 8,13 | 67851,22 | 24,03 | 90804,05 | 32,16 |
| STO. DOMINGO | 274397,27 | 21128,59 | 7,70 | 33124,81 | 12,07 | 54253,4 | 19,77 |
| SUCUMBIOS | 101286,35 | 17238,94 | 17,02 | 19035,53 | 18,79 | 36274,47 | 35,81 |
| SUR | 186224,93 | 24093,16 | 12,94 | 2824,39 | 1,52 | 26917,55 | 14,45 |
| TOTAL | 11.705.910,14 | 1.183.300,83 | 10,11 | 1621249,31 | 13,85 | 2804550,14 | 23,96 |

FUENTE: Conelec, Estadística del sector eléctrico Ecuatoriano 2004

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.

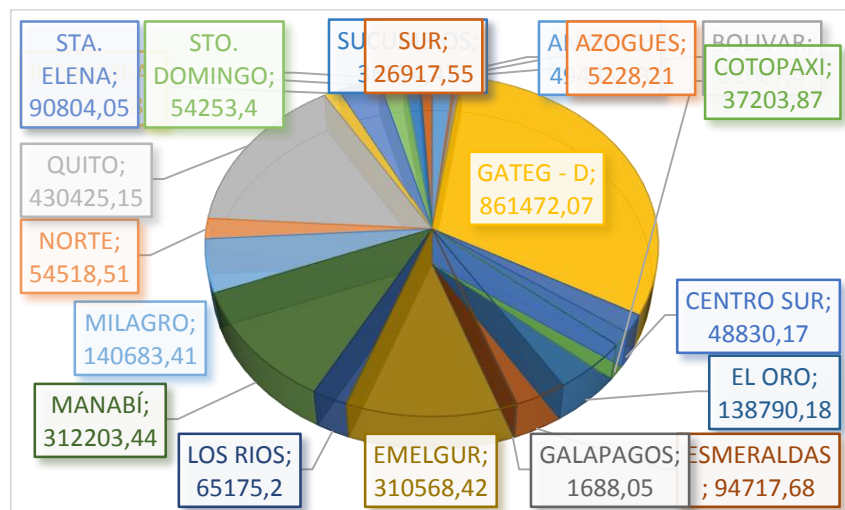


FIGURA 1.1. ENERGÍA PÉRDIDA POR DISTRIBUIDOR AÑO 2004
FUENTE: Conelec, Estadística del sector eléctrico Ecuatoriano 2004

Estamos viendo que en el país se perdía cerca de la cuarta parte (23,96%) de la energía disponible para su comercialización. La realidad del sistema eléctrico en el país era muy complejo. Estábamos no sólo frente a un problema técnico; sino frente a una problemática social y la solución tecnológica debería contemplar esto.

Según el Consejo Nacional de electrificación (CONELEC), las pérdidas en el 2004 fueron del 23,96% entre técnicas y no técnicas [1]

Las pérdidas técnicas son aquellas producidas por las caídas de tensión, insuficiente utilización de los transformadores, fugas de energía, redes obsoletas, entre otros. Este tipo de pérdidas se dan en todos los países y el estándar internacional es del 8%, tolerable hasta el 10%. En nuestro país las pérdidas técnicas fueron del 10,11 % en el 2004, lo que indicaba un valor no tan alto.

Las pérdidas no técnicas son aquellas en general producidas por el hurto de electricidad o aprovisionamiento de energía en forma ilegal, falta de medición, errores o daños en los sistemas de medición, falta o errores de facturación, entre otros. Las pérdidas no técnicas en el país en el año 2004 fueron del 13,85% y en la CATEG fueron del 16,70%. Estos valores eran demasiado altos y estaban muy por encima de los estándares internacionales [2].

Según estudios e informes del CENACE, UN 25% de las pérdidas no técnicas se producían por las conexiones fraudulentas. El 31% correspondía a la manipulación de medidores y al uso de bypass. Otro 25% se debía a administraciones inadecuadas y

emisiones de facturas con error; un 11% se originaba en la conexión en zonas socialmente conflictivas sin el control de las distribuidoras; y el 8% restante correspondía a errores de medición.

Precisamente las pérdidas no técnicas eran las que se habían convertido en un gran problema en las empresas distribuidoras y especialmente en la CATEG por su segmento de mercado que atendía.

Es aquí en donde la tecnología puede marcar una verdadera diferencia de un antes y un después. La telemetría, acompañada de una buena administración y gestión de los datos y una acción coordinada con el personal técnico de la distribuidora, puede ayudar a la detección de clientes fuera de perfil de consumo, una toma de datos sin el error humano, una facturación eficiente; en definitiva a un control de las pérdidas no técnicas.

No hay que olvidar el parámetro costo – beneficio; es decir cuidar que no se pierda el balance entre los beneficios por disminución de pérdidas y los costos de capital para alcanzar esta disminución.

1.2. ANTECEDENTES DE BISMARCK Y PERSONAL EN ESTE TIPO DE DESARROLLO.

Bismark es una empresa de telecomunicaciones que desde el año 1998 venía desarrollando soluciones de telemetría para distintas empresas en el Ecuador. A partir del año 1999, se comenzó a trabajar en la captura remota de datos para empresas eléctricas tales como la empresa eléctrica del Ecuador y Electroecuador. El objetivo era teledir variables eléctricas en importantes medidores eléctricos de su red. Lo que se hacía era colocar y conectar, en forma externa, equipos de comunicación celular a los puertos RS232 de los medidores eléctricos situados en las subestaciones e instalar una aplicación colectora de datos en computadoras ubicadas en las oficinas centrales de dicha empresa eléctrica. Además de aquello, Bismark diseñó un esquema de comunicaciones IP para que todos y cada uno de los medidores con comunicación instalados en las subestaciones puedan ser alcanzados desde uno o varios sitios de recolección. Este acceso a la DATA de los medidores podía ser incluso en forma móvil vía enlaces celulares instalados en computadores portátiles de determinados usuarios. Los técnicos encargados en estas empresas eléctricas antes mencionadas, podían descargar la data almacenada en la memoria de los medidores eléctricos y

convertirlos en información útil para el negocio y para reportería necesaria para entes de control.

Como gerente técnico de Bismark, estaba personalmente involucrado en el desarrollo y personalización de la solución; esto es:

- Equipo de comunicación en cada medidor eléctrico.
- Configuración de parámetros necesarios para la extracción de datos y posterior envío por la nube de comunicaciones.
- Aplicación de telemetría capaz de interpretar los protocolos de comunicación de las diferentes marcas de medidores eléctricos.
- Desarrollo de esquema IP para el encaminamiento de los datos.
- Soporte y mantenimiento de la solución.

En el año 2004, y en base a nuestra experiencia, desarrollamos una propuesta a la CATEG (Corporación para la Administración Eléctrica de Guayaquil) para la telemedición de medidores eléctricos a 3.600 clientes especiales de la ciudad de Guayaquil. El compromiso era ofrecer una solución llave en mano mediante la cual, pondríamos la DATA de estos 3.600 medidores en un

servidor recolector centralizado; es decir Bismark sería responsable de:

- Instalar un equipo de comunicación (interno o externo) a cada medidor eléctrico que sea compatible con el mismo. Inicialmente se concibió la idea de conectar equipos externos de comunicación existentes en el mercado. Sin embargo, se notó la complejidad y altos costos de esta opción, por lo que se decidió contratar a la empresa Barrick para el diseño de un equipo de comunicaciones interno al medidor. Bismark participó directamente en el levantamiento de información, seguimiento y pruebas.
- Estudio de la mejor opción de tecnología de comunicación posible en cada zona donde esté instalado el medidor.
- Diseñar la red de telecomunicaciones y esquema IP entre diferentes tecnologías de comunicación con sus accesos y seguridades respectivas.
- Configuración total de las comunicaciones: medidor eléctrico – equipo de comunicaciones – nube comunicaciones – red IP local CATEG – servidor colector de datos – aplicación.

- Instalación de enlaces de comunicación en cada medidor eléctrico conectado en el abonado. El enlace a instalar era el de mejor señal disponible en el punto.
- Instalar la aplicación de recolección de datos en un servidor dedicado. Esta aplicación debía tener entre otras capacidades, la de poder interpretar el protocolo de comunicaciones de las distintas marcas de medidores.
- Desarrollo de nuevos procesos de instalación, operación y mantenimiento.
- Instalación, soporte y mantenimiento de la solución.
- Inducción a personal de CATEG.

En mi calidad de gerente técnico de Bismark, la empresa decidió extraerme de mis actividades como tal y me nombró gerente de este proyecto, asignándome toda la responsabilidad para la realización del mismo.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

El nivel de pérdidas en las empresas de distribución eléctrica en nuestro país era definitivamente alto y estaba por encima de los parámetros aceptados como normales a nivel internacional. Más

aún, que una sola empresa entre veinte tenga un valor de pérdidas por sobre el 32% del total de pérdidas en el país, justificaba el estudio e implementación de una solución tecnológica de telemetría eléctrica en dicha empresa.

- **Justificación económica:** Considerando que la CATEG facturó en el año 2004, USD\$ 200'067.978,38 estamos hablando que los valores que dejó de percibir CATEG por pérdidas estuvieron por encima de los USD\$ 52'000.000. El 64% de este valor, es decir USD\$ 33'280.000 fue el monto relacionado a las pérdidas no técnicas. Precisamente la solución que se implementará, está mayormente enfocada en atacar y disminuir este tipo de pérdidas.
- **Justificación tecnológica:** Las nuevas tecnologías en medidores y redes de telecomunicaciones disponibles en el país permiten tener más control y datos de los medidores eléctricos instalados en los abonados. Esto ayudaría a reducir las pérdidas y también a incrementar el universo de clientes en el sistema de facturación de la CATEG. Otro beneficio de la tecnología de telemedición es que permite controlar en forma remota las 24 horas del día a cada uno de los

abonados, gastando menos recursos de transporte y tiempo especialmente.

CAPÍTULO 2

2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y OPERATIVOS DEL CLIENTE

Frente a la situación de altos niveles de pérdidas, CATEG contrató con la empresa en que laboraba, el desarrollo de una solución tecnológica que le permita recolectar DATA de su más importante segmento de abonados y por medio de una administración de estos datos y gestión interna, disminuir estas pérdidas eléctricas. Si bien Bismark tenía experiencia en el desarrollo de este tipo de soluciones, era importante estar atento a los requerimientos del cliente pues finalmente serán ellos los usuarios de la solución y son los que conocen muy de cerca su problemática. En esta parte detallaré los requerimientos del cliente CATEG que debería tener la solución tecnológica:

2.1. OBJETIVOS

Implementar un esquema de telecomunicaciones (hardware y software) que sea capaz de obtener la DATA o parámetros eléctricos de 3.600 medidores eléctricos en la ciudad de

Guayaquil, para la reducción de las pérdidas eléctricas a la CATEG. El objetivo principal era disminuir el porcentaje de pérdidas eléctricas que tiene la CATEG. Para ello, la CATEG necesitaba que se dote de telemedición a 3.600 medidores eléctricos instalados en sus abonados correspondientes a su zona de concesión en Guayaquil. Conocedora la CATEG del perfil de consumo de cada uno de sus clientes, ellos decidirían que medidor se iba a telemedir. 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: 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. Es decir, Bismark telemedía y depositaba la DATA en servidores en CATEG y personal de CATEG realizaba la gestión necesaria para, usar la información colectada y reducir las pérdidas de electricidad.

2.2. TIEMPOS.

Bismark tenía un tiempo de 6 meses para instalar la solución y a partir de allí, dedicarse al sostenimiento, mantenimiento, upgrades y nuevos desarrollos puntuales o adición de nuevos abonados de ser necesario.

2.3. FACTOR DE CALIDAD DE SERVICIO DE RED (FCSR).

El factor de calidad de servicio de red o tiempo en que el servicio estará 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. A pesar, de que los medidores eléctricos poseen una memoria interna capaz de almacenar data que luego pudiera ser transmitida cuando el enlace de comunicaciones se reestablezca si ese es el caso. La memoria de los medidores es capaz de almacenar determinadas variables definidas por el técnico que la configure.

Quedó establecido que los tiempos empleados para MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS no son considerados o sumados como HORAS SIN SERVICIO.

$$\text{FCSR} = \frac{\text{NÚMERO TOTAL DE HORAS CON SERVICIO}}{\text{NÚMERO TOTAL DE HORAS MENSUALES CONTRATADAS}} \times 100$$

Calculemos el máximo posible de horas que puede estar el servicio caído:

FCSR= 99,5%

NÚMERO TOTAL HORAS MENSUALES CONTRATADAS = 720,0 h.

Entonces:

NÚMERO TOTAL DE HORAS CON SERVICIO = $(99,5) * 720 / 100 = 716,4$ h.

Esto quiere decir que:

MÁXIMO NÚMERO DE HORAS SIN SERVICIO MENSUAL ES = 3,6 h.

2.4. ALCANCE DEL SERVICIO.

CATEG contrató una solución llave en mano; es decir Bismark tenía que encargarse de toda la infraestructura tecnológica. 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:

2.4.1. DESARROLLO.

Bismark desarrollaría y personalizaría toda la solución.

Esto es:

- **EQUIPO DE COMUNICACIÓN EN MEDIDOR:**
Bismark tenía que construir o adquirir un equipo que tenga la capacidad de comunicación con la memoria del medidor eléctrico y con la nube de telecomunicaciones. En caso de requerirlo, Bismark debería realizar las instalaciones eléctricas necesarias para alimentar algún equipo activo que sea parte de la solución.
- **SEGURIDAD FÍSICA DE EQUIPOS:** Bismark debería proveer, en el caso de ser necesario, la respectiva seguridad física a los equipos adicionales al medidor, para evitar que sean afectados por vandalismo o inclemencias del tiempo.
- **ENLACE DE COMUNICACIONES:** Bismark debería dimensionar, desarrollar y contratar o instalar enlaces de comunicación para cada uno de los medidores eléctricos instalados en los abonados y un enlace principal hacia los servidores ubicados en su edificio de la Garzota. En este segmento de telecomunicaciones, se incluye los

elementos activos o pasivos que se necesiten para la transmisión de datos (switches, routers, etc).

- **SERVIDORES:** Bismark debería desarrollar la solución y en base a ello dimensionar el número y las características que deben tener los computadores o servidores de aplicación, comunicación y de datos (con sus respectivos respaldos). Las computadoras serían provistas por CATEG.
- **APLICACIÓN DE TELEMETRÍA:** En base a las marcas de los medidores, Bismark debe diseñar o contratar una aplicación de telemedición que será capaz de interactuar con los protocolos de comunicación de los medidores eléctricos para obtener la data y parámetros eléctricos de los mismos. Igualmente esta aplicación debe tener la capacidad de reportes básicos, gestión autónoma de llamadas, entre otros.
- **BASE DE DATOS:** Bismark debe adquirir las licencias respectivas de bases de datos que estarán instaladas en los servidores. La DATA

colectada será almacenada y podrá ser administrada desde aquí. Dependiendo de la solución finalmente acordada, otra opción también pudiera ser coleccionar la DATA de los medidores y depositarla directamente en una base de datos de la empresa eléctrica.

2.4.2. INSTALACIÓN.

Al igual que el proceso de desarrollo, El proceso de instalación de todas y cada una de las partes integrantes del proyecto correría por parte de Bismark. Lógicamente, se coordinaría con la CATEG, para evitar inconvenientes de ingreso y manipulación del medidor eléctrico de los abonados. Esto significó en breves rasgos (en los siguientes capítulos se detallará cada una de las tareas):

- **Instalación de equipo de comunicación interno o externo en medidor:** En este punto quedó claro que la tarjeta RS232 propia del medidor, debería ser instalada por el personal interno de la CATEG. Igualmente el personal de CATEG sería responsable de instalar el medidor eléctrico en el abonado.

- **Instalación de enlaces de telecomunicación:**

Bismark sería la responsable de instalar los enlaces necesarios para que, por medio de tecnología IP, se comuniquen los medidores con los respectivos servidores colectores de datos. Bismark debería elegir la mejor tecnología de comunicaciones disponible en el sector. A este nivel, fue necesaria siempre una interacción entre el personal de telecomunicaciones de la CATEG, BISMARK y las empresas proveedoras de los enlaces para evitar inconvenientes de ruteo o duplicación de direcciones IP.

- **Instalación de servidores colectores de datos y**

base de datos: Personal de Bismark instalaría todo lo referente a los servidores o terminales de computación requeridos por la solución. Las instalaciones eléctricas, computadoras, espacio físico, seguridades y ambiente apropiado para el buen desempeño de estos equipos serían proporcionados por la CATEG.

2.4.3. SOPORTE.

El soporte que proporcionaría Bismark constaría de dos componentes: mantenimiento y operación de la solución.

❖ **MANTENIMIENTO DE LA SOLUCIÓN:** El mantenimiento que se daría a la solución sería de tipo preventivo y correctivo.

- **PREVENTIVO:** mantenimientos programados para evitar daños mayores o para recalibrar los valores óptimos de operación. Revisar estado de los equipos, especialmente los externos a los medidores, niveles de señal, entre otros.
- **CORRECTIVO:** Bismark enviaría personal propio para atender cualquier inconveniente que se presente durante la operación de la solución. Entiéndase por inconveniente, todo incidente que sea producido por equipamiento de Bismark y que afecte la transferencia de datos entre los medidores eléctricos de los abonados y los servidores colectores de datos.

❖ **OPERACIÓN DE LA SOLUCIÓN:** Una vez que la solución fue instalada y customizada para su arranque, Bismark sería la encargada de, con personal propio, operar la solución. Esto es:

- Configurar el ingreso de nuevas unidades para teledir
- Atender posibles nuevos requerimientos por parte de CATEG
- Realizar las llamadas colectoras a los medidores
- Encargarse del monitoreo del buen funcionamiento de todo el sistema.
- Atender los requerimientos de revisiones puntuales de clientes y/o reportes.
- Auditoría de datos teledirados

2.5. DESARROLLO DE PROCESOS.

Esta nueva solución tecnológica, implicaba una nueva forma de trabajo y por ende nuevos procesos de trabajo y operación. Bismark debería desarrollar procesos de trabajo para:

- Instalación de la solución.

- Soporte y mantenimiento de la solución.
- Operación de la solución.
- Auditoría de datos teledados

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL SISTEMA

Existieron básicamente dos etapas de diseño del sistema. En una primera etapa de diseño, tomamos las primeras decisiones técnicas basándonos en la información proporcionada por la CATEG referente a los abonados que participarían del proyecto de telemedición. 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.

3.1. PRIMERA ETAPA DE DISEÑO: DECISIONES CUALITATIVAS

La información proporcionada por la CATEG con el listado de los abonados a telemedir nos dio pautas para emprender una

primera etapa de diseño tomando las iniciales decisiones importantes para el éxito del proyecto. La información entregada por CATEG mostraba lo siguiente:

- ❖ **Marcas y modelos de medidores eléctricos:** Fue importante conocer las marcas y modelos de medidores eléctricos con los que se iba a trabajar en el proyecto. Después de revisar en forma conjunta, se detectó que el universo de marcas y modelos instalados en los abonados a teledirigido se repartía de la siguiente manera:

TABLA 3
MARCAS Y MODELOS MEDIDORES ELÉCTRICOS INSTALADOS

| FABRICANTE MEDIDOR | MODELO | PORCENTAJE |
|--------------------|--------------|------------|
| ELSTER | ALPHA PLUS 2 | 78% |
| GENERAL ELECTRIC | KV | 20% |
| OTROS | | 2% |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

Finalmente se decidió trabajar exclusivamente con medidores eléctricos marca Elster Alpha Plus 2. Según técnicos de la CATEG, estos eran medidores que mejor se apegaban al proyecto debido a su opción interna de una tarjeta de comunicaciones RS232 ya instalada y una memoria interna (memoria masa) capaz de almacenar diversas variables eléctricas y varios días de información. Entonces, finalmente el cuadro de fabricantes y modelos de

medidores a participar en el proyecto quedó de la siguiente manera:

TABLA 4
MARCA Y MODELO MEDIDOR ELÉCTRICO A TELEMEDIR

| FABRICANTE MEDIDOR | MODELO | PORCENTAJE |
|--------------------|---------------------|-------------|
| <i>ELSTER</i> | <i>ALPHA PLUS 2</i> | <i>100%</i> |
| GENERAL ELECTRIC | KV | 0% |
| OTROS | | 0% |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

En conclusión, la aplicación de telemetría seleccionada debería poder leer principalmente el protocolo de comunicación de estos medidores (Elster Alpha Plus). Se consideró prudente de todas formas, conseguir una aplicación de telemedición multivendor; es decir capaz de leer otras marcas de medidores eléctricos. Esto pensando a futuro y en nuevos requerimientos. Igualmente, los equipos de comunicación que se usen o desarrollen para esta solución, deberían trabajar sin problemas en los medidores Alpha Plus. En esta primera etapa aún no se decidió el nombre del software de telemetría a usar o si lo íbamos a desarrollar localmente o no.

TABLA 5
CARACTERÍSTICA APLICACIÓN TELEMETRÍA

| ITEM | CARACTERÍSTICA ESPECIAL | OTROS ADICIONALES | OPCIONES |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| APLICACIÓN DE TELEMETRÍA | LEER PROTOCOLO ELSTER ALPHAPLUS 2 | MULTIVENDOR (CAPACIDAD DE LECTURA DE OTROS PROTOCOLOS) | 1. COMPRA 2. DESARROLLO LOCAL |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

- ❖ **Ubicación geográfica de los abonados:** Si bien un alto porcentaje de abonados estaba concentrado en las industrias y comercios ubicados en la vía a Daule, centro de la ciudad y en la Av. Juan Tanca Marengo, había abonados instalados en toda la zona de concesión de la CATEG (Todo Guayaquil) y había que estar preparado para ello. Este análisis fue importante para la decisión que se tomó respecto a la tecnología de comunicaciones a usar.

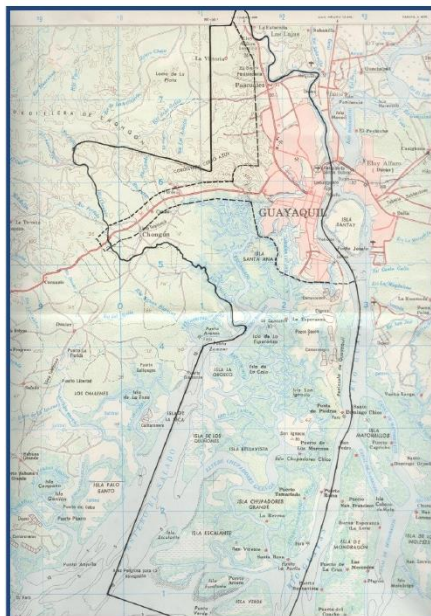


FIGURA 3.1. ZONA DE CONCESIÓN CATEG
 Fuente: Estrategia de empresas y competencias CATEG, 2009

- ❖ **Redes de acceso disponibles:** Debido a que se decidió estar listos para teledir medidores eléctricos en todo punto dentro de la zona de concesión de la CATEG (Guayaquil), era necesario trabajar con redes de acceso con cobertura en toda la ciudad de Guayaquil; pero sin olvidar la mayor concentración de abonados en las zonas vía a Daule, Juan Tanca Marengo y centro de la ciudad. Además de su gran cobertura, esta tecnología debería ofrecer capacidad, seguridad, confiabilidad y estabilidad en los enlaces.

Nuestra experiencia en soluciones de telecomunicación, aplicaciones de teledir y basándonos en el perfil del cliente nos llevó a tomar la decisión de usar:

- **Comunicación celular:** provista por el operador CONECEL. Si bien, la decisión fue tomada basados en nuestra experiencia; en la siguiente etapa, ya en base a cálculos, analizaremos y demostraremos que la capacidad de estos enlaces es suficiente para satisfacer los requerimientos del proyecto. La tecnología celular disponible es GPRS (General Packet Radio Service). Esta es una tecnología que permite la transmisión de datos en

redes celulares GSM utilizando la técnica de conmutación de paquetes. GPRS utiliza parte de la infraestructura de GSM y múltiples TIME SLOTS para alcanzar velocidades más altas que las manejadas por GSM. La codificación usada en GPRS es CS-2 y de 1 a 4 slots. La velocidad de transferencia efectiva de datos está por el orden de los 14,4 Kbps.

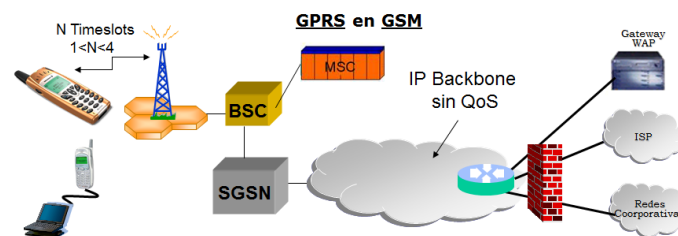


FIGURA 3.2. ESQUEMA RED GPRS
Fuente: CONECEL, 2004

- WiMAX de Ecutel:** Provista por el operador Ecuador Telecom. Está definida por el estándar IEEE 802.16 y opera en la frecuencia de 3,5 Ghz en Ecuador, licencia que le fue otorgada el 24 de julio del 2002. Esta red provee enlaces con anchos de banda de 64 a 512 Kbps. Posee algunas ventajas sobre otras WMAN, debido a bajo costes de radio bases y su capacidad tecnológica de transmisión con poca latencia. Las radio bases instaladas tenían un alcance de 12 kilómetros. Como las capacidades de

rendimiento de WiMAX dependen del ancho de banda del canal usado, era indicada para su uso en redes de medidores concentrados. Este ambiente también era oportuno para WiMAX debido a su eficiente soporte de enlaces simétricos. Esta red de comunicaciones, disponible en todo Guayaquil nos ofrecía la facilidad de que con un enlace, podíamos comunicar todos los tableros eléctricos y medidores de un edificio o centro comercial con su respectivo punto de colección. [3].

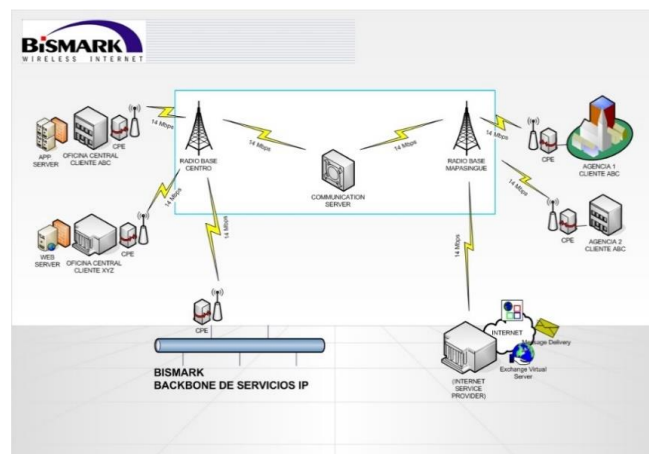


FIGURA 3.3. ESQUEMA RED WiMAX ECUTEL
FUENTE: Bismark S.A.

TABLA 6
RED DE ACCESO TELECOMUNICACIÓN

| RED DE ACCESO | FRECUENCIA DE OPERACIÓN | CAPACIDAD DE ENLACES | ZONA DE COBERTURA |
|---------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| GPRS CONECEL | Banda A: 824-891,5 Mhz | 14,4 Kbps | Nacional |
| WiMAX ECUTEL | 3.5 Ghz | 64 Kbps – 512 Kbps | Gye y Uio. |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

- ❖ **Características / tipo de cliente:** De la información entregada por CATEG, es claro que existían 2 tipos de abonados a teledir técnicamente hablando:
- **Abonados tipo ISLA:** son aquellos abonados que poseen instalados medidores eléctricos alejados uno de otro. Esto significa que en estos medidores eléctricos es necesario ubicar un equipo de comunicaciones por cada abonado o medidor. Cada equipo de comunicaciones estará conectado a la tarjeta RS232 que posee todo medidor eléctrico. Lo óptimo es usar comunicación celular en este tipo de clientes. En total, según información de CATEG, hay 1.622 abonados que entran en esta categoría de abonados tipo ISLA.
 - **Abonados tipo TABLERO o CONCENTRADOS:** 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, permite que podamos usar un único enlace de telecomunicaciones por cada tablero o grupo de tableros. Lo óptimo es usar comunicación WLL provista por Ecutel

en este tipo de clientes por sus anchos de banda disponibles. En total, según información de CATEG, hay 1.978 medidores eléctricos conectados tipo TABLERO que forman parte de este proyecto. Estos 1.978 medidores están repartidos en 45 edificios o centros comerciales. Se realizó un recorrido por estas 45 ubicaciones y es todas ellas hay disponibilidad y cobertura de la red Wireless local loop de Ecuador Telecom.

TABLA 7
ABONADOS TIPO ISLA Y ABONADOS TIPO TABLEROS

| TIPO DE MEDIDOR | CANTIDAD DE MEDIDORES | RED DE ACCESO | NÚMERO DE ENLACES | OBSERVACIONES |
|------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ISLA | 1622 | GPRS | 1622 | Un enlace por cada medidor |
| TABLERO O CONCENTRADOS | 1978 | WLL | 51 | 51 enlaces para cubrir los 1978 medidores instalados en 45 localidades |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

3.2. SEGUNDA ETAPA DE DISEÑO: DIMENSIONAMIENTO.

Con estas definiciones iniciales de marca y modelo de medidores, tecnología de comunicación, tipo de clientes, procedimos al dimensionamiento de las diferentes partes o actores de la solución.

3.2.1. COMUNICACIONES.

Aquí procedimos a diseñar algo muy importante como es la parte de las telecomunicaciones. Era algo compleja la acción si pensamos que se tuvo que establecer direcciones IP para 3.600 medidores eléctricos que estarían conectados en 2 diferentes nubes de telecomunicaciones. Además está el hecho de dimensionar las redes LAN de medidores en distintos centros comerciales y/o edificios de la ciudad.

3.2.1.1. DIMENSIONAMIENTO DE ENLACES

En esta parte dimensionamos los enlaces a usar en cada uno de los 3.600 medidores eléctricos del proyecto. Bastó con deducir la capacidad de un enlace GPRS y un enlace WLL Ecutel para replicar el cálculo para todos y cada uno de ellos.

- **MEDIDORES ISLA:** De lo revisado hasta ahora y por cobertura, capacidad, factibilidad, estabilidad, confiabilidad, seguridad en los datos, la COMUNICACIÓN CELULAR GPRS es la opción apropiada para estos abonados que se encuentran distanciados unos de otros y necesitan un

enlace dedicado para cada medidor. Analicemos si su ancho de banda es suficiente para la data que transmitirá el medidor; además de conocer el tiempo promedio que tardaría un medidor en reportar su DATA.

- **CANTIDAD DE DATOS A TRANSMITIR X MEDIDOR (CDT):** En realidad lo que deseamos conocer es si los enlaces celulares de 14,4 Kbps son suficientes para nuestra necesidad de transmisión. Para ello, nos ubicaremos en el peor de los escenarios. La forma de cálculo será en base a la cantidad de bytes que transmite cada medidor por transacción de colección. En mediciones realizadas, se estableció que este valor promedio es:

CDT = 25 Kbytes

1 Byte = 8 bits; Entonces:

25 Kbytes = 200 Kbits

Según datos dados por fabricante, existe un overhead de cerca del 15 % en la DATA:

OVERHEAD: 15%

$200 \text{ Kbits} + 15\% (200 \text{ Kbits}) = 230 \text{ Kbits}$

VELOCIDAD EFECTIVA DE TRANSMISIÓN DE DATOS (V): Tenemos que la velocidad de transferencia de datos en la red celular es 14,4 Kbps.

TIEMPO DE TRANSMISIÓN POR MEDIDOR (TTM):

$TTM = 230 \text{ Kbits} / 14,4 \text{ Kbps} = 16.0 \text{ s.}$

A este tiempo, hay que agregar el tiempo promedio de generación de la llamada y establecimiento de la sesión que está en los 15 segundos. Esto quiere decir que el tiempo promedio que se tardará en coleccionar la DATA de un medidor (TTTM) isla con comunicación GPRS es:

$TTTM = 31 \text{ s.}$

La ventaja de esta aplicación de telemetría es que tiene la capacidad de abrir 4 puertos de comunicación y establecer 4 llamadas a distintos medidores al mismo tiempo. En base a esto, calculemos el TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN para los 1.622 medidores GPRS:

NÚMERO DE PUERTOS DE COMUNICACIÓN: 4

CANTIDAD TOTAL DE MEDIDORES: 1.622

NÚMERO DE LLAMADAS: $1.622/4 = 406$

NÚMERO DE SERVIDORES COLECTORES: 4

TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN: $406 * 31/4 = 3.146,5s.$

TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN = TTT = 52,4 min.

TABLA 8

NÚMERO ENLACES, ANCHO DE BANDA Y TIEMPO TRANSMISIÓN RED GPRS

| RED DE ACCESO | OPERADOR | NÚMERO DE ENLACES | ANCHO DE BANDA (Kbps) | TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN (min) |
|---------------|----------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| GPRS | CONCECEL | 1.622 | 14,4 Kbps | 52,4 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

Para que esto sea posible, necesitamos que cada medidor eléctrico tenga la capacidad de transmitir datos por la red celular. El contrato sólo aseguraba la presencia de una tarjeta

RS232 en cada medidor; por lo que es 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. Si no es posible este diseño interno, la opción que queda es conectar un modem GPRS en forma externa al medidor eléctrico, comunicado al mismo a través de un cable interface hasta la tarjeta RS232. Lo complicado de esta opción es que necesitaríamos tener una toma eléctrica disponible de 120 V ac para energizar cada modem externo. Además requeriríamos de una caja de seguridad y una antena externa para cada modem externo. Normalmente estos medidores están a la intemperie. Otra complicación radica en que hay muchos

medidores eléctricos con medición indirecta. Sería complicado conseguir una alimentación de 120 Vac en esta situación. Después de estudios y análisis, se decidió que la mejor opción era la construcción de un equipo de comunicación GPRS interno en cada medidor. Este diseño y construcción fue contratado con la empresa BARRICK, empresa con la que habíamos trabajado con éxito en proyectos anteriores. Vale indicar que se formó un equipo de trabajo con personal de CATEG y BISMARCK que estuvo siempre en contacto con Barrick para las pruebas y final éxito del equipo interno.

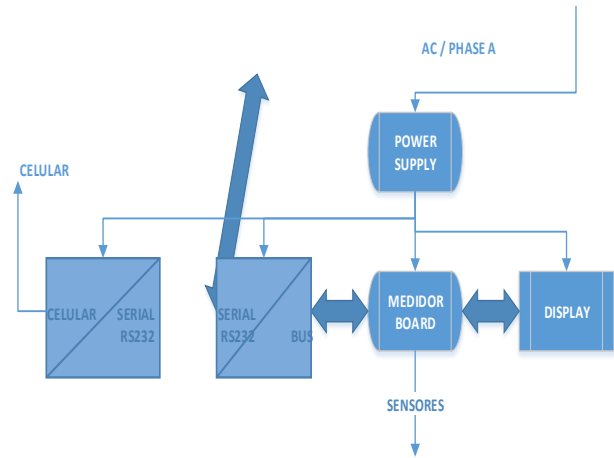


FIGURA 3.4. DIAGRAMA BLOQUES MEDIDOR Y TARJETA GPRS
Elaborado por: Eddie Calderón, 2013

TABLA 9
EQUIPOS DE COMUNICACIÓN ISLAS

| EQUIPO | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
|-------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------|
| TRANSMISOR GPRS INTERNO | 1.622 | |
| ANTENA OMNIDIRECCIONAL GPRS EXTERNA 7 DBd | 300 | No en todas las instalaciones era necesaria antena externa. |
| CHIPS OPERADORA CELULAR | 1.622 | |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

- MEDIDORES TABLERO O CONCENTRADOS:** En medidores instalados en forma concentrada dentro de tableros eléctricos, lo mejor es formar una red LAN de medidores, asignándoles una única IP Address a cada medidor y enviar

toda la DATA de cada uno de ellos por un único enlace WAN entre el o los tableros de medidores en el edificio o centro comercial y el edificio colector de datos de CATEG.

Analicemos el ancho de banda que necesitamos contratar para cada uno de los enlaces WAN requeridos en los edificios o centros comerciales. En base a dicho dimensionamiento, calcularemos el tiempo de transmisión por edificio o centro comercial.

- **CANTIDAD DE DATOS A TRANSMITIR X MEDIDOR (CDT):** En realidad lo que deseamos conocer es si los enlaces Wireless Local Loop de 64 Kbps son suficientes para nuestra necesidad de transmisión. Para ello, nos ubicaremos en el peor de los escenarios. La forma de cálculo será en base a la cantidad de bytes que transmite cada medidor por transacción de

colección. En mediciones realizadas, se estableció que este valor promedio es:

CDT = 25 Kbytes

1 Byte = 8 bits; Entónces:

25 Kbytes = 200 Kbits

Según datos dados por fabricante, existe un overhead de cerca del 15 % en la DATA:

$200 \text{ Kbits} + 15\% (200 \text{ Kbits}) = 230 \text{ Kbits}$

VELOCIDAD EFECTIVA DE TRANSMISIÓN DE DATOS (V): Tenemos que la velocidad de transferencia de datos en la red Wireless Local Loop es 64 Kbps.

TIEMPO DE TRANSMISIÓN POR MEDIDOR (TTM):

$TTM = 230 \text{ Kbits} / 64 \text{ Kbps} = 3,6 \text{ s.}$

A este tiempo, hay que agregar el tiempo promedio de generación de la llamada y establecimiento de la sesión que está en los 5 segundos. Esto quiere decir que el tiempo promedio que se tardará en coleccionar la DATA de un medidor (TTTM) isla con comunicación

WLL es:

TTTM = 8,6 s.

La ventaja de esta aplicación de telemetría es que tiene la capacidad de abrir 4 puertos de comunicación y establecer 4 llamadas a distintos medidores al mismo tiempo. En base a esto, calculemos el TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN para los 1.978 medidores WLL Ecutel.

NÚMERO DE PUERTOS DE COMUNICACIÓN: 4

CANTIDAD TOTAL DE MEDIDORES: 1.978

NÚMERO DE LLAMADAS: $1.978/4 = 494,5$

NÚMERO DE SERVIDORES COLECTORES: 2

TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN: $494,5 * 8,6 / 2 = 2.126,4$ s.

TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN = TTT = 35,44 min.

TABLA 10
ENLACES WAN MEDIDORES CONCENTRADOS

| RED DE ACCESO | OPERADOR | NÚMERO DE ENLACES | ANCHO DE BANDA (kbps) | TIEMPO TOTAL DE TRANSMISIÓN (min) |
|---------------|----------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| WLL | ECUTEL | 51 | 64 Kbps | 35,44 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

En conclusión, en la práctica, necesitamos contratar enlaces de 64 Kbps para los enlaces WAN de los edificios. En los edificios

centrales, donde estarán los equipos colectores de datos, instalaremos enlaces principales de 256 Kbps y secundarios o de respaldo de 128 Kbps.

Una vez determinada la capacidad de los enlaces, analicemos el número de enlaces a contratar.

TABLA 11
ENLACES WAN POR EDIFICIO

| EDIFICIO | MEDIDORES | RED DE ACCESO | ANCHO DE BANDA (Kbps) | CANTIDAD DE ENLACES |
|-----------------|-----------|---------------|-----------------------|---------------------|
| Las Cámaras | 57 | WLL | 64 | 1 |
| La Rotonda | 47 | WLL | 64 | 1 |
| Policentro | 144 | WLL | 64 | 4 |
| Mall del Sol | 237 | WLL | 64 | 3 |
| Dicentrc | 69 | WLL | 64 | 1 |
| Atlas | 35 | WLL | 64 | 1 |
| Plaza Garzota | 28 | WLL | 64 | 1 |
| Mecanos | 7 | WLL | 64 | 1 |
| Américas | 11 | WLL | 64 | 1 |
| Conautc | 25 | WLL | 64 | 1 |
| Finansui | 20 | WLL | 64 | 0 |
| Salcc | 16 | WLL | 64 | 1 |
| Classic | 11 | WLL | 64 | 1 |
| Quil 1 | 25 | WLL | 64 | 1 |
| Berlir | 15 | WLL | 64 | 1 |
| Centrum | 34 | WLL | 64 | 1 |
| Juliana | 29 | WLL | 64 | 1 |
| Ferremundo | 5 | WLL | 64 | 1 |
| Indusutc | 80 | WLL | 64 | 1 |
| Las Fragancias | 5 | WLL | 64 | 1 |
| Contemporáneo | 9 | WLL | 64 | 1 |
| Olimpico | 30 | WLL | 64 | 1 |
| Citybank | 22 | WLL | 64 | 1 |
| Gran Pasaje 1 | 12 | WLL | 64 | 0 |
| Gran Pasaje 2 | 126 | WLL | 64 | 1 |
| Kil 1 | 10 | WLL | 64 | 1 |
| Casa de Cultura | 3 | WLL | 64 | 1 |
| Torre azul | 62 | WLL | 64 | 1 |
| Fortir | 49 | WLL | 64 | 1 |
| Banco Pichincha | 8 | WLL | 64 | 1 |
| Cachugran | 5 | WLL | 64 | 1 |
| Unicentro | 93 | WLL | 64 | 1 |
| Orellans | 54 | WLL | 64 | 1 |
| Cofir | 18 | WLL | 64 | 1 |
| Quezada | 8 | WLL | 64 | 1 |
| Torres Edén | 47 | WLL | 64 | 1 |
| Multiparq. BB | 9 | WLL | 64 | 1 |
| Rocamar | 18 | WLL | 64 | 1 |
| Clínica Kennedy | 132 | WLL | 64 | 3 |
| C.C. Centro Sur | 22 | WLL | 64 | 1 |
| C.C. Américas | 13 | WLL | 64 | 1 |
| S.F. 300 | 141 | WLL | 64 | 1 |
| Concorde | 40 | WLL | 64 | 1 |
| C.C. Urdesa | 96 | WLL | 64 | 2 |
| La Góndola | 53 | WLL | 64 | 1 |
| TOTAL | | WLL | 64 | 51 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

TABLA 12
ENLACES WAN PUNTOS DE COLECCIÓN DE DATOS

| EDIFICIO PRINCIPAL | RED DE ACCESO | ANCHO DE BANDA (kbps) | CANTIDAD DE ENLACES |
|--------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
| BISMARK | WLL | 128 | 2 |
| BISMARK | WLL | 256 | 2 |
| CATEG | WLL | 128 | 2 |
| CATEG | WLL | 256 | 2 |
| TOTAL | WLL | 128/256 | 8 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

En resumen, lo requerido en cuanto a cantidad de enlaces de comunicación es lo siguiente:

TABLA 13
ENLACES A CONTRATAR

| RED DE ACCESO | ANCHO DE BANDA (Kbps) | CANTIDAD |
|---------------|-----------------------|----------|
| GPRS | 14,4 | 1.622 |
| WLL ECUTEL | 64 | 51 |
| WLL ECUTEL | 128 | 4 |
| WLL ECUTEL | 256 | 4 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

Una vez más, la dificultad está en que los medidores eléctricos no poseen una tarjeta

Ethernet interna. Aprovechando la tarjeta RS232 de los medidores, una opción es desarrollar una tarjeta convertidor de protocolo Serial/Ethernet que se pueda instalar internamente en cada medidor y conectar a dicha tarjeta RS232. Esto permitirá armar una red Ethernet de los medidores del tablero e incluso extender la red a todos los tableros instalados en los diferentes lugares del centro comercial o pisos del edificio. Otra opción es que el convertidor de protocolo esté conectado en forma externa al medidor. La dificultad en este camino es que necesitamos tener una alimentación de 120 V disponible al lado de cada medidor para alimentar al dispositivo externo. Esto dificulta la instalación y encarece la solución; por lo que la opción de tarjeta interna es la apropiada.

TABLA 14
DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN PARA
MEDIDORES CONCENTRADOS

| EQUIPO | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
|--------------------------------------------|----------|---------------|
| CONVERTIDOR SERIAL/ETHER NET INTERNO | 1.978 | |
| ANTENAS WLL | 59 | |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

3.2.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED LAN DE MEDIDORES.

Una vez analizado y decidido que la mejor opción para telemedir los medidores en tableros o concentrados es formar una red LAN entre ellos, el diseño y dimensionamiento de esta red se convierte en un tema importante puesto que vamos a formar LAN de medidores en 45 edificios / centros comerciales que tienen 1.978 medidores eléctricos en total. Dimensionar las redes LAN de medidores en estos 45 edificios significa conocer el número de switches, cajas, antenas, enlaces, etc de elementos activos y pasivos que requeriremos para el éxito de la instalación y el proyecto.

A continuación se adjunta cuadro entregado por CATEG con la información de edificios que se va a teledir:

**TABLA 15
EDIFICIOS A TELEMEDIR**

| LISTADO EDIFICIOS TELEMETRÍA | | | |
|--------------------------------|-------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|
| EDIFICIO | MEDIDORES | ANTENAS | DIRECCIÓN |
| LAS CAMARAS | 57 | 1 | KENNEDY NORTE MZ#507.SOL#1-4-20-27 |
| LA ROTONDA | 47 | 1 | ALBORADA X MZ# 10-105 C.C.LA ROTONDA |
| POLICENTRO | 144 | 4 | KENNEDY OESTE AV.SAN JORGE 1001 POLICENT. |
| MALL DEL SOL | 237 | 3 | C.C.MALL D'SOL AV.J.TANCA MARENGO KM.1.2 |
| DICENTRO | 69 | 1 | AV.J.TANCA MARENGO KM.1.5 DICENTRO |
| ATLAS | 35 | 1 | MZ#110.SOL#1-4-39-40 T.ATLAS KENNEDY NORTE |
| CC PLAZA GARZOTA | 28 | 1 | LA GARZOTA MZ# 2, SOL# 1 AL 15 PLAZA GARZOTA |
| MECANOS | 7 | 1 | AV. DE LAS AMERICAS 0410 EDIFIC.MECANOS |
| EDIFICIO DE AMERICAS | 11 | 1 | EDIF.D'AMERICAS AV.DE LAS AMERICAS 0313 |
| CONAUTO | 25 | 1 | EDIF.CONAUTO AV.J.TANCA MARENGO KM. 2 |
| FINANSUR | 20 | 0 | EDIF.FINANSUR AV.9 DE OCTUBRE 1911 ESMERALDAS-LOS RIOS |
| SALCO | 16 | 1 | EDIF.SALCO CARCHI 0702 1RO.DE MAYO-9 OCTUBR |
| CLASSIC | 11 | 1 | LOT.ALBAN BORJA AV.C.J.AROSEMENA KM.2.5 EDIF.CLASSIC |
| QUIL #1 | 25 | 1 | CARCHI 0601 QUISQUIS EDIF.QUIL 1 |
| BERLIN | 15 | 1 | EDIF.BERLIN AV.C.J.AROSEMENA KM.2.5 AV.LAS MONJAS# 10 |
| CENTRUM | 34 | 1 | KENNEDY NORTE MZ# 105.CENTRUM |
| CC JULIANA | 29 | 1 | 1RA.AV 0402 CENTRO C.YULIANATM#3.PROSPERINA |
| FERREMUNDO | 5 | 1 | ADACE AV.DE LAS AMERICAS 0705 7MA.-8VA.CALLE |
| INDUAUTO | 80 | 1 | EDIF.INDUAUTO AV.QUITO 0806 |
| LAS FRAGANCIAS | 5 | 1 | URDESA CENTRAL AV.VICTOR E.ESTRADA 0400 AV.LAS LOMAS |
| CONTEMPORANEO | 9 | 1 | CONTEMPORANEO TULCAN 0803 9 DE OCTUBRE |
| OLIMPICO | 30 | 1 | AV.KENNEDY 100 CC OLIMPICO AV.DE LAS AMERICAS |
| CITYBANK | 22 | 1 | EDIF.CITYBANK AV.9 DE OCTUBRE 416 G.CORDOVA-B.MORENO |
| GRAN PASAJE 1 | 12 | 0 | GRAN PASAJE F DE ICAZA 431 G.CORDOVA-B.MORENO |
| GRAN PASAJE 2 | 126 | 1 | GRAN PASAJE 2 AV.9 DE OCTUBRE 424 G.CORDOVA-B.MORENO |
| KIL-1 | 10 | 1 | EDIF.KIL-1 TOMAS MARTINEZ 102 MALECON |
| CASA DE LA CULTURA | 3 | 1 | CASA CULTURA 9 DE OCTUBRE 1200 PIMONCAYO-AV.QUITO |
| TORRE AZUL | 62 | 1 | EDIF.TORRE AZUL CHILE 303 LUQUE-AGUIRRE |
| EL FORTIN | 49 | 1 | EDIF.EL FORTIN PADRE AGUIRRE 100 MALECON-PANAMA |
| BANCO DEL PICHINCHA | 8 | 1 | EDIF.BCO PICHINCHA-PICHINCHA 307 AV.9 DE OCTUBRE EDIF.PICHINCHA |
| CACHUGRAN | 5 | 1 | EDIF.CACHUGRAN AV.CJ.AROSEMENA KM.2.5FTE ALBANBORJA.JTO.28 DE MAYO |
| CC UNICENTRO | 93 | 1 | CC UNICENTRO AGUIRRE 411 CHILE-CHIMBORAZO |
| ORELLANA | 54 | 1 | EDIF.ORELLANA LOS RIOS 609 QUISQUIS-1ERO MAYO |
| COFIN | 18 | 1 | EDIF.COFIN AV.FCO.ORELLANA FTE A TRES CERRITOS COMPL.PACIFICTEL |
| QUEZADA | 6 | 1 | EDIF.QUEZADA AV.MACHALA 904 9 DE OCTUBRE |
| TORRES EDEN | 47 | 1 | MZ# D-5, SOL# 1-2 TORRES EDEN-PUERTO AZUL |
| MULTIPARQUEO BANCO BOLIVARIANO | 9 | 1 | JUNIN 0208 PEDRO CARBO ESQ. N.E.EDIF.MULTIPARQU |
| ROCAMARK | 18 | 1 | ROCA 102 MALECON -PANAMA |
| CLINICA KENNEDY | 132 | 4 | HOSPITAL CLINICA KENNEDY AV.SAN JORGE CALLE G |
| CC CENTRO SUR | 22 | 1 | CC CENTRO SUR CHIMBORAZO-AZUAY |
| CC AMERICAS | 13 | 1 | CC AV.DE LAS AMERICAS 206 FTE AL COLEGIO TEC S.B. |
| SAN FCO 300 | 141 | 1 | EDIF.SAN FCO 300 GENERAL CORDOVA 1021 AV.9 DE OCTUBRE |
| CONCORDE | 40 | 1 | EDIFICIO CONCORD GARAYCOA 1222 AGUIRRE -CLEMENTE BALLE |
| CC URDESA | 96 | 2 | URDESA CENTRAL AV.VICTOR E.ESTRADA 0400 AV.LAS LOMAS |
| CC LA GONDOLA | 53 | 1 | CC LA GONDOLA ELOY ALFARO 343 G.FRANCO-AV.OLMEDO |
| TOTAL | 1978 | 51 | |

FUENTE: CATEG, 2004

En base a esta información, se presenta el diagrama de una configuración tipo en un edificio. Como se ve en la gráfica, la idea es instalar cajas concentradoras con switches y equipos de networking en los pisos donde estén instalados los

tableros de medidores eléctricos. La caja ubicada en el piso más cercano a la terraza, contendrá el equipo de radio, desde donde se cableará hasta la antena puesta en la terraza.

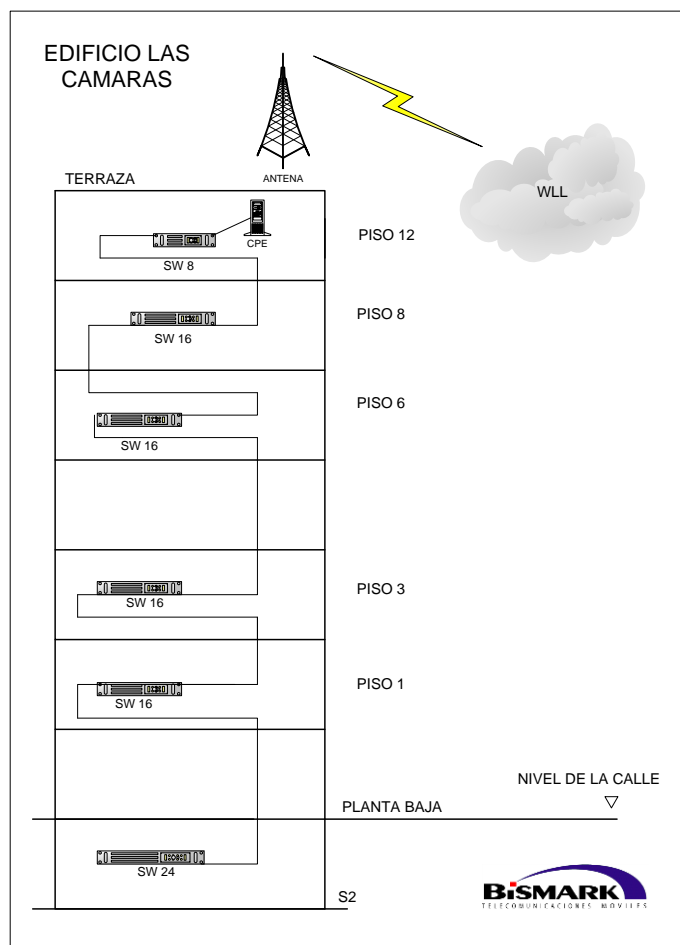


FIGURA 3.5. INSTALACIÓN TIPO DE UN EDIFICIO
Elaborado por: Eddie Calderón, 2005

Después de tener la información de CATEG con los edificios y abonados, lo siguiente fue realizar una visita técnica a cada uno de los edificios, para

así poder establecer los requerimientos en cuanto a equipos de red necesarios para implementar la solución de telemetría. Es decir, a partir de esta visita, ya tener una idea muy cercana a la realidad del dimensionamiento de estas redes de medidores.

El cuadro inferior, detalla el número de módulos internos serial/Ethernet, switches (con el respectivo número de puertos y antenas necesarios para implementar las redes de medidores en los 45 edificios o centros comerciales.

TABLA 16
EQUIPOS NETWORKING Y TRANSMISORES PARA
EDIFICIOS

| 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 |
| Quil 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 |
| Cofín | 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 |
| TOTAL | 1.978 | 1.978 | | 21 | 80 | 59 | 51 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

3.2.1.3. DESARROLLO DEL ESQUEMA DE TELECOMUNICACIONES IP ENTRE MEDIDORES Y LAS DIFERENTES NUBES O TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES.

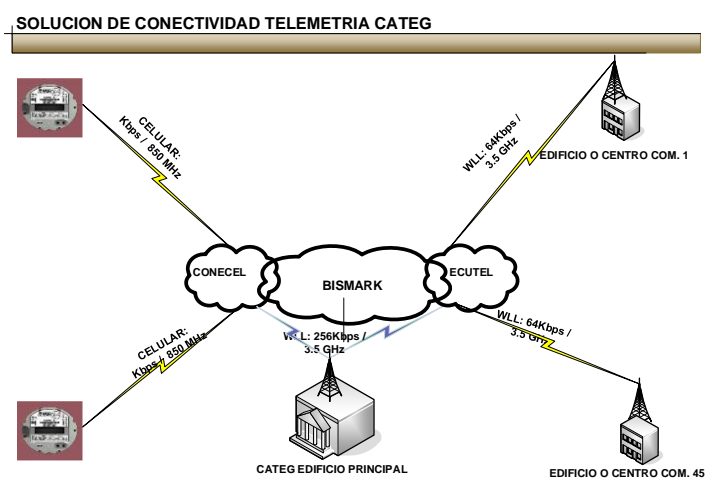
El reto fue interesante; se trataba de diseñar y dimensionar una gran red IP de medidores que se interconecten por medio de diferentes tecnologías de comunicación; en donde todas y cada una de dichas IP deben ser alcanzadas desde dos diferentes edificios pertenecientes a dos diferentes empresas. En definitiva, los requerimientos técnicos fueron los siguientes:

- Una o varias redes LAN internas para cada edificio o centro comercial.
- Una única IP Address para cada medidor.
- Un enlace GPRS por cada medidor Isla (1.622 medidores eléctricos).
- Uno o varios enlaces WLL Ecutel por cada edificio o centro comercial (45 edificios o centros comerciales; 1.978 medidores eléctricos en

total). Cincuenta y un enlaces WLL Ecutel en total.

- Todos y cada uno de los medidores eléctricos, independiente de la tecnología de comunicación que use, su IP debía ser alcanzada por un exclusivo grupo de computadores instalados en el edificio matriz de la CATEG en la garzota.
- Como forma de respaldo, todos y cada uno de los medidores eléctricos, independiente de la tecnología de comunicación que use, su IP debía ser alcanzada por un exclusivo grupo de computadores instalados en el edificio principal de Bismark en Guayaquil.
- La capacidad en los enlaces debía ser suficiente como para transmitir y recibir la data hacia y desde el medidor eléctrico.
- Seguridad y confiabilidad en las redes.
- Redes de telecomunicaciones con un FCSR de un 99,5%.

- Habilitar una computadora en el edificio de bronce de CATEG desde donde se pueda acceder y coleccionar datos puntuales de cualquier medidor eléctrico, independiente de su tecnología de comunicación.



Page 1

FIGURA 3.6. SOLUCIÓN CONECTIVIDAD CATEG
Elaborado por: Eddie Calderón, 2005

TABLA 17
REDES WLL ECUTEL MEDIDORES CONCENTRADOS

| REDES MEDIDORES WLL | | |
|---------------------------|--------------|-------------|
| EDIFICIO/CENTRO COMERCIAL | HOST INICIAL | HOST FINAL |
| AMÉRICAS | 10.0.38.16 | 10.0.38.34 |
| ATLAS | 10.0.11.002 | 10.0.11.036 |
| BANCO PICHINCHA | 10.0.43.016 | 10.0.43.025 |
| BERLIN | 10.0.31.016 | 10.0.31.030 |
| C.C. SUR | 10.0.10.16 | 10.0.50.38 |
| C.C. LAS AMÉRICAS | 10.0.13.16 | 10.0.93.28 |
| CACHUGRAN | 10.0.12.16 | 10.0.12.22 |
| LAS CÁMARAS | 10.0.8.014 | 10.0.8.072 |
| CASA DE LA CULTURA | 10.0.16.16 | 10.0.16.22 |
| CENTRUM | 10.0.3.16 | 10.0.37.70 |
| CITYBANK | 10.0.17.16 | 10.0.17.37 |
| CLASSIC | 10.0.18.016 | 10.0.18.028 |
| CLINICA KENNEDY | 10.0.25.16 | 10.0.25.131 |
| | 10.0.24.16 | 10.0.24.48 |
| | 10.0.45.17 | 10.0.45.23 |
| | 10.0.26.16 | 10.0.26.57 |
| COFIN | 10.0.32.16 | 10.0.32.48 |
| CONAUTO | 10.0.19.002 | 10.0.19.023 |
| CONCORDE | 10.0.40.16 | 10.0.40.54 |
| CONTEMPORANEO | 10.0.33.016 | 10.0.33.025 |
| DICENTRO | 10.0.9.2 | 10.0.9.72 |
| EDEN | 10.0.34.16 | 10.0.34.63 |
| FERREMUNDO | 10.0.44.016 | 10.0.44.020 |
| FINANSUR | 10.0.20.016 | 10.0.20.034 |
| FORTÍN | 10.0.36.16 | 10.0.36.74 |
| FRAGANCIAS | 10.0.39.16 | 10.0.39.16 |
| GRAN PASAJE | 10.0.41.16 | 10.0.41.160 |
| INDUAUTO | 10.0.27.016 | 10.0.27.096 |
| JULIANA | 10.0.42.16 | 10.0.42.54 |
| KIL | 10.0.47.16 | 10.0.47.24 |
| MALL DEL SOL | 10.0.1.2 | 10.0.1.57 |
| | 10.0.2.3 | 10.0.2.127 |
| | 10.0.3.2 | 10.0.3.73 |
| MECANOS | 10.0.35.16 | 10.0.35.35 |
| MULTIPARQUEOS | 10.0.48.17 | 10.0.48.29 |
| C.C. OLIMPICO | 10.0.30.16 | 10.0.30.44 |
| ORELLANA | 10.0.49.16 | 10.0.49.76 |
| PLAZA GARZOTA | 10.0.23.016 | 10.0.23.044 |
| POLICENTRO | 10.0.5.002 | 10.0.5.085 |
| | 10.0.6.002 | 10.0.6.055 |
| | 10.0.7.002 | 10.0.7.027 |
| QUEZADA | 10.0.53.16 | 10.0.53.16 |
| QUIL | 10.0.21.016 | 10.0.21.039 |
| ROCAMAR | 10.0.52.16 | 10.0.52.37 |
| ROTONDA | 10.0.4.002 | 10.0.4.045 |
| SALCO | 10.0.22.016 | 10.0.22.033 |
| SAN FRANCISCO 300 | 10.0.51.18 | 10.0.51.158 |
| TORRE AZUL | 10.0.46.16 | 10.0.46.82 |
| UNICENTRO | 10.0.14.16 | 10.0.14.74 |
| | 10.0.15.16 | 10.0.15.25 |
| C.C. URDESA | 10.0.29.16 | 10.0.29.64 |
| | 10.0.28.16 | 10.0.28.53 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

TABLA 18
REDES GPRS MEDIDORES ISLA

| RED ACCESO | HOST INICIAL | HOST FINAL |
|------------|--------------|---------------|
| GPRS 1 | 172.29.48.1 | 172.29.48.254 |
| GPRS 2 | 172.29.49.1 | 172.29.49.254 |
| GPRS 3 | 172.29.50.1 | 172.29.50.254 |
| GPRS 4 | 172.29.51.1 | 172.29.51.254 |
| GPRS 5 | 172.29.52.1 | 172.29.52.254 |
| GPRS 6 | 172.29.53.1 | 172.29.53.254 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

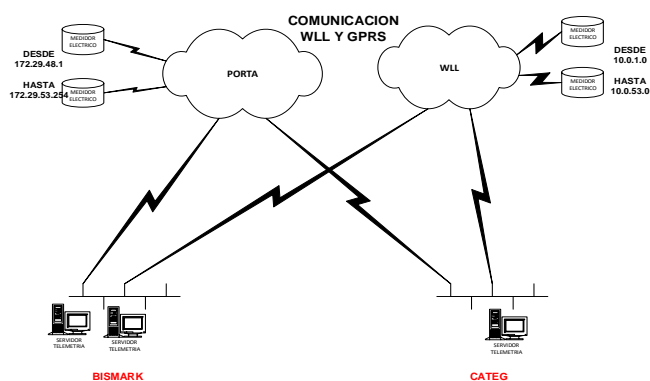


FIGURA 3.7. COMUNICACIONES WLL ECUTEL Y GPRS

Elaborado por: Eddie Calderón, 2004

3.2.2. DIMENSIONAMIENTO DE SERVIDORES:

- ❖ **NÚMERO DE SERVIDORES:** COLECTORES Y BASE DE DATOS: La aplicación de telemetría STARK fue estructurada para usar dos tipos de servidores: colectores y de base datos. Cada uno de ellos tenía su propia función dentro de la solución. Se decidió instalar un centro de colección y almacenamiento de

datos principal, y por contrato, en las oficinas de la CATEG en la garzota. Además de esto, Bismark instaló un centro de colección y almacenamiento de datos secundario o de respaldo en las oficinas de Bismark. Este centro de colección en Bismark nos respaldaba frente a un daño total del centro instalado en CATEG; o ante algún acto que impida la colección de datos en el edificio principal de CATEG.

De acuerdo a conversaciones con proveedor de aplicación STARK y cálculos realizados para cumplir con los tiempos de colección de datos y capacidad de los enlaces, se estableció instalar lo siguiente:

- EDIFICIO CATEG:
 - Servidores colectores de datos: 6
 - ✓ Colectar datos medidores
GPRS: 4
 - ✓ Colectar datos medidores
WLL ECUTEL: 2
 - Servidores de base de datos: 1 (con base de datos ORACLE).

- EDIFICIO BISMARCK:
 - Servidores colectoras de datos: 4
 - ✓ Colectar datos medidores GPRS: 4
 - ✓ Colecta datos medidores WLL Ecutel: 2
 - Servidores de base de datos: 1 (con base de datos ORACLE).

- ❖ **TIPO DE SERVIDORES:** básicamente instalamos servidores para que realicen dos tipos de tareas bien diferenciadas:
 - **SERVIDORES COLECTORES DE DATOS:** Estos servidores contenían el cliente de la aplicación de telemetría encargada de hacer las llamadas a cada uno de los medidores del proyecto. Su configuración era tal que automáticamente realizaban las llamadas y los reintentos de acuerdo a la configuración previamente establecida. Si bien la colección de datos era automática, fue necesaria la presencia de los operadores quienes supervisaban que todos los medidores hayan respondido a su llamado. Estos servidores colectores, tenían dentro del aplicativo

del software, una herramienta gráfica con reportes de calidad de comunicación de cada medidor y presencia o no de DATA telemedida. Estos servidores trabajaban en forma independiente uno del otro y colectaban la DATA del grupo de medidores asignados a ellos. Igualmente estaban configurados para ser respaldo uno del otro en caso de algún daños de uno de los colectores.

- SERVIDORES DE BASE DE DATOS: Eran los servidores configurados para almacenar la DATA colectada por cada uno de los servidores colectores. La base de datos adquirida e instalada para estos servidores fue ORACLE 9i.

Las características técnicas recomendada para los servidores fueron:

Procesador Pentium III o mayor

Mínimo 512 Mhz.

Disco duro con mínimo 100 Mbytes disponibles para aplicación

Disk drive 3 ½ y CD ROOM o DVD

Teclado y ratón

Tarjeta gráfica compatible con monitor SVGA

Una unidad de tape backup

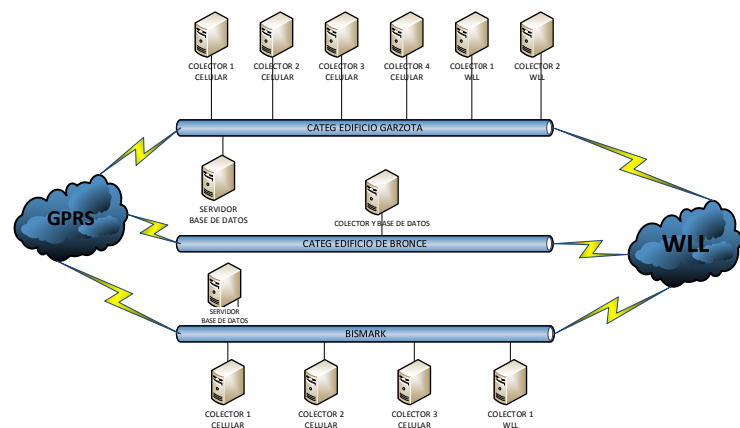


FIGURA 3.8. DISTRIBUCIÓN SERVIDORES TELEMETRÍA
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

3.2.3. DIMENSIONAMIENTO DE APLICACIÓN DE TELEMETRÍA.

Se tenía, debido a los análisis previos, una muy buena idea de las características de la aplicación que se debería adquirir para el proyecto. A continuación, se detallan los puntos principales que debía contemplar la aplicación de telemedición.

- ❖ **CAPACIDAD DE LECTURA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE MEDIDORES ELÉCTRICOS MAS COMUNES:** A pesar de que se decidió en conjunto con personal de

CATEG trabajar exclusivamente con los medidores eléctricos ELSTER ALPHA PLUS 2, se decidió por parte de Bismark, en bien del proyecto a futuro, adquirir una aplicación colectora de datos que sea capaz de leer el protocolo de comunicación de varios modelos de medidores además del Elster Alpha Plus 2. En este sentido, la decisión final fue trabajar con la aplicación de telemetría STARK. Existían para entonces, opciones exclusivas para cada modelo o fabricante de medidor; pero la visión era tener una plataforma MULTI VENDOR. Una ventaja de esta plataforma Stark era su madurez probada en diferentes empresas eléctricas en el mundo.

Además de los medidores Elster Alpha Plus 2, la aplicación STARK, podía leer los siguientes medidores:

- General Electric
- Landys & Gyr
- Schlumberger
- Siemens
- Transdata

- Otros en desarrollo

❖ **VERSATILIDAD DE APLICACIÓN:** La decisión por STARK no se basó únicamente en su capacidad de lectura de varios protocolos; sino en otras características que se requerían para el éxito del proyecto tales como:

- **Confiabledad:** que los datos que se obtengan en forma remota sean confiables, seguros y libres de error. La información colectada era el corazón de este sistema, por ende el software de captura desempeñaba un papel importante.
- **Rapidez en colección de datos:** Un buen software de telemetría debía de ser eficiente en colección y presentación de la información. Stark contemplaba un desarrollo tal que permitía coleccionar la información de hasta 16 medidores a la vez, en forma simultánea.
- **Reportes:** Además de obtener los datos, Stark contaba con una poderosa herramienta de reportes que permitía al personal de Categ tomar acertadas

decisiones en sus departamentos de Ingeniería y control técnico.

- **Interface amigable al usuario:** es decir de fácil manejo y operatividad por el usuario.
- **Madura:** Una plataforma con experiencia probada y certificada en varios países. Para entonces, STARK estaba instalada y trabajando en:
 - Colombia: ISAGEN
 - Uruguay: UTE
 - Guatemala: AMM
 - Colombia: PAM
 - Ecuador: CENACE.
- **Multiprotocolo:** Una misma plataforma debía ser capaz de coleccionar datos de diferentes fabricantes y modelos de medidores en forma eficiente.
- **Multiusuario:** Que varios usuarios, con sus respectivos niveles y permisos, ingresen y extraigan datos de una única base de datos.

- **Seguridad en datos:** la plataforma debía manejar o permitir la creación de permisos de acceso a diferentes usuarios. Crear diferentes niveles de usuarios para diferentes tipos de accesos a la data.
- **Base de datos:** La base de datos usada por STARK era cualquiera de las tres siguientes:
 - ORACLE
 - MSDE
 - SQL

El fabricante de la aplicación aconsejó usar la base de datos ORACLE, debido al número de medidores a teledir.

TABLA 19
CARACTERÍSTICAS APLICACIÓN TELEMETRÍA

| APLICACIÓN | PUERTOS COMUNICACION | BASE DE DATOS | MULTIVENDOR |
|------------|----------------------|---------------|-------------|
| STARK | 4 | ORACLE 9i | SI |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

3.2.4. DIMENSIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE SEGURIDAD FÍSICA Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE EQUIPOS.

En esta sección se mostrará la forma en que se realizaron los cálculos y el dimensionamiento de los elementos de seguridad y alimentación eléctrica adicional que se necesitó para energizar los equipos activos que se instalaron para la operación de la solución.

❖ **CAJAS DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS:** Después de la respectiva visita técnica y revisión de cada uno de los edificios y centros comerciales donde se instalaría la solución de telemetría, se observó que era estrictamente necesario asegurar los equipos especialmente de networking (switches, hubs, radios, etc.). Para ello, se decidió construir cajas metálicas con cerraduras únicas (todas se abrirían con una misma llave). Estas cajas en realidad cumplirían dos funciones: seguridad física de equipos ante vandalismos y protección frente a inclemencias del tiempo (sol, lluvia, etc.). La ubicación física de estas cajas y equipos era variable y dependía del edificio o centro comercial. En algunos casos las cajas fueron situadas en cuartos cerrados dentro de los edificios o centros comerciales; en esta situación no era necesaria una seguridad adicional a la caja. En otros

casos, la caja era emplazada en corredores, terrazas o lugares externos de libre acceso al público; en este escenario, era necesaria una reja adicional a la caja para seguridad.



FIGURA 3.9. CAJA DE SEGURIDAD
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005



FIGURA 3.10. CAJA DE SEGURIDAD CON REJAS
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005



FIGURA 3.11. CAJA DE SEGURIDAD TERRAZA
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

TABLA 20
SEGURIDADES PARA EQUIPOS EN EDIFICIOS

| EDIFICIO | MEDIDORES | TABLEROS | CAJAS | REJAS |
|-----------------|--------------|----------|------------|-----------|
| Las Cámaras | 57 | 5 | 6 | 1 |
| La Rotonda | 47 | 5 | 5 | 2 |
| Policentro | 144 | 9 | 9 | 1 |
| Mall del Sol | 237 | 8 | 8 | 0 |
| Dicentro | 69 | 4 | 2 | 1 |
| Atlas | 35 | 2 | 2 | 1 |
| Plaza Garzota | 28 | 2 | 2 | 2 |
| Mecanos | 7 | 1 | 1 | 0 |
| Américas | 11 | 1 | 2 | 0 |
| Conauto | 25 | 2 | 2 | 0 |
| Finansur | 20 | 1 | 1 | 1 |
| Salco | 16 | 2 | 2 | 1 |
| Classic | 11 | 1 | 1 | 1 |
| Quil 1 | 25 | 2 | 2 | 1 |
| Berlín | 15 | 3 | 3 | 0 |
| Centrum | 34 | 3 | 3 | 0 |
| Juliana | 29 | 2 | 2 | 2 |
| Ferremundo | 5 | 1 | 2 | 1 |
| Induauto | 80 | 6 | 6 | 2 |
| Fragancias | 5 | 1 | 1 | 1 |
| Contemporáneo | 9 | 1 | 2 | 1 |
| Olimpico | 30 | 4 | 1 | 1 |
| Citybank | 22 | 3 | 3 | 0 |
| Gran Pasaje 1 | 12 | 2 | 2 | 2 |
| Gran Pasaje 2 | 126 | 12 | 13 | 5 |
| Kil 1 | 10 | 1 | 1 | 1 |
| Casa de Cultura | 3 | 1 | 2 | 0 |
| Torre azul | 62 | 7 | 7 | 2 |
| Fortín | 49 | 6 | 7 | 0 |
| Banco Pichincha | 8 | 1 | 2 | 0 |
| Cachugran | 5 | 1 | 2 | 2 |
| Unicentro | 93 | 6 | 6 | 1 |
| Orellana | 54 | 4 | 4 | 0 |
| Cofin | 18 | 1 | 1 | 0 |
| Quezada | 6 | 1 | 1 | 0 |
| Torres Edén | 47 | 3 | 3 | 0 |
| Multiparq. BB | 9 | 1 | 2 | 0 |
| Rocamar | 18 | 1 | 2 | 1 |
| Clínica Kennedy | 132 | 5 | 6 | 2 |
| C.C. Centro Sur | 22 | 3 | 3 | 1 |
| C.C. Américas | 13 | 1 | 1 | 1 |
| S.F. 300 | 141 | 6 | 6 | 0 |
| Concorde | 40 | 3 | 3 | 0 |
| C.C. Urdesa | 96 | 4 | 5 | 2 |
| La Góndola | 53 | 3 | 4 | 1 |
| TOTAL | 1.978 | | 151 | 41 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

❖ INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA EQUIPOS DE REDES LAN DE MEDIDORES.

Dentro de las cajas de seguridad, se instalaron los equipos activos necesarios para la formación de las redes LAN de los medidores. También estaban los equipos de radio para los enlaces externos de la red WLL Ecutel. Era necesario calcular el tipo, característica y cantidad del equipamiento necesario para la alimentación eléctrica de los equipos antes mencionados.

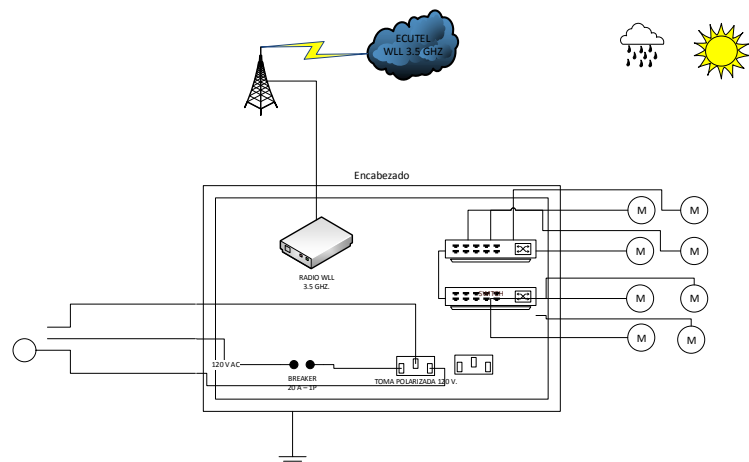


FIGURA 3.12. DIAGRAMA ELECTRICO INTERNO CAJA
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013



FIGURA 3.13. EQUIPO NETWORKING
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

- **TIPO:** Los elementos que se necesitó adquirir para implementar la parte de alimentación eléctrica fueron:
 - **Breakers:** para la protección eléctrica de los equipos. La alimentación eléctrica de los equipos de networking de la LAN de medidores y para el radio WLL Ecutel se tomó directamente de las barras de alimentación de los edificios. Se instaló un breaker antes de las tomas eléctricas para defensa de los equipos conectados en las mismas. No se podía tomar alimentación eléctrica de algún medidor de un abonado o del medidor de la administración del edificio para evitar que se les cargue el

consumo eléctrico de los equipos de networking integrantes de la solución.

- **Tomacorrientes polarizados:** para conectar los equipos. Salvo algún caso en particular y excepcional, normalmente se instaló 2 tomas eléctricas polarizadas por caja. Esto debido a la necesidad de enchufar dos switches de red y un equipo de radio.
- **Cable eléctrico:** para traer la alimentación desde las barras del edificio hacia la caja metálica en donde están el breaker y las tomas polarizadas.

- **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS:**

- **BREAKERS:**
 - **CONSUMO PROMEDIO DE LOS EQUIPOS:** De acuerdo a los valores etiquetados en los equipos, los consumos en vatios de cada uno de ellos es:
 - SWITCHES: 28,5 WATTS

- Radio WLL Ecutel: 30 WATTS
- En el mayor de los casos, tenemos por caja: 2 switches + 1 radio WLL; esto quiere decir:
 - CONSUMO POR CAJA: $(2 \times 28,5 \text{ W}) + 30 \text{ W} = 87 \text{ W}$.
 - CORRIENTE $I = P / V = 87 / 110 \text{ V} = 0,8 \text{ A}$.
 - El BREAKER usado es de 10 A. 1 POLO.
- **TOMACORRIENTES:** En promedio, necesitamos conectar 3 equipos por caja; es decir instalaremos 2 tomas dobles polarizadas por caja.
- **CABLE ELÉCTRICO:** La corriente eléctrica, calculada previamente, que debía soportar el cable a instalar era casi de 1 Amperio
 - CANTIDAD PROMEDIO: 10 mts. Por caja.
 - TIPO: cable 14 AWG, 3 hilos para intemperie.

TABLA 21
REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS MEDIDORES EN
EDIFICIOS

| EDIFICIO | MEDIDORES | CAJAS | BREAKERS | CABLE (mt) | TOMA CORRIENTE |
|---------------------|--------------|------------|------------|---------------|----------------|
| Las Cámaras | 57 | 6 | 6 | 60 | 12 |
| La Rotonda | 47 | 5 | 5 | 50 | 10 |
| Policentro | 144 | 9 | 9 | 90 | 18 |
| Mall del Sol | 237 | 8 | 8 | 80 | 16 |
| Dicentro | 69 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Atlas | 35 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Plaza Garzota | 28 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Mecanos | 7 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Américas | 11 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Conauto | 25 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Finansur | 20 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Salco | 16 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Classic | 11 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Quil 1 | 25 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Berlín | 15 | 3 | 3 | 30 | 6 |
| Centrum | 34 | 3 | 3 | 30 | 6 |
| Juliana | 29 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Ferremundo | 5 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Induauto | 80 | 6 | 6 | 60 | 12 |
| Las Fragancias | 5 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Contemporáneo | 9 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Olimpico | 30 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Citybank | 22 | 3 | 3 | 30 | 6 |
| Gran Pasaje 1 | 12 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Gran Pasaje 2 | 126 | 13 | 13 | 130 | 26 |
| Kil 1 | 10 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Casa de Cultura | 3 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Torre azul | 62 | 7 | 7 | 70 | 14 |
| Fortín | 49 | 7 | 7 | 70 | 14 |
| Banco Pichincha | 8 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Cachugran | 5 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Unicentro | 93 | 6 | 6 | 60 | 12 |
| Orellana | 54 | 4 | 4 | 40 | 8 |
| Cofín | 18 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Quezada | 6 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| Torres Edén | 47 | 3 | 3 | 30 | 6 |
| Multiparq. BB | 9 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Rocamar | 18 | 2 | 2 | 20 | 4 |
| Clínica Kennedy | 132 | 6 | 6 | 60 | 12 |
| C.C. Centro Sur | 22 | 3 | 3 | 30 | 6 |
| C.C. Américas | 13 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| S.F. 300 | 141 | 6 | 6 | 60 | 12 |
| Concorde | 40 | 3 | 3 | 30 | 6 |
| C.C. Urdesa | 96 | 5 | 5 | 50 | 10 |
| La Góndola | 53 | 4 | 4 | 40 | 8 |
| <u>TOTAL</u> | 1.978 | 151 | 151 | 1.510 | 302 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

En conclusión lo requerido para la seguridad física y alimentación eléctrica de los equipos fue:

TABLA 22
NÚMERO FINAL DE SEGURIDADES Y PARTES ELÉCTRICAS

| CAJAS | REJAS | BREAKERS | CABLE | TOMACORRIENTE |
|-------|-------|----------|-------|---------------|
| 151 | 41 | 151 | 1.510 | 302 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

3.3. RAZONES DE NO USO DE OTRAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES.

Existían para entonces otras opciones de telecomunicación que se descartaron por razones varias. Analicemos las de mayor solidez y las razones de su no elección:

- ❖ **RF MESH:** Tecnología de comunicación inalámbrica mediante la cual los medidores formaban una verdadera topología de malla con capacidad de comunicación punto a punto entre la tarjeta de red de cada medidor eléctrico, extendiendo la cobertura y confiabilidad de la red. Es decir que cada medidor, o tarjeta de red, podía no enviar su DATA directamente al equipo COLECTOR; sino que usaba caminos alternos saltando de medidor a medidor hasta llegar a su destino final. En definitiva, el medidor podía estar fuera de la

zona de cobertura del colector; pero podía llegar al mismo a través de un camino formado por otros medidores. Esta red era auto-reparable, con la característica de mensajes de ruteo dinámico que automáticamente se ajustaban a los cambios en los puntos de medición y la aparición de obstáculos como vegetación o construcciones nuevas, etc. Uno de los inconvenientes de este tipo de redes, era la latencia producida por la cantidad de saltos que pudiese tener un paquete de datos para llegar a su destino. Es por ello que estas redes MESH cuentan con un protocolo de enrutamiento tal que permite o asegura la llegada de un paquete a su destino con la menor cantidad posible de saltos [4]. RF MESH habilitaba los módulos de comunicación a actuar como nodos de 2 vías de comunicación en la red – malla inalámbrica y direccionar activamente los datos hacia y desde el colector. La frecuencia en la que trabajaba esta red era la de 2,4 Ghz. Las ventajas de esta opción era que se podía trabajar sobre banda ancha y a grandes distancias, en una red con varias alternativas de caminos dinámicos. Sin embargo, el hecho de trabajar sobre una red de 2,4 Ghz nos hizo temer la presentación de problemas de interferencia. Además, el proceso de instalación y posterior mantenimiento

de la solución total y de los colectores en especial, ameritaba una logística muy complicada para entonces.

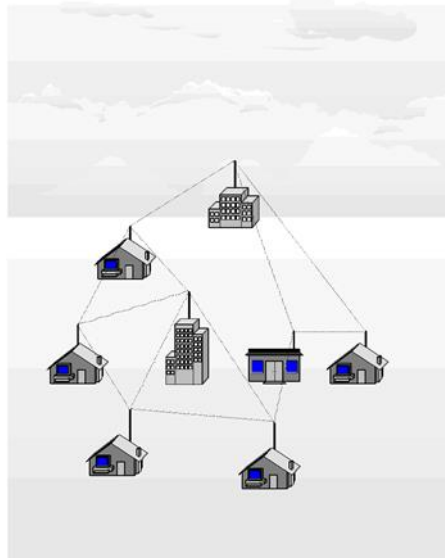


FIGURA 3.14. RED MESH MEDIDORES ISLA
Elaborado por:

- ❖ **wiFi:** Fue una opción de conectividad que pudo ser usada especialmente en el segmento de los medidores agrupados en tableros. Esta es una tecnología de comunicación inalámbrica que cumple con los estándares 802.11 y son compatibles con todos los servicios de las redes locales cableadas LAN ETHERNET 802.3. El IEEE 802.11 es la misma norma 802.3 (Ethernet) con un equivalente en las capas físicas y MAC. Es decir que la única diferencia entre las redes Wifi y las redes Ethernet es la forma en que se transmiten las tramas o paquetes de datos; por ende son redes compatibles. El estándar IEEE 802.11b trabajaba en

la banda de los 2.4 Ghz. Era una buena opción de comunicación. Lo interesante de esta tecnología de comunicación era que ya no se tenía que cablear desde los medidores hasta los switches de la red. Esta era una gran ayuda por la facilidad de instalación y reducción de los tiempos de instalación. Sin embargo, se decidió no ir con esta tecnología, debido principalmente a que no estaba lo suficientemente probada la tarjeta WiFi para los medidores Alpha Plus 2 y no se quería arriesgar en ese sentido la solidez del proyecto. Otra de las dudas era las interferencias que podrían darse a nivel de los 2.4 Ghz con las consiguientes consecuencias e impactos negativos en la velocidad de transmisión. Al final de las instalaciones, Barrick desarrolló una tarjeta de comunicaciones WiFi para los medidores Alpha Plus 2, la misma que fue probada con resultados satisfactorios. Esta era una muy buena opción que sería tomada en cuenta a futuro luego de pruebas mas fuertes.

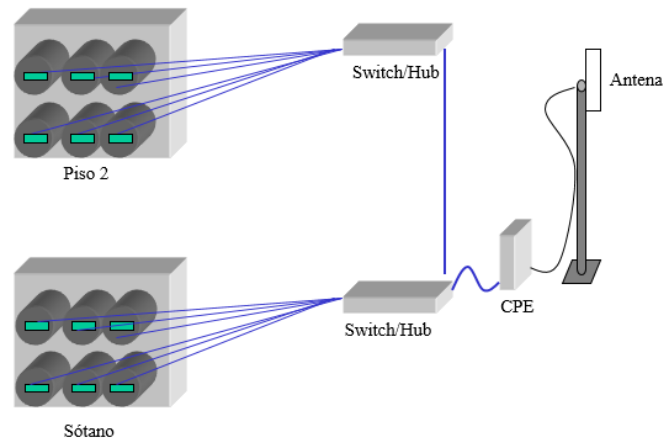


FIGURA 3.15. RED WiFi MEDIDORES CONCENTRADOS
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2013

CAPÍTULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La etapa de implementación del sistema demandó de una coordinación intensiva entre la empresa proveedora de la solución (Bismark), la empresa contratante (CATEG) y los 3.600 diferentes abonados quienes tenían en sus dependencias físicas instalados los medidores eléctricos. No fue necesario tener totalmente terminado un punto para continuar con el siguiente. Muchas de las actividades se programaron para realizarlas en paralelo y disminuir el tiempo de instalación total de la solución.

4.1. INSTALACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE.

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 a tomar en cuenta fueron variados

reporte, los puntos a tomar 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.

El procedimiento desarrollado por Bismark y revisado y aprobado por CATEG está detallado en el ANEXO RESPECTIVO.

Además de la realización de los procesos, se realizaron acciones de adquisición de equipos y aplicación.

❖ **ADQUISICIÓN DE EQUIPOS**

Para cumplir con la demanda de los tiempos, fue necesario tener todos los equipos y partes calculados en la etapa anterior. Esto comprende la adquisición de:

- **EQUIPOS DE COMUNICACIÓN INTERNA GPRS Y ANTENAS INTERNAS Y EXTERNAS OMNIDIRECCIONALES 5DBd Y 7 DBd.**

Una vez decidida la marca y modelo del medidor eléctrico a usar, 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 conectaría 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. Finalmente, después del desarrollo, pruebas y producción, tenemos listas las tarjetas de comunicación GPRS para su instalación. Cada una de estas tarjetas tienen 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 4.1. EQUIPO COMUNICACIÓN INTERNA GPRS
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

- **EQUIPOS DE COMUNICACIÓN INTERNA ETHERNET.**

Es el mismo caso del caso de la tarjeta interna GPRS. En este caso, se contrató con la empresa Barrick, con suficiente anticipación, el 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 posee un conector RJ45 que sirve para conectividad con la red y para configuración.



FIGURA 4.2. EQUIPO INTERNO ETHERNET
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

- **EQUIPOS Y ACCESORIOS DE NETWORKING PARA LAN DE MEDIDORES.**

En este rubro fue muy importante el conocimiento al detalle del número de medidores por tablero, medidores por piso, tableros por piso, tableros por edificio; de tal manera que podamos calcular, con un margen de error pequeño, el número de switches, rollos de cable UTP, extensores de red, conectores RJ45, etc. Todo esto se calculó y se adquirió. Los cálculos se realizaron en el capítulo anterior.

- **EQUIPOS PARA COMUNICACIÓN WAN ENTRE TABLEROS O GRUPO DE TABLEROS ELÉCTRICOS Y CENTRO DE COLECCIÓN DE DATOS:**

Se contrató con la empresa Ecuador Telecom la cantidad de cincuenta y un enlaces. Esta es la cantidad de enlaces que se calculó después del análisis realizado en los diferentes edificios y centros comerciales donde se instalaría la solución. Lo importante era tener los enlaces definidos con 30 días de anticipación en el sistema de Ecuador Telecom para tener la seguridad de contar con disponibilidad de ancho de banda y cobertura en la zona adecuada. Los anchos de banda contratados fueron de

acuerdo al dimensionamiento producto del diseño del sistema (analizado en el capítulo anterior)

- **EQUIPOS SERVIDORES COMPUTACIONALES.**

Por contrato, estos equipos de computación serían provistos por la propia CATEG. Bismark, en base a análisis de dimensionamiento anterior, solicitó con la debida anticipación los equipos de computación necesarios para la operación del sistema. Estos equipos fueron entregados de forma ágil por la CATEG.

- **PARTES PARA SEGURIDAD Y RESGUARDO FRENTE A INCLEMENCIAS DEL TIEMPO (lluvia, sol, etc).**

De las visitas previas a los lugares de instalación, se detectó que se necesitaban cajas metálicas para la seguridad y evitar las inclemencias del tiempo para los equipos de networking que se instalarían en los centros comerciales y edificios como soporte de la red LAN de medidores. Dentro de estas cajas metálicas irían los switches, routes, tomas eléctricas, equipos de radio enlace, etc. Junto con estas cajas metálicas, se adquirieron al mismo tiempo rejillas metálicas como una

seguridad adicional para las cajas. Igualmente se compró las respectivas llaves y candados para las rejas y cajas. Esto era importante adquirir e instalar debido a lo demasiado expuesto que estaban normalmente los equipos. El número de cada parte adquirida fue la calculada en el capítulo respectivo.

- **APLICACIÓN DE TELEMETRÍA**

Después de análisis de diferentes aplicaciones de telemedición, se optó por la aplicación STARK básicamente por las siguientes razones técnicas:

- ✓ **MULTIPROCOLO:** Puede leer medidores de varias marca: Elster, General Electric, Si bien el proyecto estaba destinado a telemedir madidores marca Elster exclusivamente, abarcamos un poco mas allá y decidimos adquirir para la CATEG una aplicación multiprotocolo.
- ✓ **MULTIPUERTO:** Esta aplicación era capaz de realizar hasta 16 llamadas al mismo tiempo y coleccionar datos de 16 distintos medidores eléctricos. Esto era importante debido al gran número de medidores a telemedir.

✓ **COMPATIBLE CON BASE DE DATOS ORACLE:**

Los datos colectados eran almacenados en una base de datos Oracle, la cual era el estándar de la CATEG.

Vale decir que también es compatible con SQL.

✓ **OPERACIÓN AUTOMÁTICA:** Se podía configurar a la

aplicación para que realice automáticamente llamadas y coleccionar datos de diferentes grupos de medidores a nuestra elección. Incluso se configuraba el número de reintentos de enlace que realizaba la aplicación.

Siempre era importante la supervisión del operador; sin embargo, la aplicación podía trabajar por sí sola.

Al final, después de los respectivos reintentos, la aplicación generaba un reporte de los medidores que no había podido coleccionar datos.

✓ **OPERACIÓN MANUAL:** También existía la operación

manual; la misma que se usaba generalmente para hacer seguimiento de medidores puntuales ante requerimientos de CATEG, para auditoría de datos o para asegurarse o hacer una crítica del valor de consumo de determinado abonado.

✓ **PODEROSA HERRAMIENTA DE REPORTE:** En toda solución de telemedición lo importante no son los datos sino la información; es decir la administración de los datos obtenidos para convertirlos en información presentada de tal manera que pueda ser útil para la toma de decisiones. En realidad el contrato obligaba a Bismark poner los datos obtenidos en un servidor y el personal de CATEG era quien iba a administrar esa DATA. Sin embargo, la aplicación como tal tenía la posibilidad para, de así requerirlo, presentar variados reportes.

✓ **APLICACIÓN PROBADA:** Stark era una aplicación madura y probada a nivel mundial en importantes empresas eléctricas en el mundo. Los plazos eran cortos, por lo que el hecho de ser una aplicación probada con resultados satisfactorios inclinó mucho la balanza al momento de tomar la decisión. Una de las empresas que había y estaba trabajando entonces con Stark era el CENACE.

❖ **SOCIALIZACIÓN Y OBTENCIÓN DE PERMISOS DE INGRESO A INSTALACIONES DE ABONADOS.**

Definitivamente no era tarea sencilla para Bismark presentarse por sí sola antes cada uno de los abonados de CATEG, e instalar una solución tecnológica por más de avanzada que esta sea. Además existía cierta resistencia en el abonado porque sabía que esta solución vigilaría sus consumos las 24 horas del día y alertaría frente a alguna manipulación de los medidores eléctricos por parte de ellos. Pensando en esto, CATEG creó un documento tipo carta que envió a cada uno de los abonados parte del proyecto en el que se explicaba lo que se iba a realizar y la respectiva autorización a que personal de Bismark realice su trabajo en los tableros eléctricos. Hubo ciertos edificios en Guayaquil a los que se nos impidió la entrada para realizar los trabajos o se nos hizo esperar por una o dos horas antes de ingresar. Estos retrasos alteraron un poco nuestra agenda y tuvimos que hacer ciertos correctivos como aumentar los equipos de trabajo. Todo este ambiente justificaba una socialización del proyecto entre los abonados a teledir. Esta socialización ayudó mucho para el acceso de nuestro personal a las diferentes instalaciones.

❖ **INSTALACIÓN DE EQUIPO DE COMUNICACIÓN INTERNO EN LOS MEDIDORES:** Tal como lo indica el

procedimiento de preparación de medidores con tecnología GPRS y WLL Ecutel, se decidió no trabajar en el campo (donde abonado); sino más bien en laboratorio. CATEG entregaría a BISMARCK los medidores eléctricos con su respectiva tarjeta RS232 instalada (responsabilidad de ellos). Personal de Bismark recibiría los medidores y procedería a instalarle la tarjeta de comunicaciones apropiada de acuerdo a listado generado con anterioridad. Después de las respectivas pruebas de comunicación, el medidor eléctrico era devuelto a CATEG quienes le harían una última prueba previo a su definitiva instalación en el abonado. Los trabajos de Bismark a este nivel fueron:

- Instalación física de equipo de comunicaciones dentro de medidor.
- Configuración de dicho equipo de comunicación
- Asignación de dirección IP.
- Asignación de Port Address
- Configuración parámetros comunicación:
 - Baud Rate
 - Data bits
 - Parity
 - Flow Control

- Pruebas de comunicación:
 - Ping desde equipos colectores hasta medidor con tarjeta interna.
 - Colección de datos de medidor.
- Entrega de medidor a CATEG para su respectiva prueba, calibración eléctrica e instalación.



FIGURA 4.3. MEDIDORES CON TELEMETRÍA
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

❖ **INSTALACIÓN DE CABLEADO Y EQUIPOS DE NETWORKING PARA REDES LAN DE MEDIDORES EN LOS TABLEROS:** Conocedores de los edificios y centros comerciales en donde se iba a instalar la solución de telemetría, con el cableado y los equipos de networking en nuestras bodegas y con los respectivos permisos, procedimos a preparar cada una de estos tableros y localidades con todo lo necesario y solo a la espera de que

CATEG ponga los nuevos medidores preparados anteriormente en sus respectivas ubicaciones. Se cablearon los tableros, instalaron cajas de seguridad, tomas de corriente dentro de cada caja, switches y cableado desde las cajas hacia cada uno de los medidores eléctricos en cada tablero. La labor no fue sencilla, nos encontramos con redes eléctricas, armarios y paneles en condiciones peligrosas con cables expuestos. Si existieron edificios o centros comerciales nuevos en donde se facilitaba nuestra labor. Una de las tareas mas importantes era cuidar ejecutar las instalaciones de las LAN de medidores con los estándares propios de cableado estructurado con cable de par trenzado de cobre para redes IEEE 802.3.



FIGURA 4.4. RED LAN MEDIDORES
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

Para un buen cableado LAN entre el equipo concentrador y cada uno de los medidores eléctricos se consideraron varios aspectos aconsejados en este tipo de instalaciones:

- Cuidado al instalar el cable; esto es no empujarlo o tirarlo con demasiada fuerza para evitar dañarlo.
- Evitar el paso por zonas de alta inducción por energía electromagnética.
- Cuidado con los cables telefónicos. Se pueden producir inconvenientes de inducción al timbrado.
- No sobrepasar la distancia máxima permitida entre un transmisor y un receptor: 100 metros.
- Uso de cable STP en los casos en que la radiación electromagnética es muy alta o abundante.
- No usar grapas de metal
- No ajustar demasiado con presillas los cables.
- El cable no debe tener un radio de viraje inferior a 4 veces el diámetro del cable.



FIGURA 4.5. RED LAN MEDIDORES

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

❖ **INSTALACIÓN DE ENLACES DE TELECOMUNICACIÓN Y CONECTIVIDAD ENTRE MEDIDORES Y SERVIDORES**

COLECTORES: Al mismo tiempo que se instalaban las LAN en los centros comerciales y edificios, se iban instalando los equipos y antenas necesarias para los radio enlaces. Las instalaciones las realizó personal propio de Bismark. Previamente se había coordinado con la empresa proveedora de estos enlaces, Ecutel, para que ellos, como dueños y monitores de la red, nos indiquen y den visto bueno a nuestra instalación y direccionamiento de la antena. Si los niveles eran los apropiados, se procedía a dar por terminada la instalación del radio enlace. La particularidad de esta red WLL de Ecutel era que tenía dos radio-bases en la ciudad de Guayaquil hacia donde tenían que apuntar las

antenas del proyecto. Estas radio-bases estaban instaladas en:

- ✓ **Radio base norte: cerro de Mapasingue**
- ✓ **Radio base centro-sur: Edificio Finansur (9 Octubre y Esmeraldas).**



FIGURA 4.6. ANTENA WLL ECUTEL INSTALADA
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

❖ **INSTALACIÓN DE SOFTWARE DE TELEMETRÍA, BASE DE DATOS Y MONITOREO:** El software Stark constaba de tres aplicaciones o etapas básicas:

- **Etapas Colectora:** Además de establecer la llamada, establece la comunicación entre el medidor y la aplicación y hace el requerimiento de información. Se instaló esta aplicación en seis equipos. Cuatro de ellos para coleccionar datos de medidores GPRS y los dos restantes para coleccionar datos de los medidores con

tecnología WLL 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 WLL 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.

- **Etapa almacenadora de datos:** Se la instalaba en un computador destinado a almacenar toda la data colectada de cada uno de los medidores eléctricos. Este era un computador exclusivo, cuya función era almacenar la data colectada por cada uno de los equipos colectores. En este equipo se instalaba la base de datos Oracle.
- **Herramienta de monitoreo:** 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.

❖ **INDUCCIÓN DEL SISTEMA A PERSONAL DE CATEG:** Así como en su momento fue necesario informar a cada uno de los abonados, respecto del proyecto de telemetría; fue importante socializar el alcance del proyecto internamente al personal técnico y administrativo de la CATEG. Esta nueva solución tecnológica desarrollada implicaba una nueva forma de trabajo, nuevos procedimientos de trabajo. Las inducciones que se expusieron dependieron del perfil del oyente. Básicamente, las charlas dictadas fueron:

- ✓ Diseño y tecnología usada.
- ✓ Como operar el sistema.
- ✓ Alcance de la tecnología.
- ✓ Ventajas de esta nueva solución.
- ✓ Nuevos procesos operativos

Fue importante contar con el soporte de la alta gerencia y los primeros resultados en las auditorías de datos teledados para que esta nueva herramienta de trabajo para los empleados de la CATEG, vaya ganando fuerza y confianza. El objetivo, a más de instalar y operar el sistema, era que se

use la herramienta. Solución que no se usa está destinada a morir, con el consiguiente desperdicio de dinero. Estábamos seguros de la funcionalidad de la herramienta y era nuestro deber llevar al personal de CATEG a una nueva forma de trabajo, de mano con la tecnología.

❖ **ELABORACIÓN DE INFORMES DE PRESENTACIÓN DE**

RESULTADOS: La responsabilidad en sí de Bismark era coleccionar la data de los 3.600 medidores eléctricos, mediante herramientas tecnológicas, y depositarla en los servidores de almacenamiento de datos de CATEG. Sin embargo, la aplicación de telemetría tenía definidos ciertos formatos de informes que los procedimos a customizar de acuerdo a la necesidad y ciertos requerimientos de CATEG. Estos informes mostraban que tan bien había trabajado la solución en determinado día o mes, la presentación de ciertos parámetros obtenidos con la solución y una auditoría a los datos telemedidos comparados con valores obtenidos en el sitio. Los documentos que finalmente se establecieron como una muestra de los resultados de la solución fueron:

• **INFORME MENSUAL DE CALIDAD DE ENLACES:**

Este informe contiene los valores de FCSR (factor de

calidad de servicio de red) mensuales de cada uno de los enlaces presentes en cada medidor. Así mismo mostraba un FCSR general de toda la solución. Este FCSR PROMEDIO era un valor general que permitía evaluar en forma general el servicio prestado por Bismark. En realidad el valor FCSR que se evaluaba y castigaba de ser necesario era el individual de cada medidor. Este valor de FCSR no podía ser menor a 99,5 % de acuerdo a lo establecido contractualmente. Como parte del servicio, se acordó un SLA (Acuerdo de nivel de servicio) entre Bismark y CATEG.

TABLA 23
INFORME MENSUAL DE FACTOR DE CALIDAD DE SERVICIO DE RED

| MEDIDOR | ABONADO | DIRECCIÓN | IP ADDRESS | FCSR (%) |
|----------------------|---------|-----------|------------|----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| FCSR PROMEDIO | | | | |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

- **VALORES DE CONSUMO DIARIO DE MEDIDORES:**

Este es un informe que presenta los consumos diarios (KWh) de cada uno de los medidores eléctricos instalados en los abonados. Estos datos serían los que

CATEG usaría luego para facturar. Esta información obtenida a diario de los medidores, era una confirmación de que la comunicación con dicho medidor se había realizado día a día.

TABLA 24
 INFORME DE VALORES DIARIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA POR
 MEDIDOR

| MEDIDOR | ABONADO | DIA 1 | DIA 2 | DÍA 3 | | | DIA 30 |
|---------|---------|-------|-------|-------|--|--|--------|
| | | (KWh) | (KWh) | (KWh) | | | (KWh) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

- **AUDITORÍA DE VALORES TELEMEDIDOS DE CONSUMO ELÉCTRICO:** Es importante que la solución tecnológica se use y que se comience a trabajar con los nuevos procesos de trabajo creados. Si esto no se hace, el proyecto estará destinado a fracasar. Por esta razón es necesario que se realicen estas auditorías a la información obtenida con la tecnología y se la compare con los valores medidos en forma manual con las herramientas tradicionales; esto, además de avalar el funcionamiento, irá creando confianza en el nuevo producto. En el siguiente capítulo, veremos en detalle la operativa seguida para realizar este proceso. La idea era

estar unos 3 meses con esta doble operación hasta que definitivamente se posicione la nueva herramienta tecnológica junto con los nuevos procesos de trabajo. En algunos casos se presentó un pequeño porcentaje de error entre el valor telemedido y el valor obtenido en forma manual. Esto se debía principalmente a que no coincidían la hora, minuto y segundo en que se teledecía y cuando se obtenía la lectura en forma manual. El reporte que se usaba era el siguiente:

TABLA 25
INFORME DE AUDITORÍA DE VALORES TELEMEDIDOS

| MEDIDOR | ABONADO | FECHA /HORA | VALOR TELEMEDIDO | VALOR MEDIDO EN SITIO | % DE ERROR |
|--------------|---------|-------------|------------------|-----------------------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| TOTAL | | | | | |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

4.2. RECURSOS EN LA IMPLEMENTACIÓN: Además del recurso económico y tecnológico, el recurso humano fue de vital importancia para la feliz ejecución y culminación del proyecto. El recurso humano que participó en el proyecto fue:

- ❖ Gerente del Proyecto: tenía a su cargo la administración total del proyecto.

- ❖ Jefe de Proyecto: Función netamente técnica del proyecto. Encargado del control de los equipos de instalación. Ejecuta labores luego de la aprobación de fiscalizador y gerente de proyecto.
- ❖ Fiscalizador: recorre las instalaciones con encargados de instalación para verificar trabajos a realizarse. Coordina primera visita a obras.
- ❖ Jefe de telemetría: Persona encargada de liderar el área de telemedición. Supervisaba que el trabajo de colección de datos se lleve a cabo. Controlaba labor del personal que laboraba en equipos colectores de datos.
- ❖ Grupo de telemetría: tres personas encargadas de controlar al detalle el trabajo de colección y almacenamiento de datos. Monitoreaban los enlaces y el ingreso de nuevos medidores al sistema.
- ❖ Jefe de sistemas: Persona encargada del buen trabajo técnico y aplicativo de cada uno de los servidores. Instalador de la base de datos. Guía inicial para labores de respaldo de las bases.

- ❖ Grupos de instalaciones eléctricas: Equipo de trabajo formado por cuatro personas; tres electricistas y un supervisor. Se formaron en total 4 grupos de trabajo en instalaciones eléctricas.
- ❖ Grupos de instaladores de comunicaciones: Equipo de trabajo formado por cuatro personas; una de ellas supervisor. Se encargaban de la instalación de los radio enlaces y de armar las redes LAN de los medidores; es decir cablear, poner conectores RJ45, instalar switches, etc. Se formaron en total cuatro grupos de trabajo de instaladores de comunicación.
- ❖ Instalador de comunicación interna en medidores: Se subcontrató esta parte con la empresa Barrick. Ellos eran los encargados de dotar de comunicación a los medidores entregados por CATEG.
- ❖ Responsable de inventario: dos personas que administraban los el stock, ubicación, existencia, entre otros de los recursos tecnológicos, eléctrico y partes en general usadas en la solución.

4.3. PROBLEMAS EN LA IMPLEMENTACIÓN.

En esta sección se reportará algunos de los inconvenientes técnicos que se presentaron al momento de la implementación de la solución.

- ❖ **TIMEOUTS DE RED GPRS:** Se instalaron 1.622 medidores islas y por ende con la tecnología de comunicaciones GPRS. Si bien la red era estable y con buenos tiempos de respuesta, se presentó un grupo de medidores cercanos al diez o quince por ciento (10% - 15%) que tenía inconvenientes al momento de coleccionar la DATA de dichos medidores. Monitoreando estos medidores, se detectó que se trataba siempre del mismo grupo con problemas de comunicación. La primera acción fue revisar las instalaciones y los parámetros o niveles de señal, encontrando valores aceptables. Se procedió a cambiar el equipo de comunicación GPRS en un segmento de estos medidores con problemas; pero los inconvenientes continuaron. Indagando mas profundamente, se concluyó que eran medidores instalados en frontera de las celdas de la red celular. A pesar de que los equipos estaban fijos, si existía una *RESELECCIÓN DE CELDA* que provocaba

unos *TIMEOUTS* de hasta 16 segundos en el peor de los casos. Esto provocaba que la comunicación en estos medidores se cayera y no llegara la DATA al equipo colector. La solución fue configurar la aplicación de telemetría para aumentar el número de reintentos a 5 para el establecimiento de la llamada; y además ampliar el tiempo de espera, en cada reintento o una vez establecida la llamada y la transferencia de datos entre el aplicativo y el medidor, a 18 segundos. Esto significaba no dar por caído el enlace hasta después de este tiempo. La aplicación de telemetría STARK si soportaba este tipo de configuración. Otra forma de superar este inconveniente fue instalar antenas externas direccionales tipo yagi. Esto significaba configurar al modem celular en un estado de CANAL FIJO. Lógicamente el canal al que se fijaba el modem era el canal dado por la operadora celular

- ❖ **MONITOREO DE ENLACES Y CÁLCULO DE FCSR:** El FCSR permitido para la solución es de 99,5%. Si bien, se exigió un alto estándar en las instalaciones para que durante el proceso no se presenten inconvenientes de incumplimiento con el FCSR, desde el principio notamos que otros factores, independientes de los enlaces, incidía

en la falta de comunicación y por ende aumento en el FCSR. Dentro de estos factores, podemos mencionar algunos:

- Cliente desconectado: Personal de CATEG o contratista procedía a la desconexión de medidor eléctrico por retiro o cambio de domicilio del abonado. Normalmente no se seguía el proceso de informarnos a Bismark de esta situación y el sistema lo tomaba como un error en las comunicaciones, perdiendo recursos tratando de solucionar este “error”. Teníamos que hacer un análisis de esto y volver a calcular el verdadero FCSR puesto que este tipo de malos procedimientos incidía negativamente en dicho factor. La solución era necesariamente recalcular el FCSR verídico. Además se insistía en que se cumplieran todos los procesos establecidos al retiro de clientes.
- Corte de energía eléctrica en el sector: Situación parecida se presentaba cuando se daban cortes de energía eléctrica en algún sector de la ciudad. Todos los medidores dejaban de transmitir al mismo tiempo y podría ser tomado por el monitoreador como error en el

enlace con la consiguiente incidencia negativa sobre el FCSR.

- ❖ **RESET DE DEMANDA MÁXIMA:** Uno de los requerimientos nuevos que solicitó personal de facturación de CATEG fue la opción que desde la plataforma de telemetría, se pueda dar un reset o encerrar la demanda máxima de un cliente al final de un periodo de consumo. Este requerimiento no estaba contemplado entre los requerimientos funcionales y operativos iniciales del cliente y no se pudo implementar. La solución instalada estaba lista y preparada para leer DATA del medidor; pero no para tener control de escritura sobre el medidor eléctrico. Se acordó desarrollar esta opción como una tarea adicional extra al proyecto. Era importante implementar esta opción de reset de la demanda; puesto que es uno de los valores que inciden en el cálculo final del valor a pagar por parte del abonado en ese período de tiempo.

- ❖ **ACCESO A LAS INSTALACIONES DE LOS ABONADOS:** Si bien no fue un problema estrictamente técnico, afectó al desarrollo de implementación de la solución. Abonados que por medio de guardias o administradores de industrias,

centros comerciales o edificios nos impedían el ingreso para instalación de la solución, a pesar de los permisos y acreditaciones respectivas por parte de la CATEG. Hubo un caso de un edificio en el centro de Guayaquil que no nos permitió el ingreso hasta cerca de 3 semanas después del primer intento planificado. Tuvo que actuar firmemente en este caso especial el entonces administrador de la CATEG. Si bien finalmente la instalación de la solución se realizó con éxito, se perdió tiempo importante alterando lo inicialmente planificado. Se tuvo que cubrir determinadas instalaciones con equipos de trabajo adicional.

- ❖ **PAGO RENTA MENSUAL A EDIFICIOS POR INSTALACIÓN ANTENA WLL ECUTEL:** Igual que el caso anterior, este no fue un problema técnico; sin embargo se menciona porque afectó en la economía del proyecto con un valor no previsto. La mayoría de los edificios y centros comerciales de la ciudad cobraban un rubro mensual por espacio ocupado por las antenas de comunicación WLL. El valor promedio que facturaban estas instalaciones era de ochenta dólares (USD\$ 80) mensuales por antena.

CAPÍTULO 5

5. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

El trabajo con esta nueva solución 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. A continuación presentaremos la forma de operar la solución, los diversos procesos operativos necesarios para el buen uso de la solución.

5.1. DESARROLLO DE PROCESOS OPERATIVOS

Desarrollar dentro de una empresa proyectos de tecnología es un reto no sólo técnico; sino también implica nuevas formas de trabajo. Teniendo experiencia previa en soluciones de telemetría, nuestra función también incluyó el desarrollo de nuevos procesos operativos. Lo importante es contemplar que estos procesos agilicen y mejoren la forma de trabajo. Si bien, la tecnología es falible y por ende 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.

El desarrollo de todos los procesos operativos están explicados en el ANEXO: Procesos operativos de telemetría.

5.2. RECURSOS EN LA OPERACIÓN.

Sostener esta gran operación instalada en toda la ciudad de Guayaquil en tres mil seiscientos diferentes abonados, demandaba una buena planificación especialmente del recurso humano. Había que cumplir especialmente con un parámetro del 99,5% de disponibilidad o de uptime de la operación. Para sostener esta operación, era necesaria la administración o gestión no sólo con personal interno de Bismark; sino también con otras empresas tales como CATEG, ECUTEL, CONECEL (PORTA), BARRICK, los propios administradores de los edificios o centros comerciales y los jefes de planta o representantes técnicos de las un mil seiscientos industrias o comercios a donde se llevó la telemedición.

El equipo humano y de profesionales que se formó para el sostenimiento de la operación fue:

- ❖ Gerente de Proyectos: liderando la operación.
- ❖ Jefe de telemetría: Persona encargada de liderar el área de telemedición y monitoreo. Supervisaba que el trabajo de colección de datos se lleve a cabo. Controlaba labor del personal que laboraba en equipos colectores de datos.
- ❖ Jefe de sistemas: Persona encargada del buen trabajo técnico y aplicativo de cada uno de los servidores. Instalador de la base de datos. Guía inicial para labores de respaldo de las bases. Encargado de la parte de sistemas. Desarrollo de nuevos requerimientos, reportes, etc.
- ❖ Técnicos de telemetría para atenciones eléctricas: Equipo de trabajo formado por dos personas. Estas personas atendían los diferentes requerimientos o inconvenientes eléctricos que se presentaban. Vale recalcar que este grupo de persona no atendían problemas que tengan que ver con los medidores eléctricos de los abonados o la alimentación eléctrica de la CATEG al comercio o industria. Esta labor seguía siendo desarrollada por personal de la CATEG.
- ❖ Técnico de telemetría para atención de telecomunicaciones

Equipo de trabajo formado por dos personas. Se encargaban de la atención y solución de los problemas presentados a nivel de comunicaciones tanto en las redes internas LAN de los medidores, como en los radio-enlaces entre los edificios o centros comerciales y el centro colector de datos. Igualmente acudían al sitio cuando se presentaban problemas en las comunicaciones GPRS que no se podían solucionar en forma remota. Se formó dos equipos de trabajo con dos integrantes cada uno.

- ❖ Responsable de inventario: dos personas que administraban los el stock, ubicación, existencia, entre otros de los recursos tecnológicos, eléctrico y partes en general usadas en la solución.
- ❖ Atención al cliente: Manejaba las relaciones con las empresas proveedoras integrantes de la solución; así como con cada uno de los administradores o representantes de los abonados en donde estaba la telemetría.

5.3. PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN.

Esta era una operación amplia, con diferentes actores de diversos perfiles y esto, además del reto tecnológico,

representaba una ardua labor de administración y presentación de resultados.

❖ **Obtención de parámetros instantáneos de corrientes y**

voltajes: El hecho de llevar adelante un proyecto de telemetría pionero en el Ecuador, trajo consigo variadas expectativas con respecto a los resultados esperados. El contrato hablaba de traer lo depositado en la memoria masa del medidor; sin embargo, las diferentes áreas técnicas de la CATEG que se iban involucrando venían con sus propias necesidades en cuanto a la información requerida por ellos. Uno de los mayores inconvenientes fue teledir los valores instantáneos de corriente y voltaje requeridos por el área técnica de CATEG. Finalmente, logramos capturar estos datos y traerlos al servidor de colección; pero ello significó un esfuerzo en personal y económico mas allá de lo establecido. Además, en la operación diaria representaba que tenía que colectarse datos con una frecuencia mayor, representando un mayor consumo o tráfico de datos en la red celular, significando esto mayor pago por tráfico.

❖ **Envío de alarmas de medidores eléctricos hacia**

servidores colectores: Inconveniente parecido al anterior.

El requerimiento inicial y contractual era leer y traer información de los medidores eléctricos. Esto se cumplió; sin embargo, en medio de la operación surgió un nuevo requerimiento que era que las alarmas que se presenten en el medidor (no la de falla en el enlace), automáticamente sean enviadas a través de los enlaces, a los servidores colectores de datos o a algún receptor en la oficina central. Resolver esto significaba una acción tanto en el software colector como en el firmware de las tarjetas de comunicación internas de los medidores. La solución a esta petición (fuera del contrato establecido inicialmente) fue inicialmente aumentar la frecuencia de llamadas a los medidores en lo que respecta a la colección de alarmas guardadas en ellos. Esto fue una solución temporal hasta que se analice, y se realice una propuesta técnica y económica a la CATEG del este nuevo desarrollo.

- ❖ **Retiro de medidor y puenteo de alimentación eléctrica por parte de abonado:** Se detectó esta práctica en algunos abonados, especialmente de edificios del centro de Guayaquil. La telemetría confirmó que un grupo de medidores dejaban de mostrarse en comunicación por determinados períodos de tiempo en horas plenamente

hábiles. Esto no sólo afectaba al porcentaje de pérdidas eléctricas; sino que hacía aumentar el tiempo de no disponibilidad de esos medidores. Es decir, al calcular el FCSR de dichos medidores, salía excesivamente alto. Sin telemetría hubiera sido muy difícil detectar estos actos dolosos. La solución fue hacerles conocer a los abonados que la telemedición nos estaba mostrando ciertas anomalías y que estábamos pendientes de esos casos. Inmediatamente cesaron este tipo de dolos.

CAPÍTULO 6

6. RESULTADOS

En esta sección revisaremos los resultados obtenidos por medio de la solución de telemetría. Indudablemente los resultados de una solución se los mide en base a los logros de los objetivos planteados al inicio del proyecto. Desde este punto de vista, tenemos dos objetivos bien claros y diferenciados; uno desde el punto de vista tecnológico y otro desde el punto de vista de la gestión.

6.1. RESULTADO OBTENIDO DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO.

Aquí medimos si la tecnología logró teledir, de una manera efectiva y eficiente todos los 3.600 medidores eléctricos objeto del contrato. Básicamente, se analizarán los resultados técnicos de la solución. Se medirá si Bismark cumplió con su compromiso

de, por medio de la tecnología, poner la DATA de 3.600 medidores eléctricos instalados en la ciudad de Guayaquil, en un servidor en las oficinas de la CATEG. Si Bismark cumplió con este objetivo, sólo restaba la gestión de la CATEG; es decir, el saber convertir esa DATA en INFORMACIÓN útil para el negocio y tomar las acciones correctivas basados en dicha información.

Técnicamente evaluaremos lo siguiente:

- ❖ **Cumplimiento de los tiempos:** Bismark tenía un lapso de 6 meses para instalar la solución de telemetría a 3.600 medidores eléctricos ubicados en la ciudad de Guayaquil. El proceso de instalación se inició y a los seis meses se tenía instalado el 97% de los medidores. En 6 meses se logró instalar 3.490 medidores con telemetría. No se llegó al cien por ciento debido a inconvenientes tales como:
 - **Retrasos en las instalaciones:** A pesar de todas las acciones preventivas y todas las programaciones de fechas, tuvimos algún retraso debido a:
 - **Problemas de ingreso:** por ejemplo un edificio del centro de Guayaquil tardó cerca de 2 semanas en darnos autorización de ingreso a sus instalaciones. Esta se dio una vez que se logró una reunión con el asesor

tecnológico de dicho edificio. Una vez explicada la situación y aclarado que no iba a afectar en nada a ningún abonado ni a poner en peligro las instalaciones eléctricas del edificio, se procedió a la instalación de la solución.

- **Problemas con el stock de equipos para LAN de medidores:** Proveedor de los switches para las LAN de los medidores en los edificios y centros comerciales se quedó sin stock. Esto a pesar de nuestro requerimiento anticipado.
 - **Robo de antenas celulares:** Usábamos las mismas antenas de los teléfonos públicos celulares y al principio fuimos objeto de robo de las mismas en medidores expuestos al público o calle. Tuvimos que instalar las antenas dentro de cajas con un pequeño hoyo para parcial salida de látigo de la antena.
- ❖ **Cumplimiento de la calidad del servicio**
- **FCSR:** Los valores del factor de calidad de servicio de red durante el primer año fueron excelentes. Todos los meses se logró cumplir con el FCSR acordado (99,5%).

El éxito de un buen servicio y por ende de un FCSR alto está en realizar una muy buena instalación y ser estricto con los estándares de instalación. Realizar los trabajos con elementos de calidad puede ser oneroso al principio; pero es dinero que se recupera por los bajos costos de mantenimiento durante la operación. Los valores de FCSR calculados durante el primer año del proyecto fueron los siguientes:

TABLA 26
CALCULO FCSR ANUAL

| MES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FCSR | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2004

- **Cantidad de datos:** Esta evaluación tiene que ver con el hecho de que Bismark haya cumplido con constantemente tener disponible la DATA de los 3.600 medidores eléctricos para el personal de la CATEG. En realidad este valor es una consecuencia de los dos puntos anteriormente calificados. Si se cumplió con el tiempo de instalación de los medidores en un 97% y se alcanzó un FCSR superior al 99,5%; esto quiere decir que la cantidad de datos disponible para la CATEG fue óptima. Una forma por parte de la CATEG de evaluar si

cumplíamos con esto, era que todos los meses, Bismark entregaba a CATEG un documento que contenía todos y cada uno de los tres mil seiscientos abonados telemedidos con su consumo diario telemedido. Esto aseguraba a CATEG la continua disponibilidad de datos en los servidores.

Adjunto un ejemplo de reporte:

TABLA 27
CANTIDAD DE DATOS

| MEDIDOR | IP | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 |
|---------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 744422 | 172,17,8,16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 755169 | 172,17,8.14 | 60.746.475 | 6078825 | 60813975 | 60893025 | 615357 | 618774 |
| 745939 | 172,17,8.15 | 669.482.325 | 669482325 | 670195875 | 6716079 | 679990875 | 68417135 |

Elaborado por: Eddie Calderón M., 2004

- Calidad de los datos:** El proyecto hubiera sido un fracaso si Bismark no hubiera cumplido con este parámetro de evaluación. No hubiera servido de nada cumplir con los tiempos de instalación, alcanzar un óptimo FCSR, tener disponible la DATA de los medidores para la CATEG, si finalmente las variable eléctricas telemedidas estuvieran erradas. Previendo esto y sabiendo la importancia de este parámetro, se implementó un proceso de AUDITORÍA DE LOS DATOS TELEMEDIDOS (la explicación de este proceso consta en los PROCESOS de OPERACIÓN). El valor obtenido

por Bismark en esta evaluación fue del 99,8%. Esto consistía en todos los meses evaluar los datos. La forma de evaluación era comparar los datos teledados por la aplicación de telemetría con los datos obtenidos de forma manual por el proceso anterior. Si bien era un proceso largo y tedioso, era necesario realizarlo. Era una tecnología naciente y necesitaba pasar por estos filtros iniciales. El objetivo verdadero era que la telemetría se gane la confianza del personal de CATEG.

6.2. RESULTADOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA GESTIÓN.

La telemetría como concepto significa teledados desde un lugar remoto. La telemetría como tal no es la solución para ningún problema. Es una parte de la solución; pero no toda. Después de la telemetría o una vez que se tienen los datos, viene una segunda acción que es transformar esos datos en información. Una tercera acción posterior es tomar acción frente a la información que se tiene a mano. No hay mejor forma de administrar o gerenciar una empresa y tomar decisiones con menor riesgo que hacerlo con información veraz y a tiempo.



FIGURA 6.1. DIAGRAMA DE BLOQUES TELEMETRÍA
Elaborado por: Eddie Calderón M., 2005

Bismark como tal, tenía la capacidad de actuar en los primeros dos bloques: teledirigir y ayudar a convertir datos en información. El último bloque: tomar acción, era exclusividad de la CATEG. Bismark no tuvo acceso directo a los números exactos del impacto de la telemetría en cuanto al mejoramiento de su facturación o a la reducción de pérdidas negras. Sin embargo si fue testigo de acciones concretas que se tomaron basados en la información proveniente de los datos de la telemetría.

Estamos seguros que se usó esta valiosa herramienta y muestra de ello es que se logró posicionar a la telemetría en la CATEG como una herramienta válida para el control de pérdidas. Si bien en la actualidad, la tecnología ha avanzado y los equipos que se emplearon para este proyecto han cambiado, el concepto y la aplicación de la telemetría aún se usan en la CATEG.

6.3. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE LOGROS DE LA TELEMETRÍA.

Revisaremos casos prácticos y reales que se detectaron por medio del uso de la herramienta de la telemetría.

- ❖ **Desconexión de medidores:** mala práctica detectada especialmente en edificios de difícil acceso, en donde durante horas pico de consumo, el usuario (o el conserje)

procedía a desconectar el o los medidores. De esta manera, el medidor no registraba el consumo del abonado en este tiempo. La telemetría lo pudo detectar debido a que durante el tiempo de desconexión del medidor, el equipo de comunicaciones interno dejaba de transmitir el tiempo que estuvo desconectado. Además los medidores Alpha Plus, guardan una variable de alarma que mide el número de desconexiones de un medidor. Estos casos eran de difícil detección, debido a que no alteraban su perfil de carga y por ende no eran de sospecha para CATEG.

- ❖ **Errores en sistema manual de facturación:** Se encontraron 2 casos puntuales en un centro comercial de Guayaquil, en los que la telemetría de Bismark mostraba datos de consumo de dichos medidores eléctricos; mientras que los datos obtenidos manualmente indicaban que dichos medidores tenía cero de consumo o que no existían. Al principio se asumía que el error estaba en la tecnología, que se estaba telemidiendo valores irreales. Sin embargo, cuando se realizó la visita de campo, se detectó que la tecnología y los datos telemedidos estaban en lo cierto. El error estaba en la lectura manual.

- ❖ **Factor psicológico en cliente abonado:** El hecho de que un abonado de la red eléctrica conozca que su medidor está en constante observación, produce el efecto de que se desmotive a la opción de robo de energía o alguna acción fraudulenta a su medidor eléctrico. Todo queda registrado en el medidor y ya no es necesario ingresar a sus dependencias para analizar y detectar su posible dolo. Este hecho fue real en un edificio del centro de Guayaquil en donde disminuyó considerablemente el tiempo de desconexión de los medidores, sólo con el hecho de saberse en constante auditoría eléctrica.

- ❖ **Mejores herramientas de trabajo para personal técnico de CATEG:** Anteriormente, cuando se sospechaba de que algún abonado, especialmente del sector industrial, robaba energía, el personal técnico de CATEG tenía que trasladarse hasta dicha industria, pedir los permisos respectivos (normalmente el equipo de medición estaba dentro de las instalaciones industriales), esperar a su ingreso y coleccionar la data del medidor en forma local para allí recién analizarla. Con la herramienta de la telemetría, todo esto fue más dinámico. Los análisis fueron más

rápidos y no hubo necesidad de salir de la oficina para ello.

Es decir, menos recursos para un mejor control.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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. Podemos concluir lo siguiente:

1. 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. Como se revisó en capítulos anteriores, después de la colección de la data, viene la información y luego la acción o planificación de las estrategias 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.
2. 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.

3. Trabajar con redes de acceso maduras y probadas en nuestro medio, como lo fueron WLL 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 incluso cableadas. En este mismo sentido, fue importante trabajar con una plataforma robusta de colección de datos.
4. 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 para la reducción de pérdidas.

En definitiva, este pionero proyecto de telemetría, aportó no solo con resultados favorables, tal como se expresa en las páginas anteriores, 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.

ANEXOS

PROCESOS DE INSTALACIÓN

PROCESO DE PREPARACIÓN Y ENTREGA DE MEDIDORES A EEE

OBJETIVO

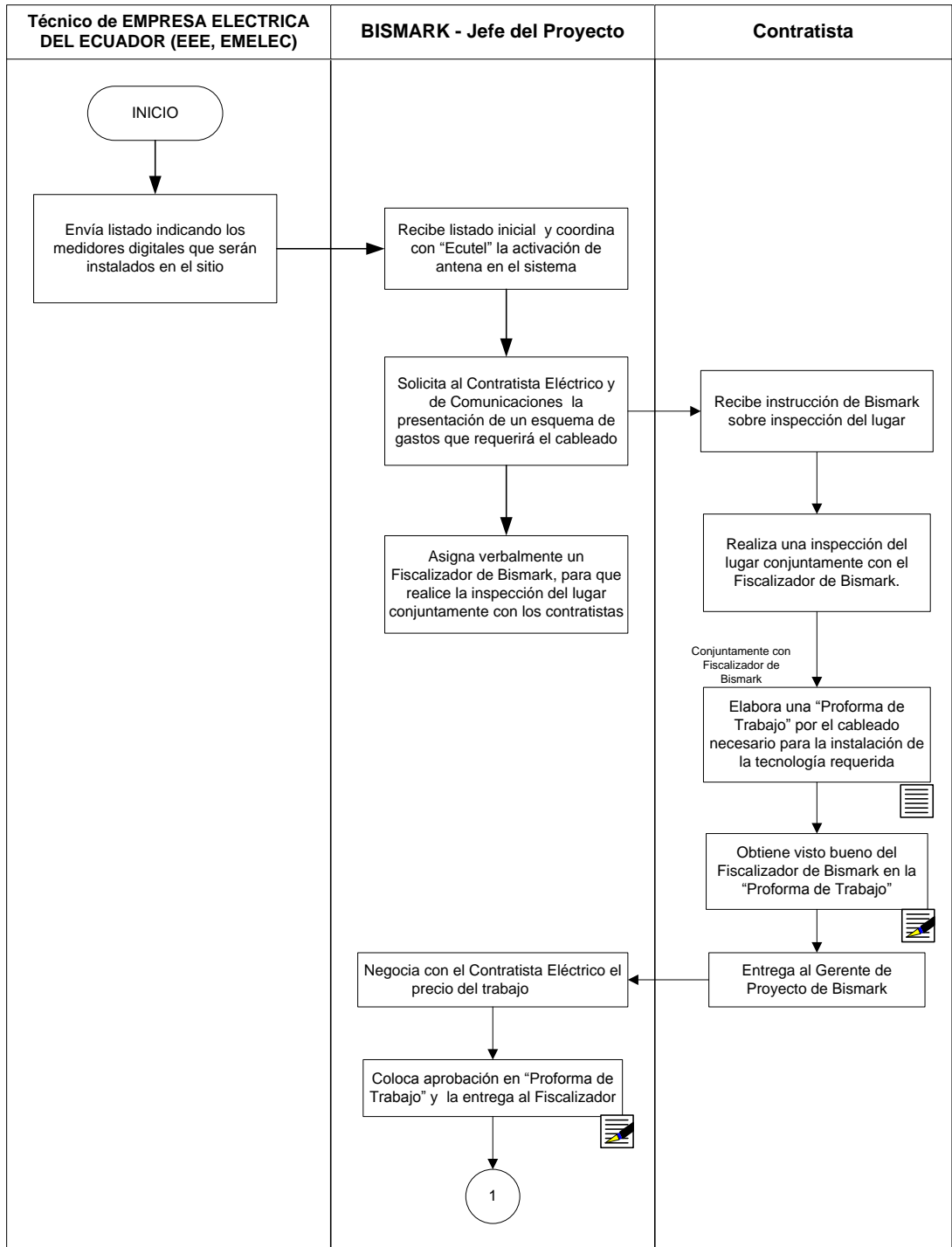
Preparar los medidores con la tecnología de telemetría adecuada y devolver a la CATEG para su instalación en el sitio.

La instalación de los equipos para que se incorporen al sistema de “telemetría” se realiza de acuerdo a la tecnología que será aplicada, que son las siguientes:

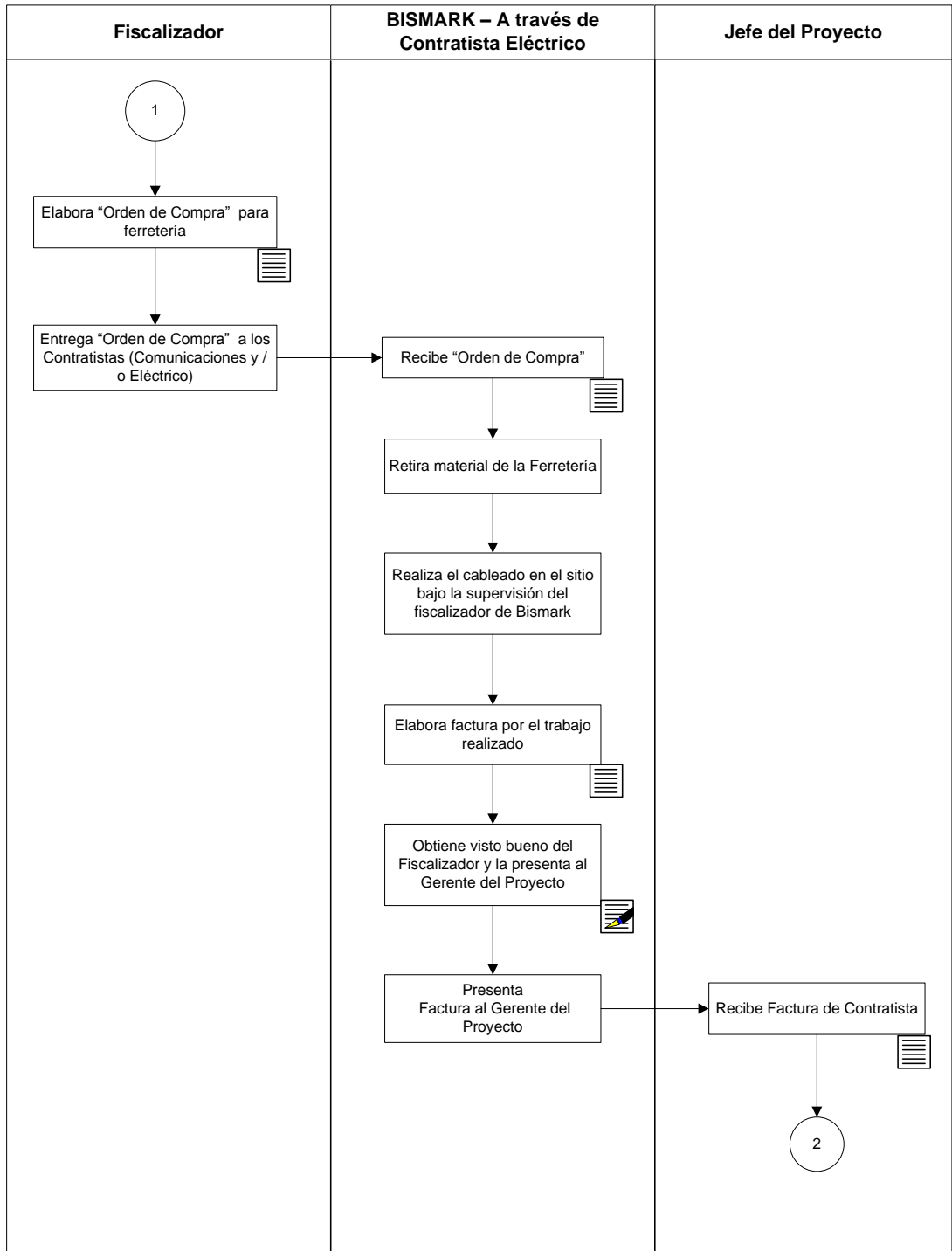
- WLL ECUTEL
- GPRS

FLUJO:

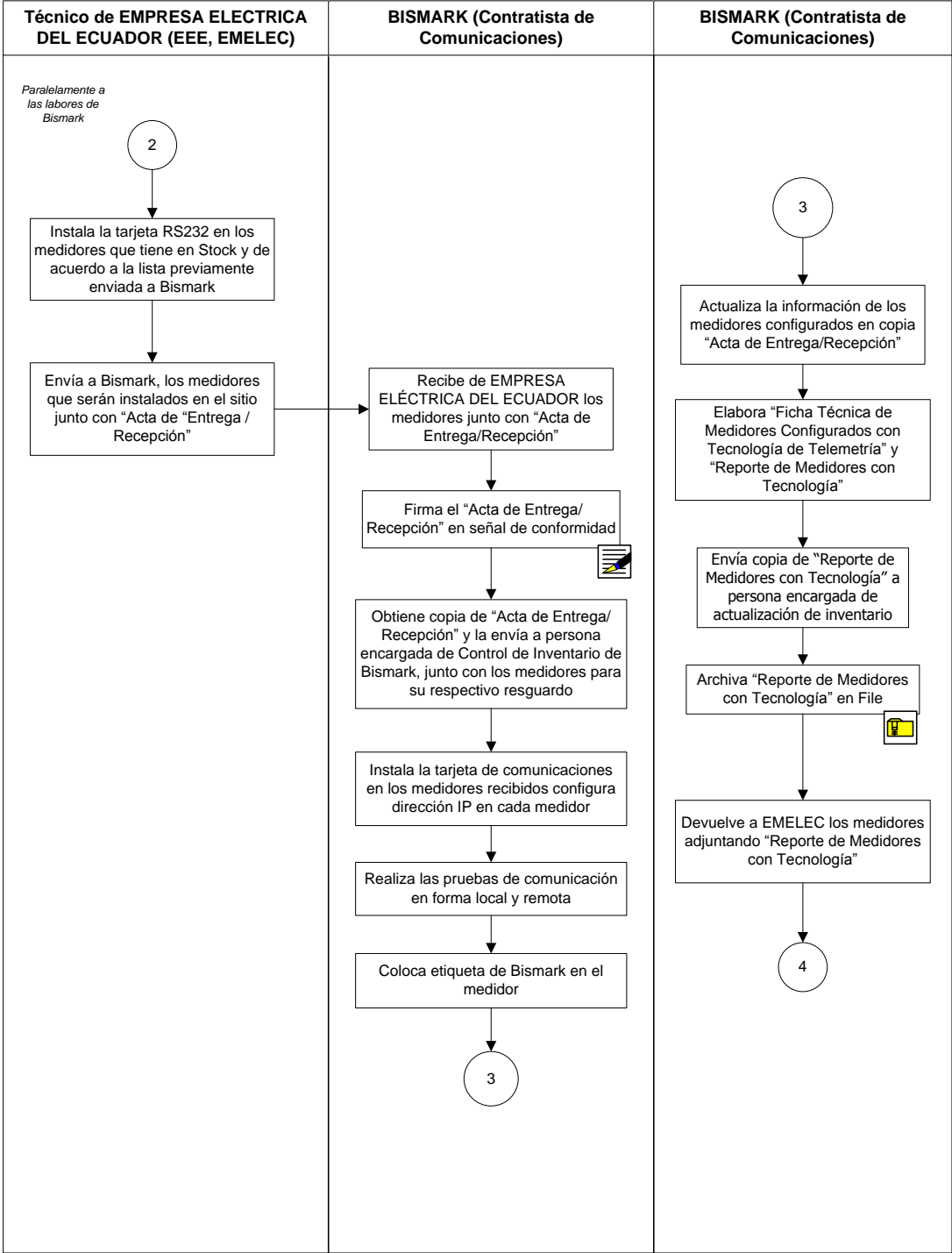
Preparación y Entrega de Medidores a EMPRESA ELÉCTRICA DEL ECUADOR para su Instalación EQUIPOS CON TECNOLOGÍA "WLL"



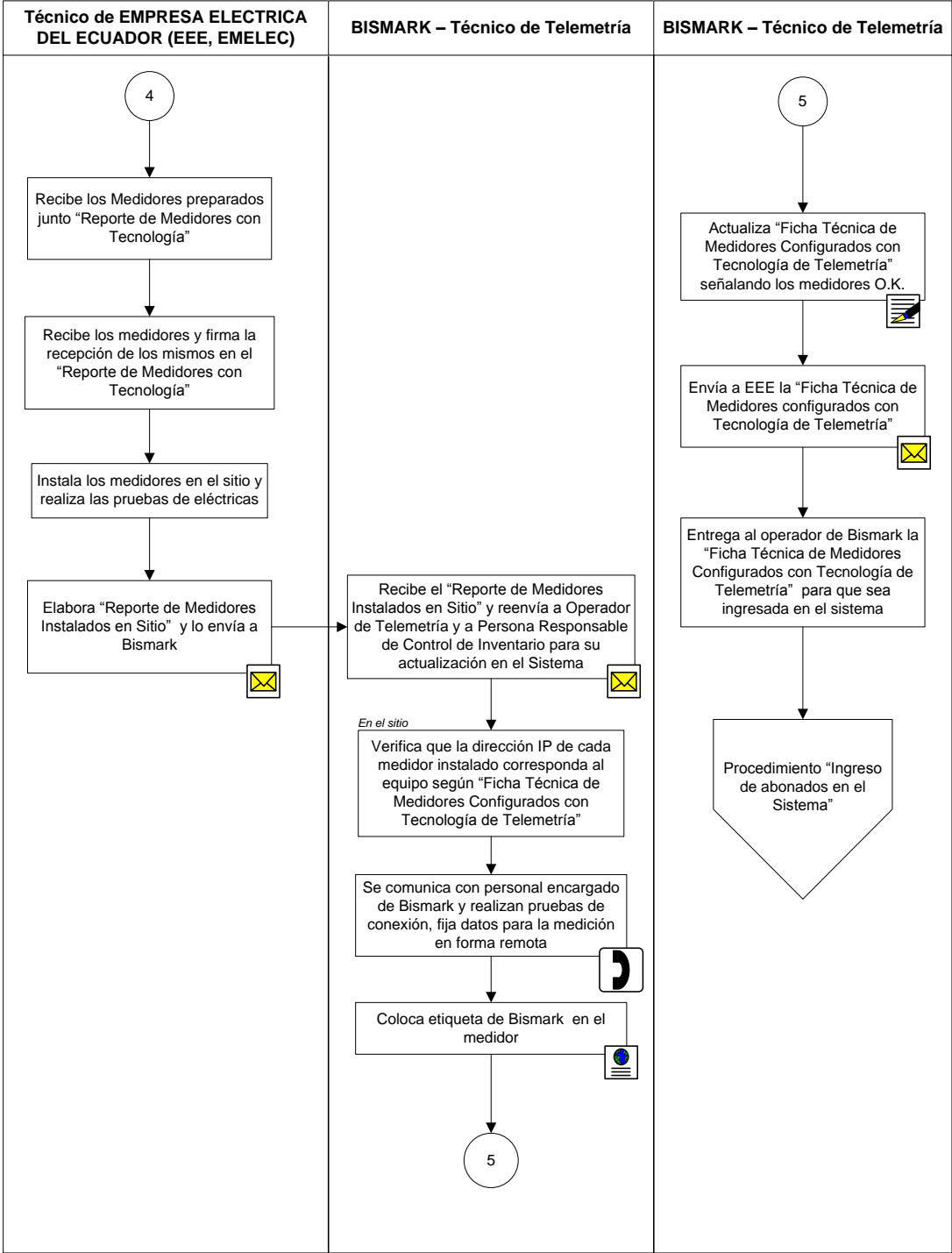
Preparación y Entrega de Medidores a EMPRESA ELÉCTRICA DEL ECUADOR para su Instalación EQUIPOS CON TECNOLOGÍA "WLL"



Preparación y Entrega de Medidores a EMPRESA ELÉCTRICA DEL ECUADOR para su Instalación EQUIPOS CON TECNOLOGÍA "WLL"



Preparación y Entrega de Medidores a EMPRESA ELÉCTRICA DEL ECUADOR para su Instalación EQUIPOS CON TECNOLOGÍA "WLL"



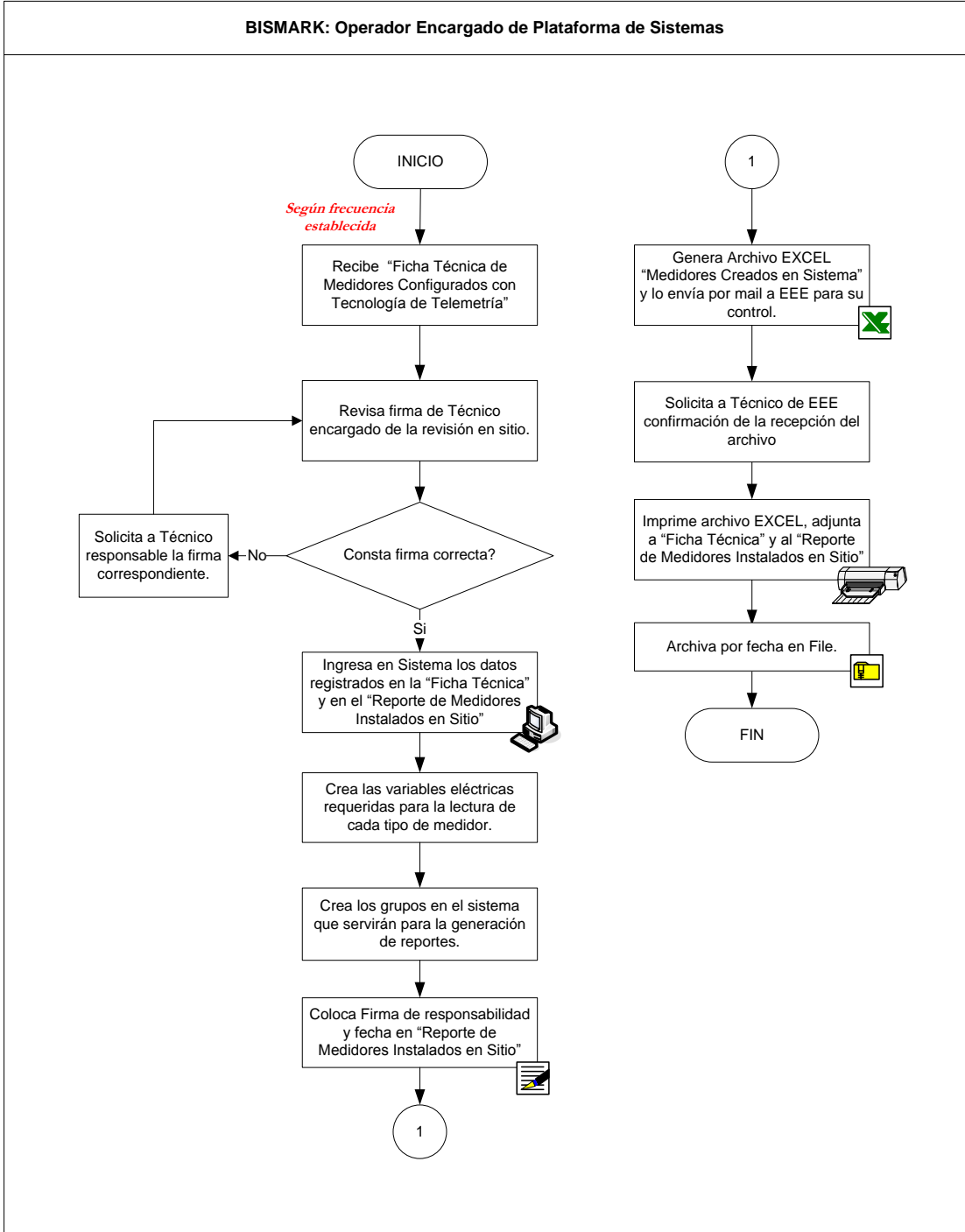
INGRESO DE ABONADOS EN EL SISTEMA

OBJETIVO

Ingresar en el sistema toda la información general de los medidores con el fin de llevar a cabo el proceso de monitoreo de las comunicaciones y lectura de la información de los medidores.

FLUJO:

INGRESO DE ABONADOS EN EL SISTEMA



PROCESOS OPERATIVOS

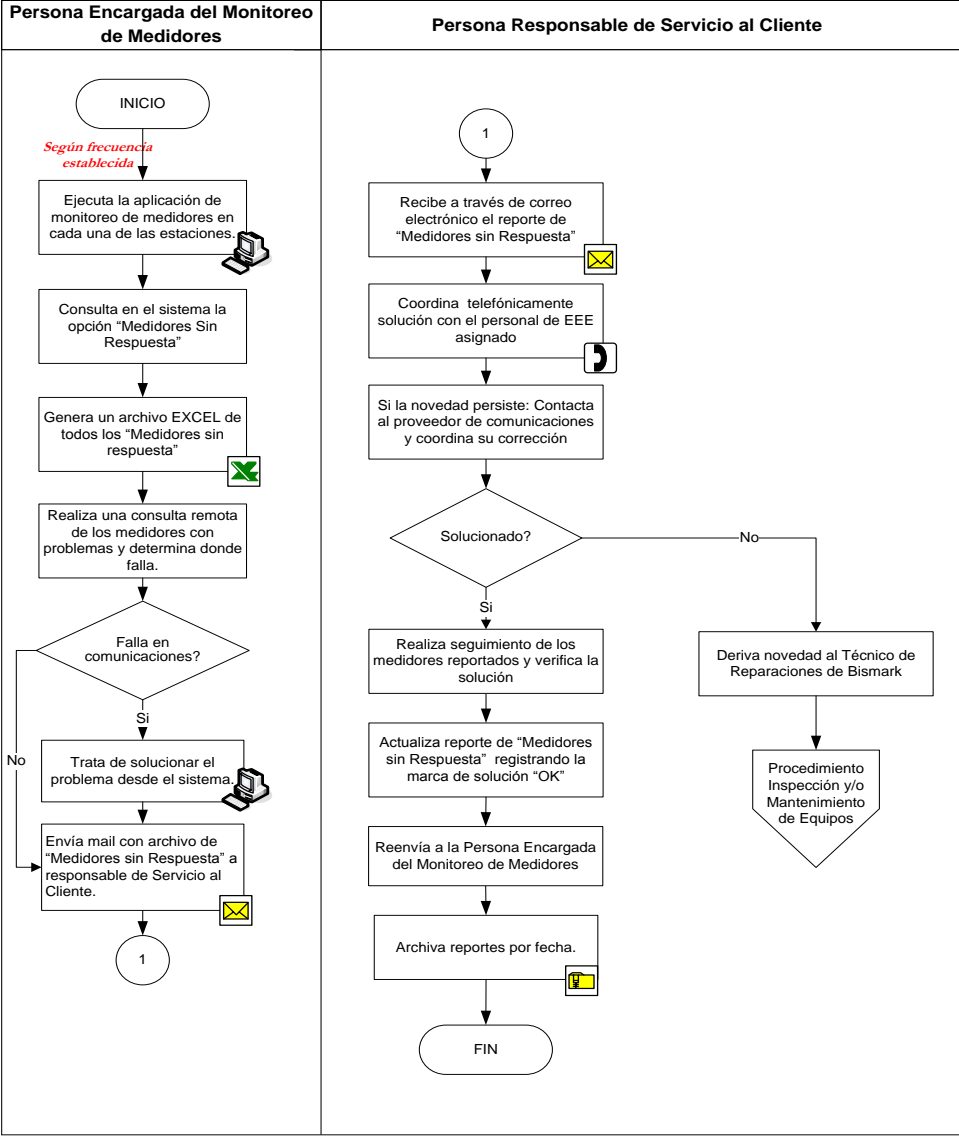
MONITOREO DE EQUIPOS PARA TOMA DE LECTURAS

OBJETIVO

Controlar el estado de las comunicaciones y de los medidores instalados con el sistema de telemetría, con el fin de detectar las unidades que presenten novedades y corregir las fallas presentadas.

FLUJO:

MONITOREO DE EQUIPOS PARA TOMA DE LECTURAS



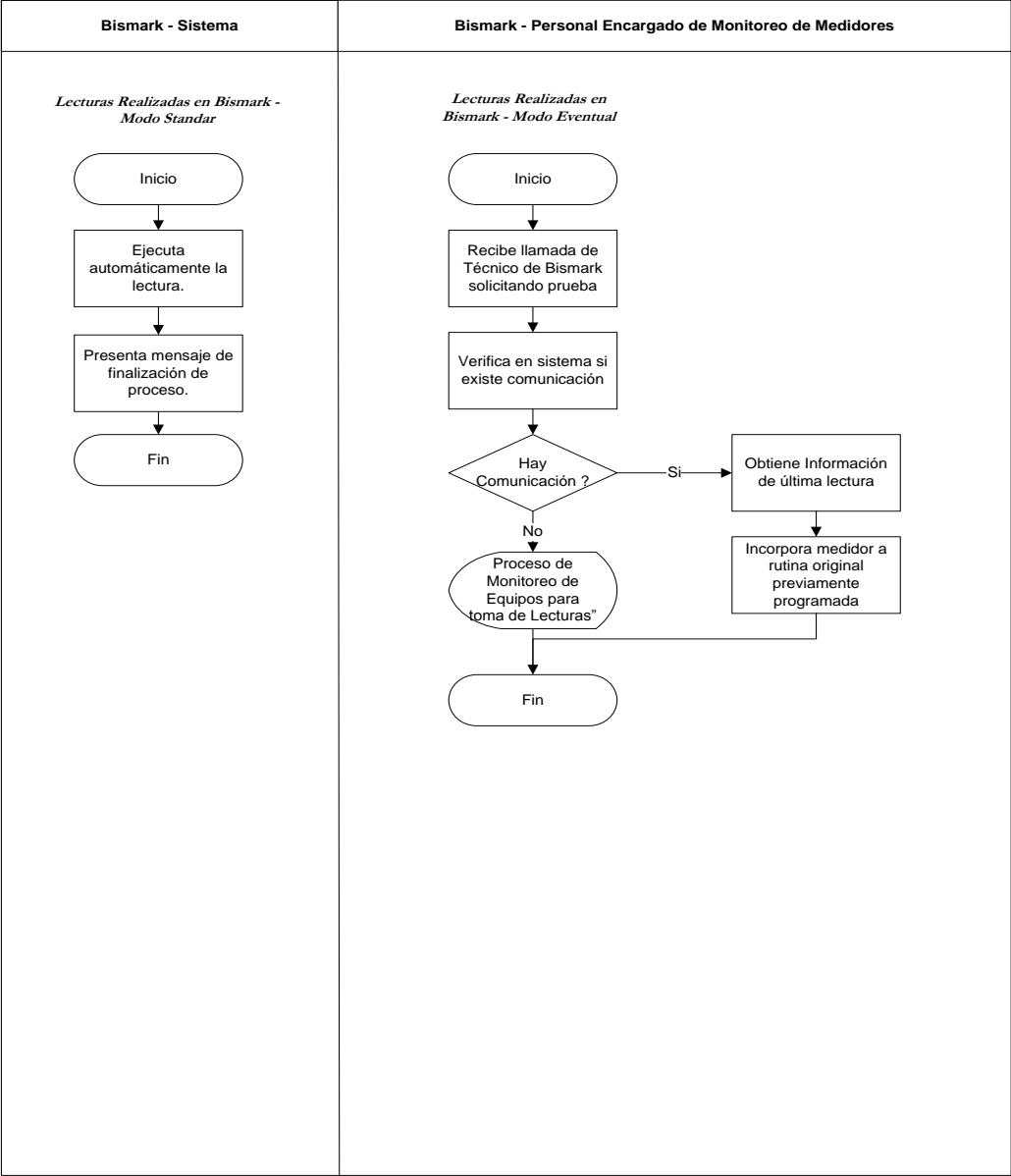
TOMA DE LECTURA DE MEMORIA MASA DE MEDIDORES

OBJETIVO

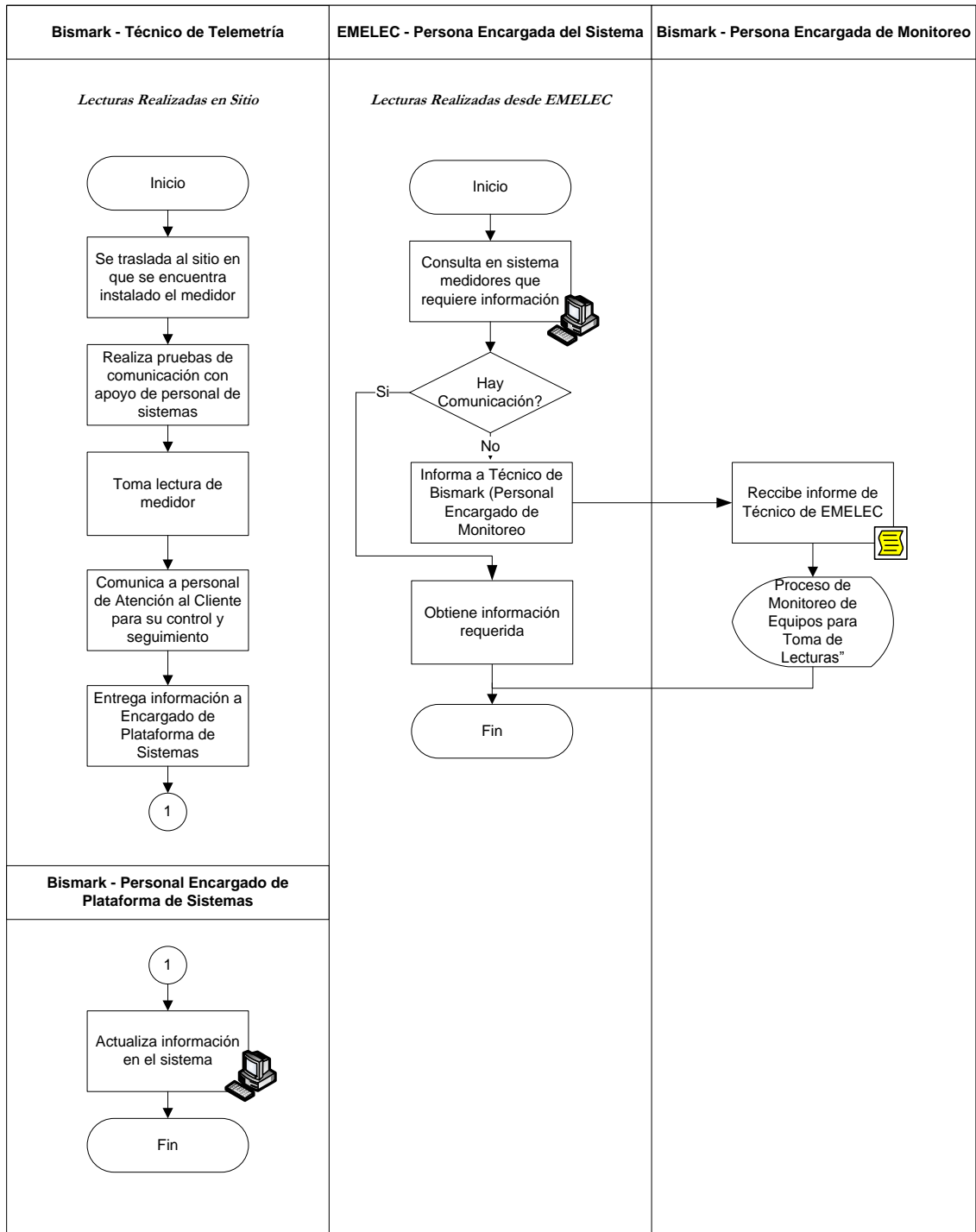
Obtener la información de la memoria masa de los medidores y subestaciones instaladas en los períodos establecidos y según los parámetros definidos previamente en el sistema.

FLUJO:

TOMA DE LECTURA DE MEMORIA MASA



TOMA DE LECTURA DE MEMORIA MASA



INSPECCIÓN Y/O MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

OBJETIVO

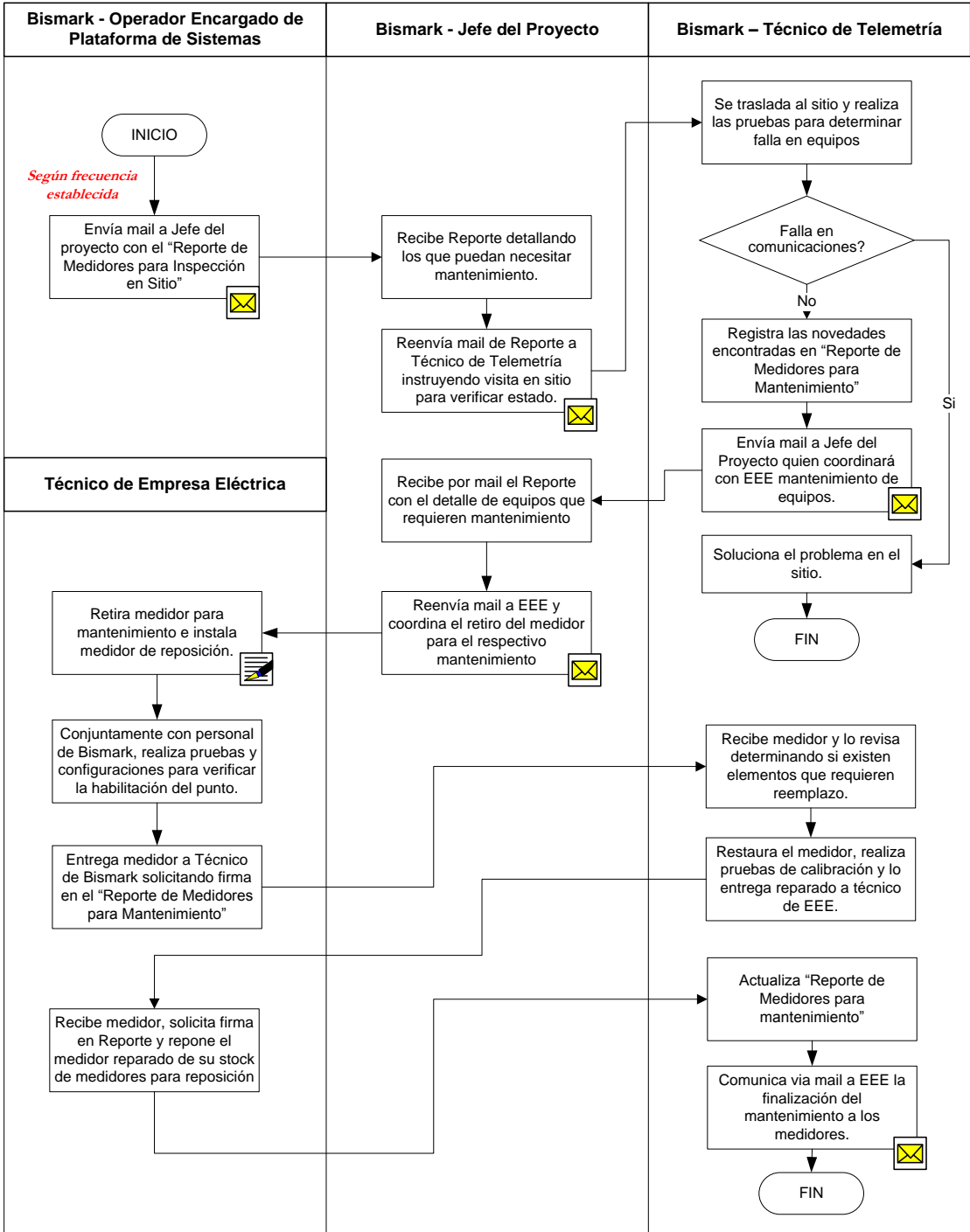
Establecer el proceso de revisión, mantenimiento / reparación de equipos de comunicación en el sitio de aquellos que presenten fallas, previa obtención de información en sitio y registro de datos en el sistema.

Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC), deberá mantener un stock mínimo de medidores equivalente al 10% del total equipos con tecnología de Telemetría, los mismos que servirán para reposición en los casos en que se hayan detectado fallas o que algún equipo requiera reparación y / o mantenimiento.

Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC), deberá informar quincenalmente el estado del stock de medidores con el fin de que Bismark los provea de equipos según las necesidades.

FLUJO:

INSPECCIÓN Y/O MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

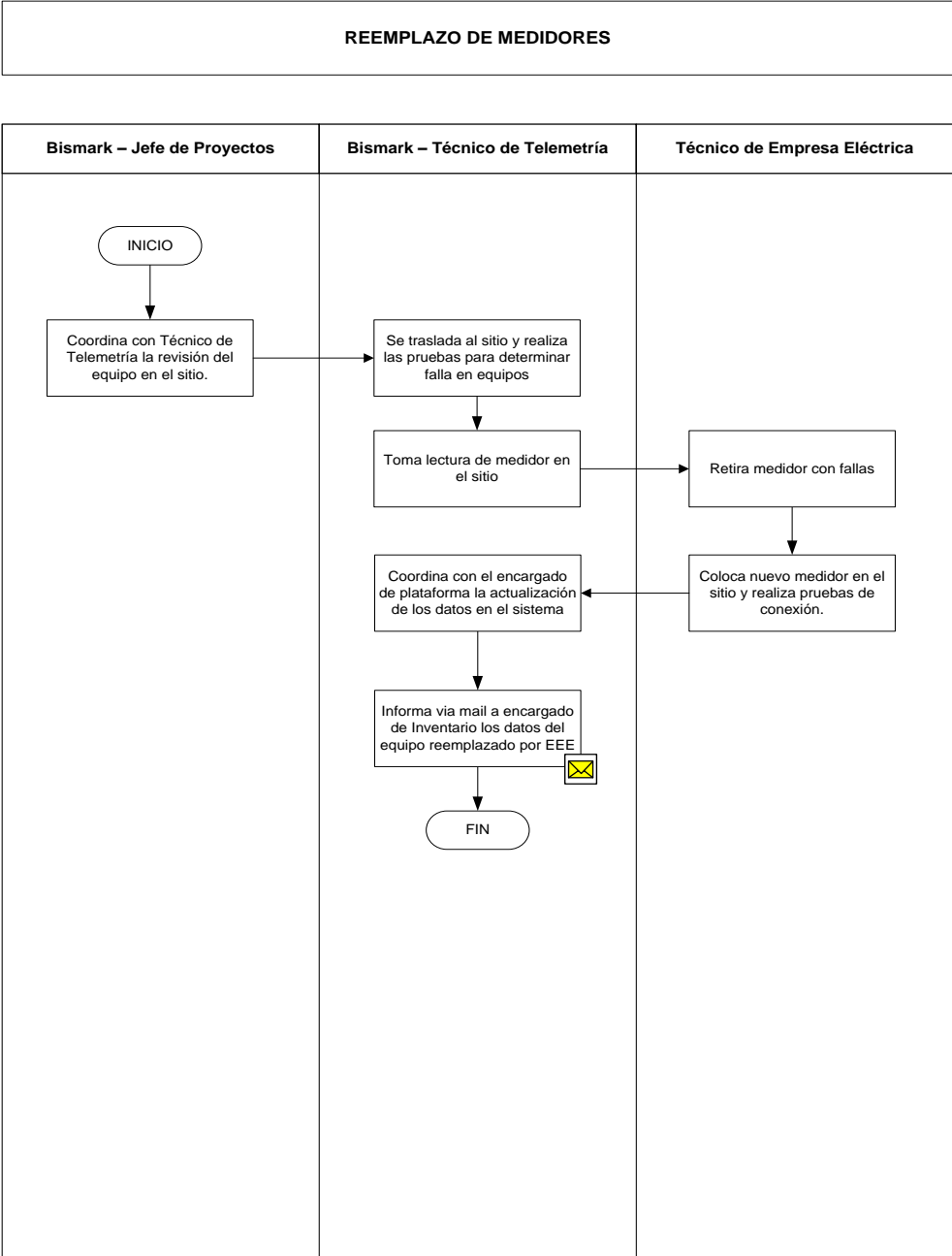


REEMPLAZO DE MEDIDORES

OBJETIVO

Coordinar con Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) el reemplazo de equipos de comunicación o medidores que presenten fallas, previa obtención de información en sitio y registro de datos en el sistema.

FLUJO:

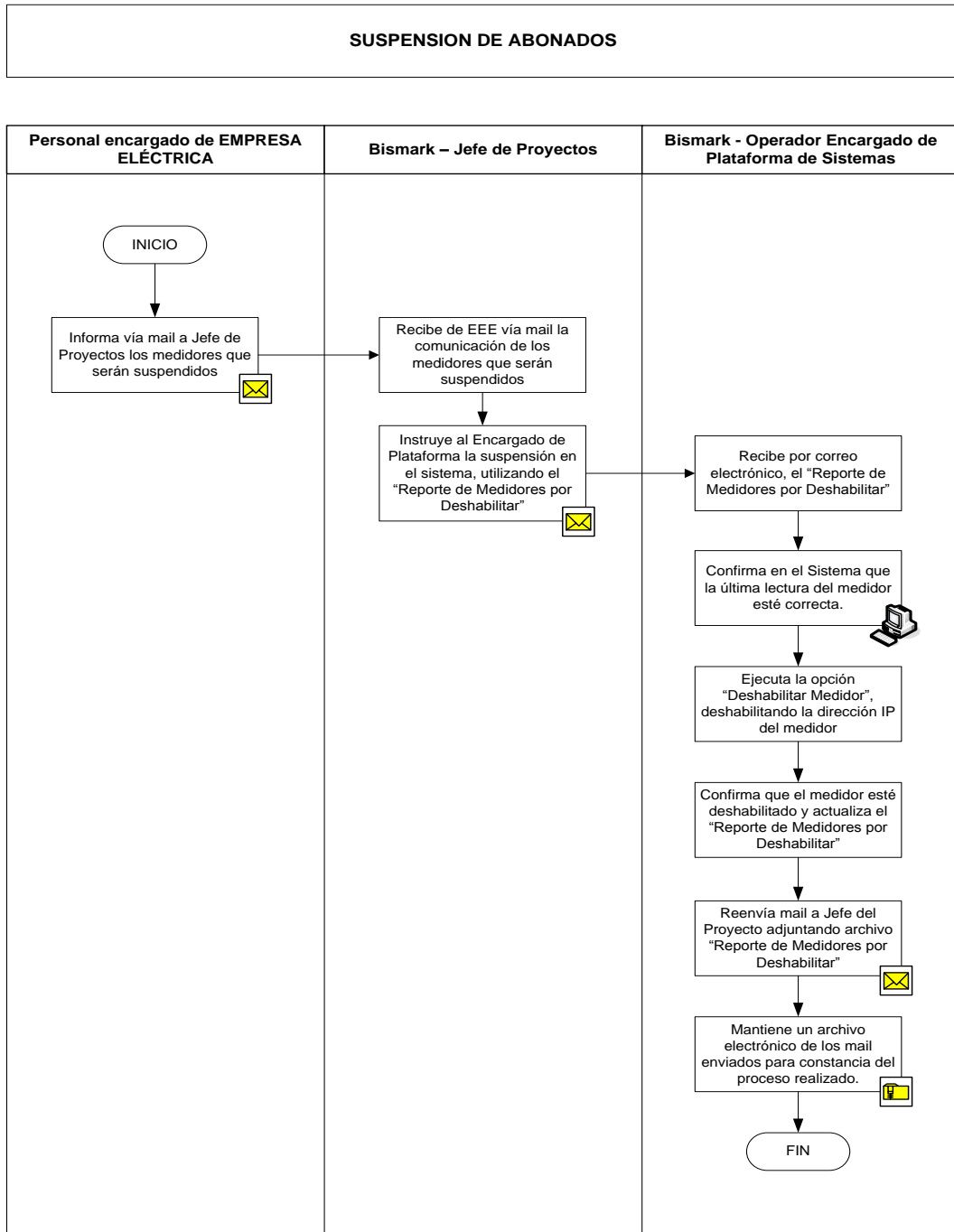


SUSPENSIÓN DE ABONADOS

OBJETIVO

Coordinar con Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) el retiro de los medidores en los casos que se requiera suspender el servicio de telemetría, deshabilitando la dirección IP a los abonados respectivos.

FLUJO:

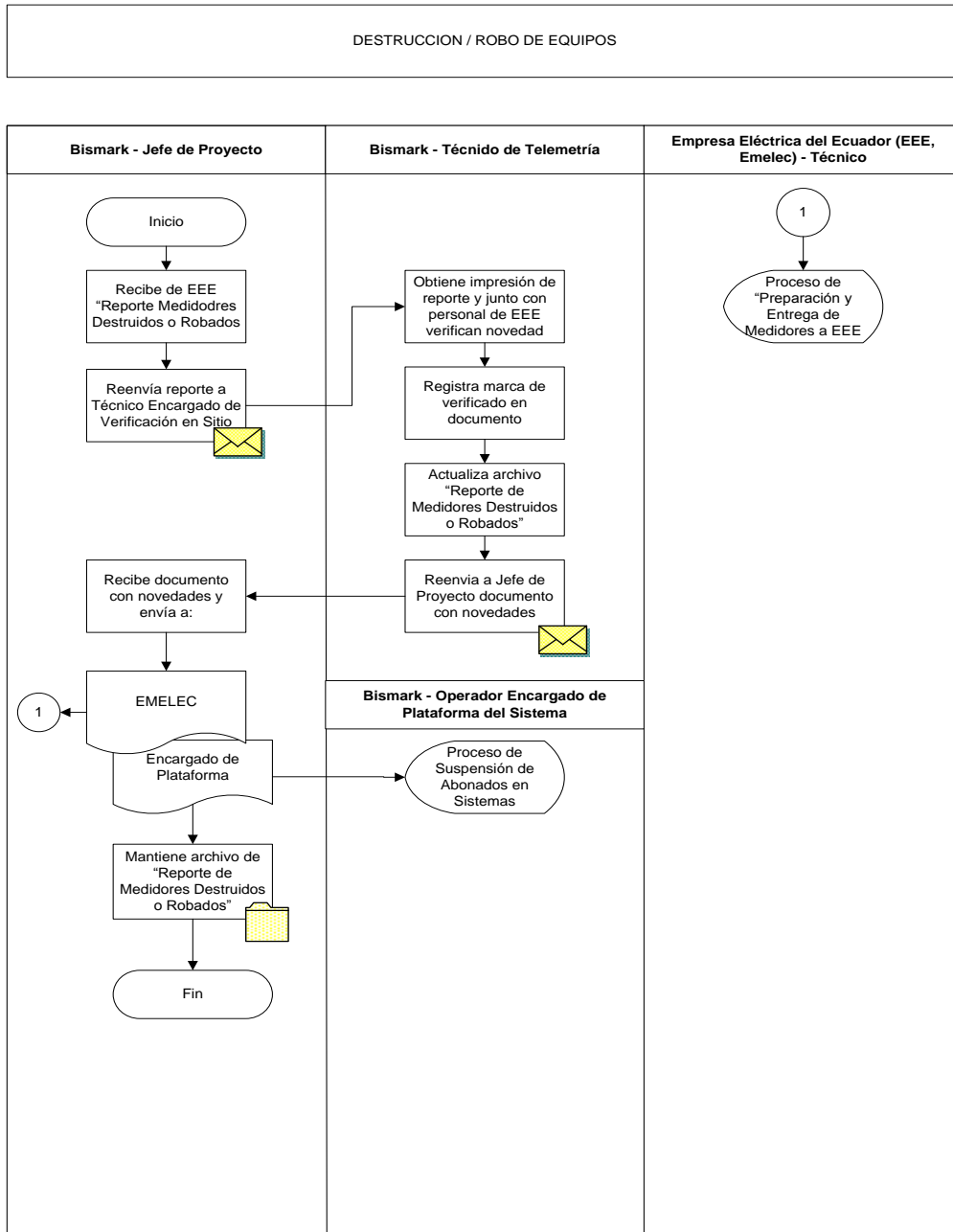


DESTRUCCIÓN DE EQUIPOS POR ACCIDENTE, ROBO, ETC

OBJETIVO

Coordinar con Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) el reemplazo de los medidores cuando éstos hayan sufrido accidente o desaparecido por diferentes causas como robo, vandalismo, etc.

FLUJO:



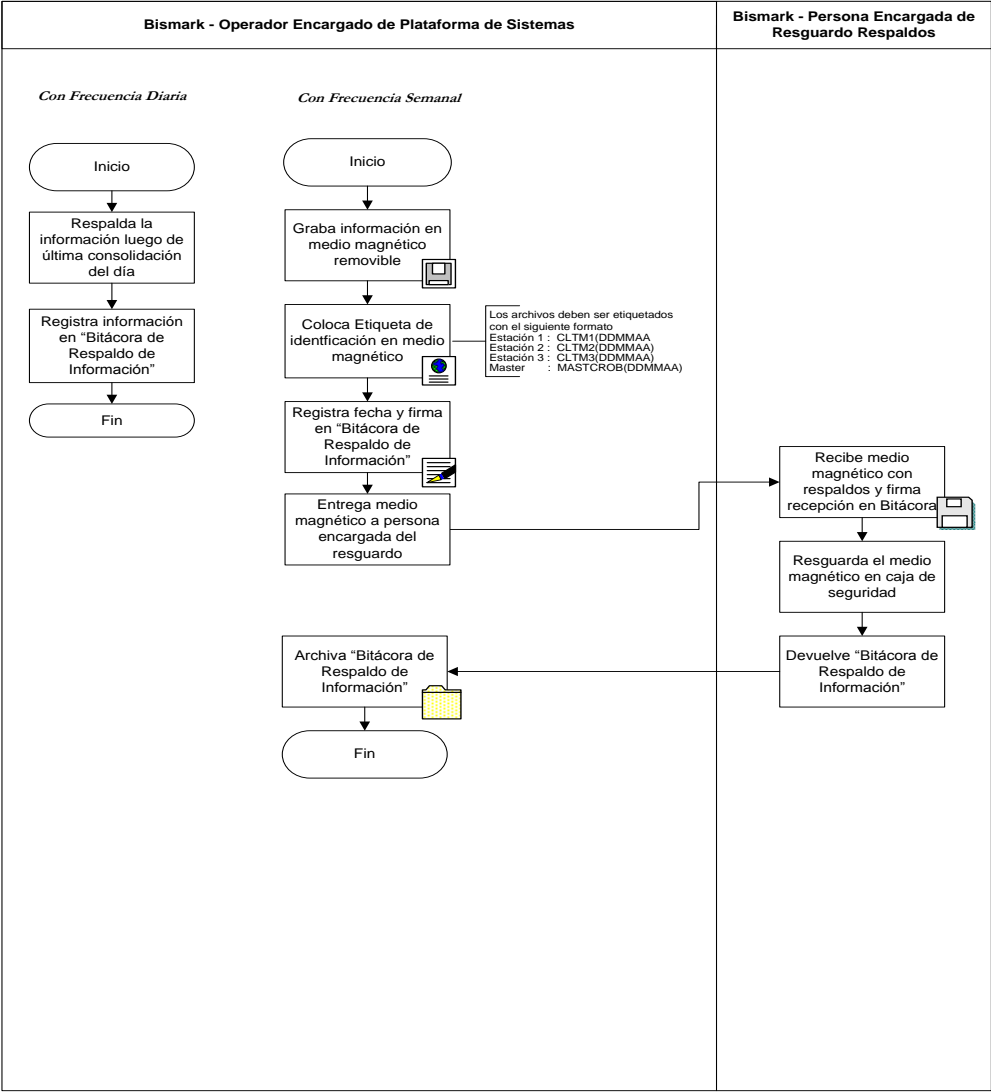
RESPALDO DE INFORMACIÓN DE MEDIDORES

OBJETIVO

Realizar una copia de la información procesada durante el período establecido con la finalidad de recuperar información en caso de requerirlo y mantener el respaldo actualizado con una determinada antigüedad previamente definida (seis meses).

FLUJO:

RESPALDO DE INFORMACION DE MEDIDORES



GENERACIÓN ARCHIVO DE CONSUMOS PARA FACTURACIÓN

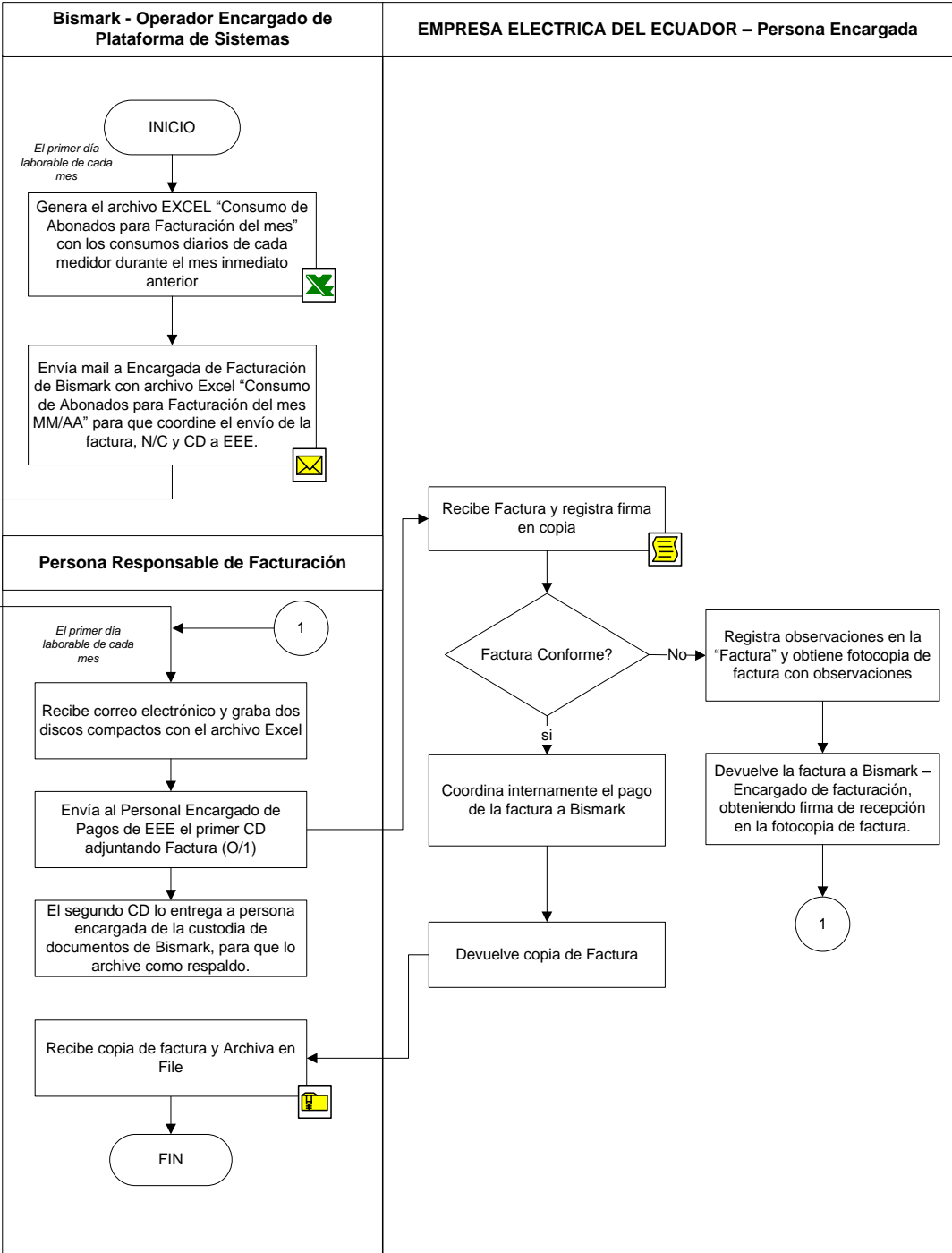
OBJETIVO

Generar mensualmente un archivo que detalle la información de los abonados que fueron procesados sin novedad, el mismo que servirá de soporte para la facturación del servicio de Telemetría que presta Bismark a la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) y a la vez para que la referida Empresa facture a los abonados por el consumo de energía.

Generado el archivo "Consumo de Abonados para Facturación del mes MM/AA (Anexo 29) se enviará la factura correspondiente por el servicio de telemetría prestado por Bismark, dicha factura deberá ser cancelada durante los primeros 5 días laborables del mes siguiente de haber otorgado el servicio

FLUJO:

GENERACION DE ARCHIVO DE CONSUMOS DE ABONADOS PARA FACTURACION



FACTURACIÓN DE OTROS SERVICIOS

OBJETIVO

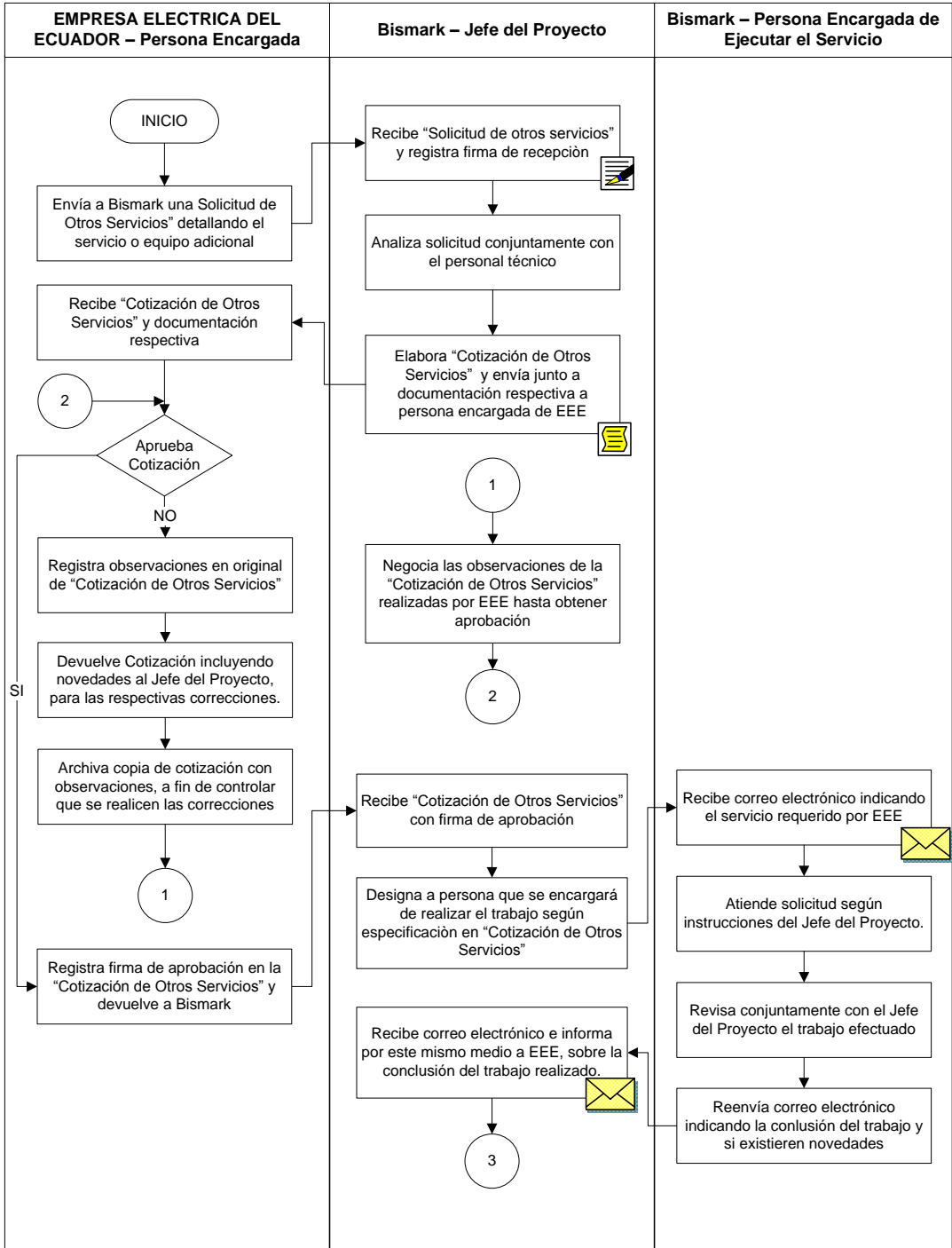
Determinar el proceso operativo para que Bismark realice la facturación de las órdenes de trabajo generadas por los clientes y la EEE relacionadas con la ejecución del proyecto e instalación de medidores en los diferentes abonados.

Las órdenes de trabajo no podrán superar los límites establecidos por la Gerencia General de Bismark, en cuanto a montos de inversión y tiempo de ejecución, a la vez que deberán contar con las aprobaciones respectivas de la institución solicitante.

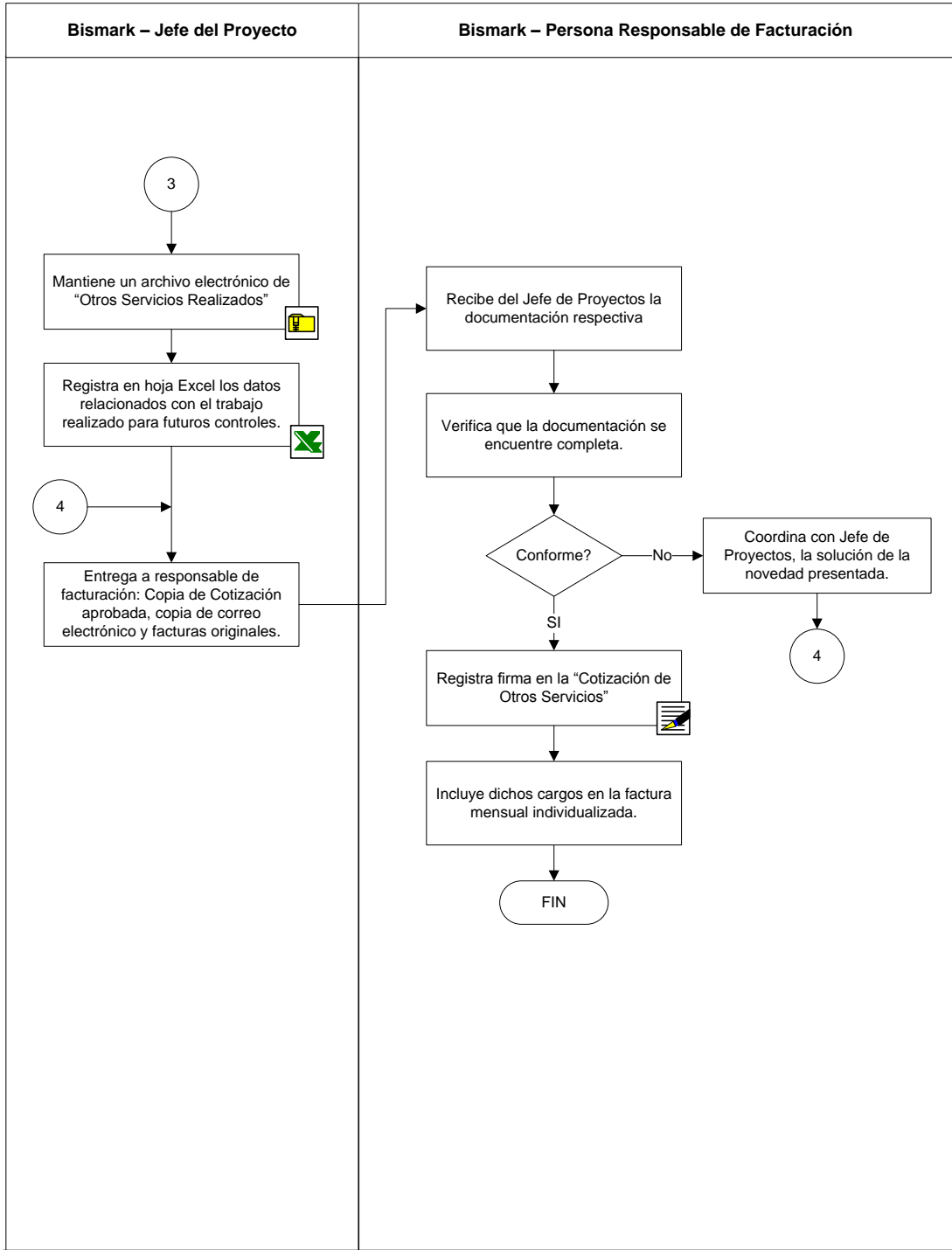
Toda orden de trabajo debe estar firmada por la personal autorizado por la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC).

FLUJO:

FACTURACION DE ORDENES DE TRABAJO



FACTURACION DE ORDENES DE TRABAJO



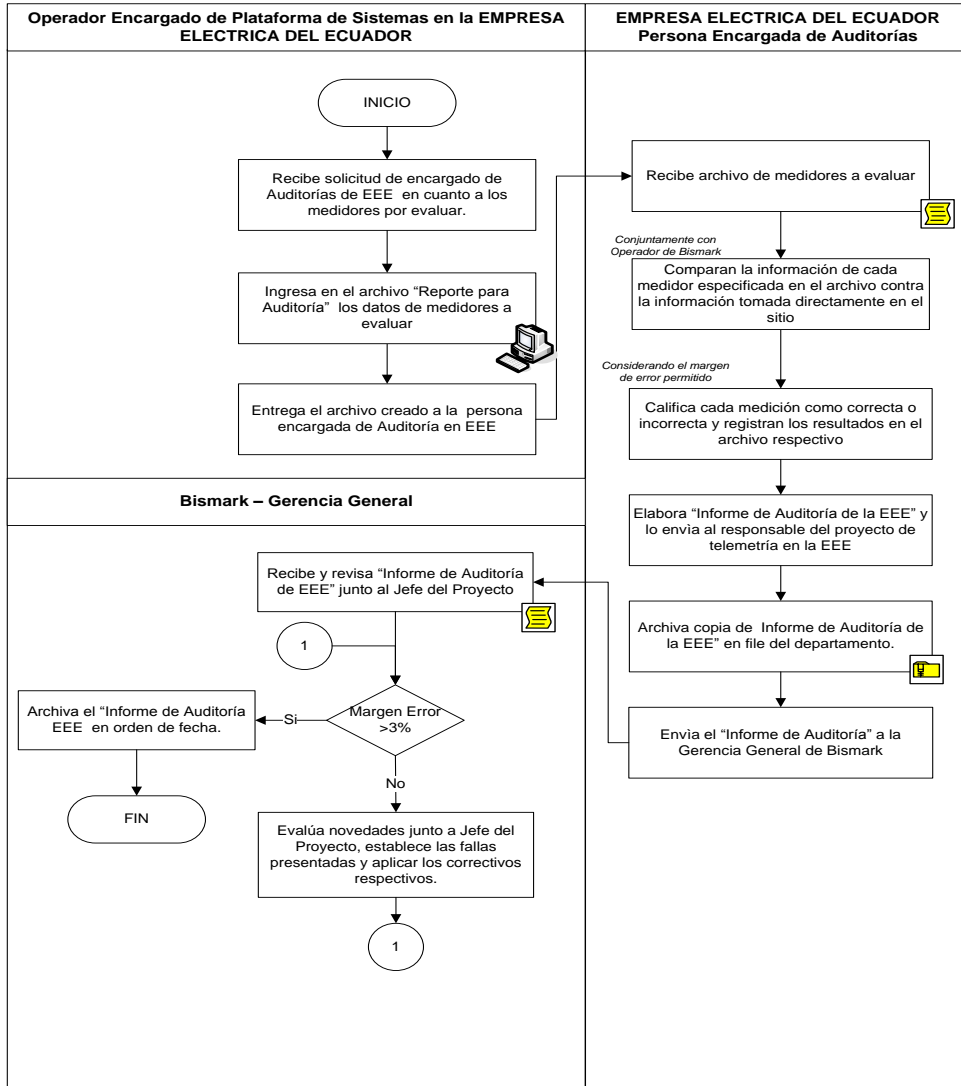
ESQUEMA OPERATIVO PARA LA APLICACIÓN DE AUDITORÍAS

OBJETIVO

Detallar el proceso de operativo que se llevará a cabo cuando la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) solicite aplicar una auditoría para evaluar los resultados del sistema de telemetría y determinar los niveles de eficiencia del mismo. Cabe señalar que las auditorías se realizarán el primer día laborable de cada semana, pudiendo también ser solicitadas en cualquier momento.

FLUJO:

ESQUEMA OPERATIVO PARA APLICACIÓN DE AUDITORIAS DE MEDICION

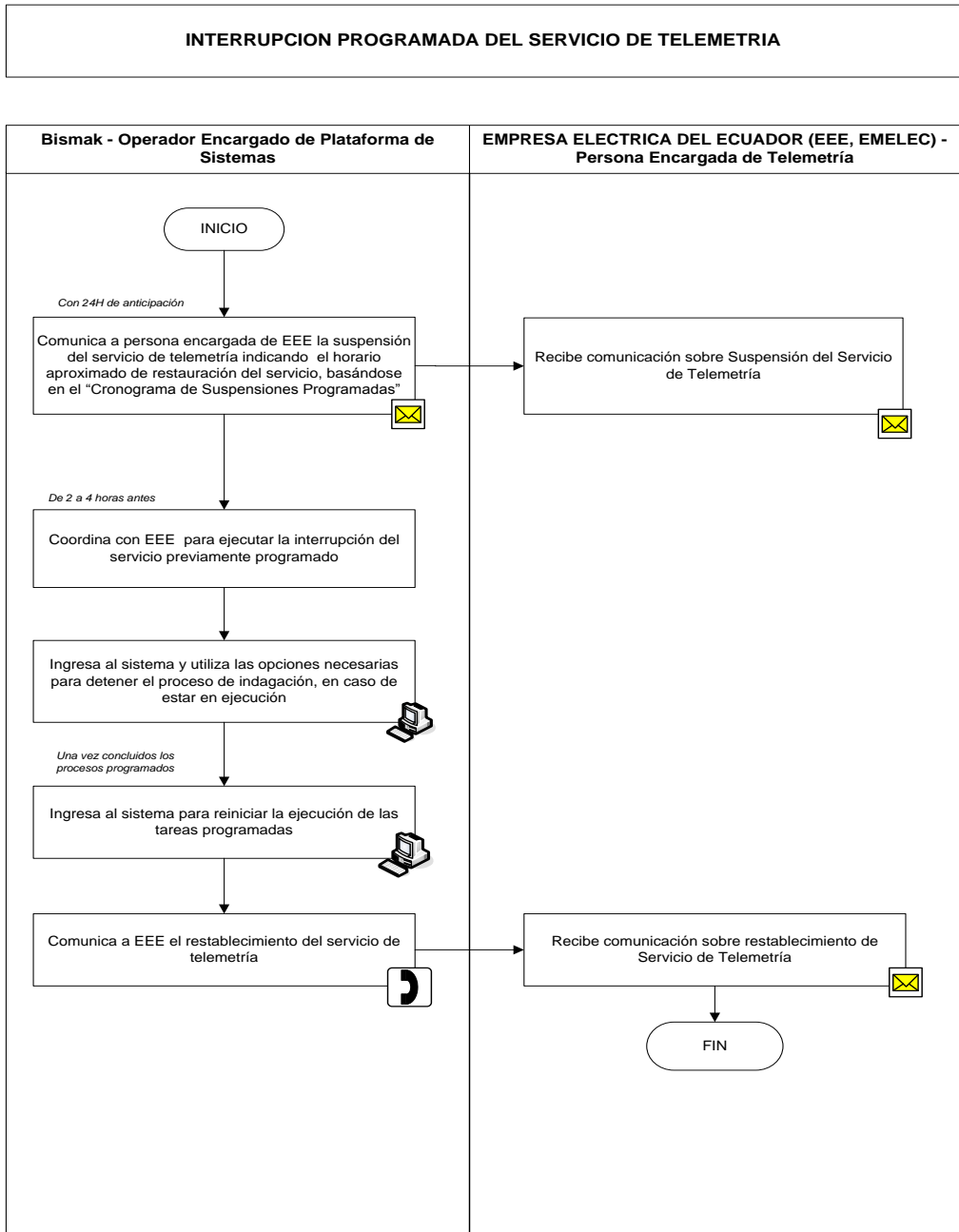


INTERRUPCIÓN PROGRAMADA DEL SERVICIO DE TELEMETRÍA

OBJETIVO

Establecer el proceso operativo que será ejecutado cuando por motivos previamente establecidos se requiere interrumpir el Servicio de Telemetría.

FLUJO:



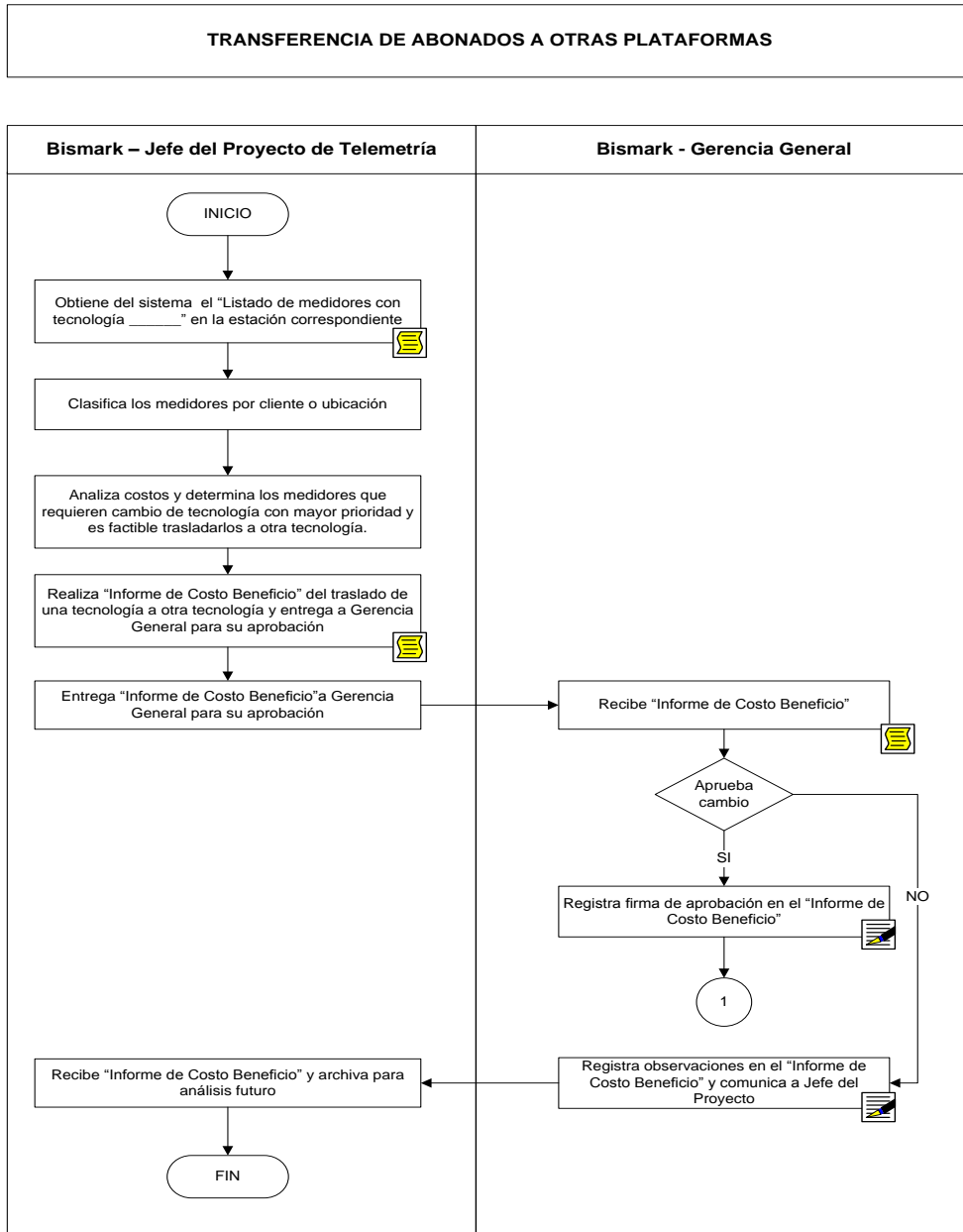
TRANSFERENCIA DE ABONADOS A OTRAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN

OBJETIVO

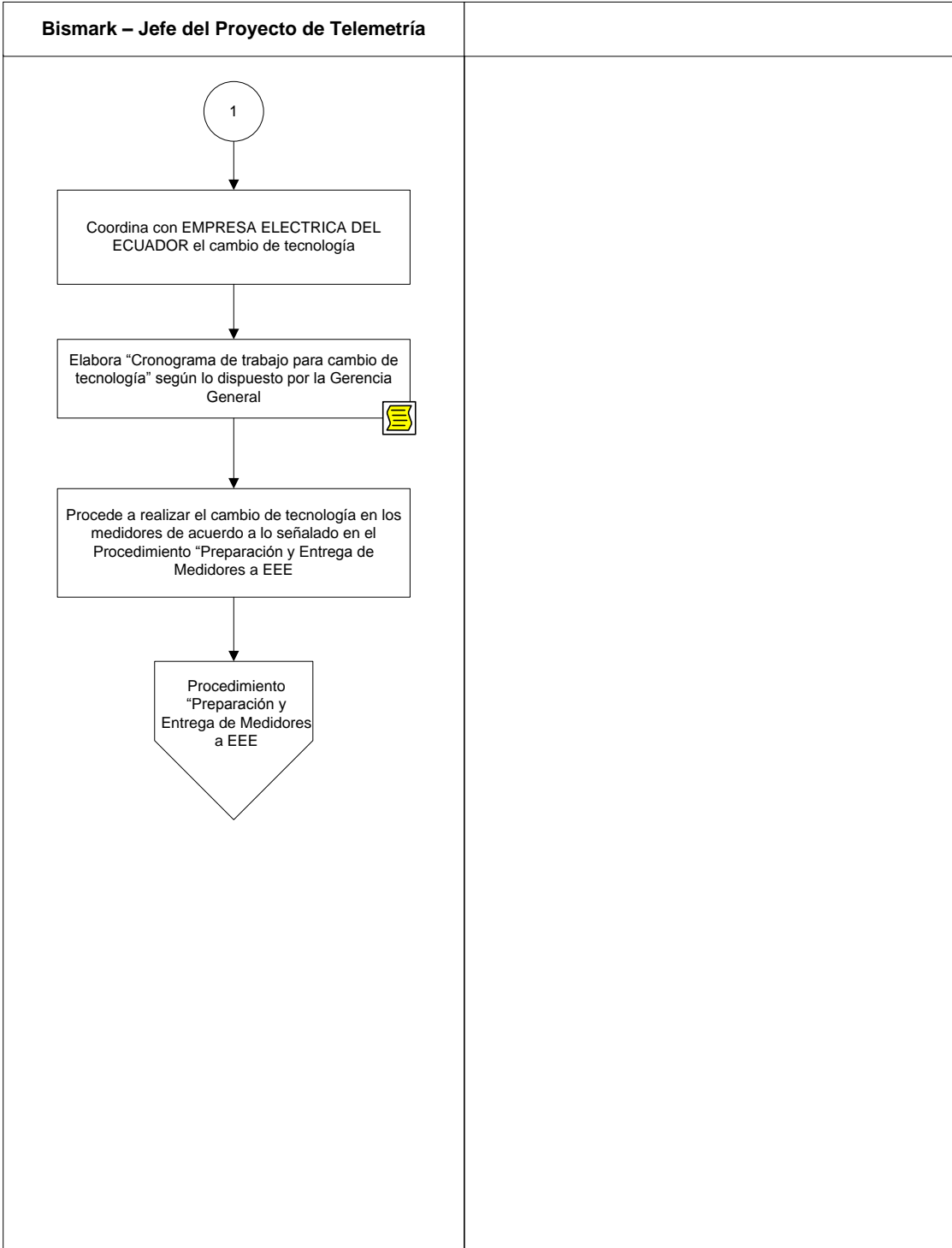
Planificar el proceso de cambio de tecnología de los medidores instalados en cualquier red a otras tecnologías (Plataformas).

El cambio de tecnología se realiza por cuenta de la Empresa Bismark y no afecta a la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC).

FLUJO:



TRANSFERENCIA DE ABONADOS A OTRAS PLATAFORMAS



ACTUALIZACIÓN DE BASE DE DATOS EN EEE

OBJETIVO

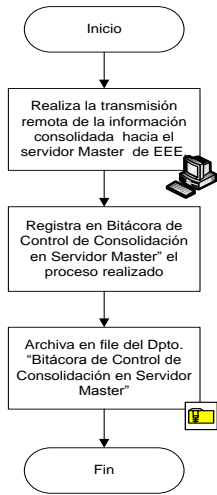
Actualizar la información referente a las lecturas de los medidores con Servicio de Telemetría captadas a través de las diferentes estaciones con el fin de mantener unificadas las bases de datos en el servidor Master de Bismark y consecuentemente en el servidor de la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC).

FLUJO:

ACTUALIZACION DE BASE DE DATOS EN EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR (EEE, EMELEC)

Bismark – Persona Encargado de la Consolidación de Información

Este proceso se ejecuta, después de haber realizado la "Consolidación de Información"

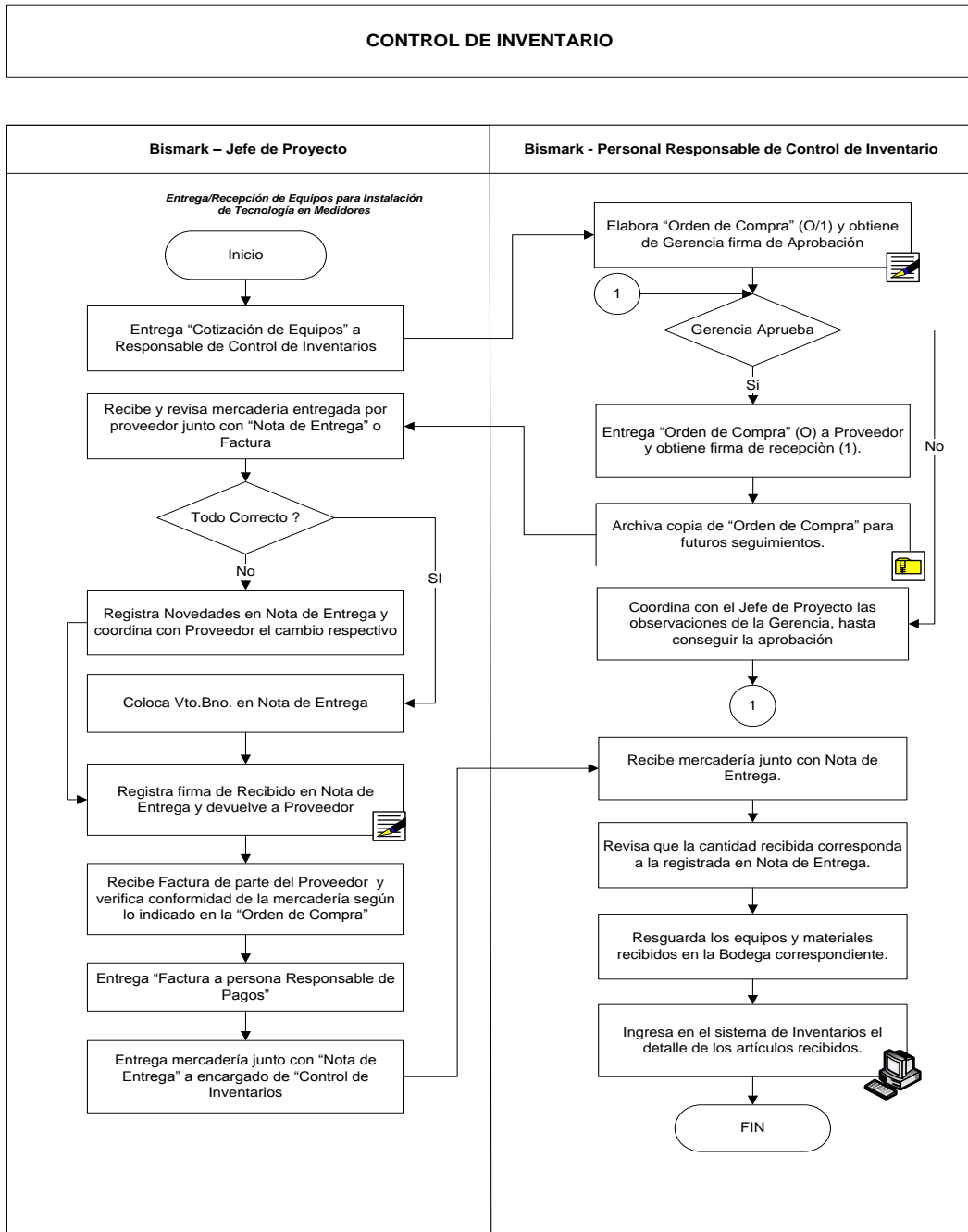


CONTROL DE INVENTARIO

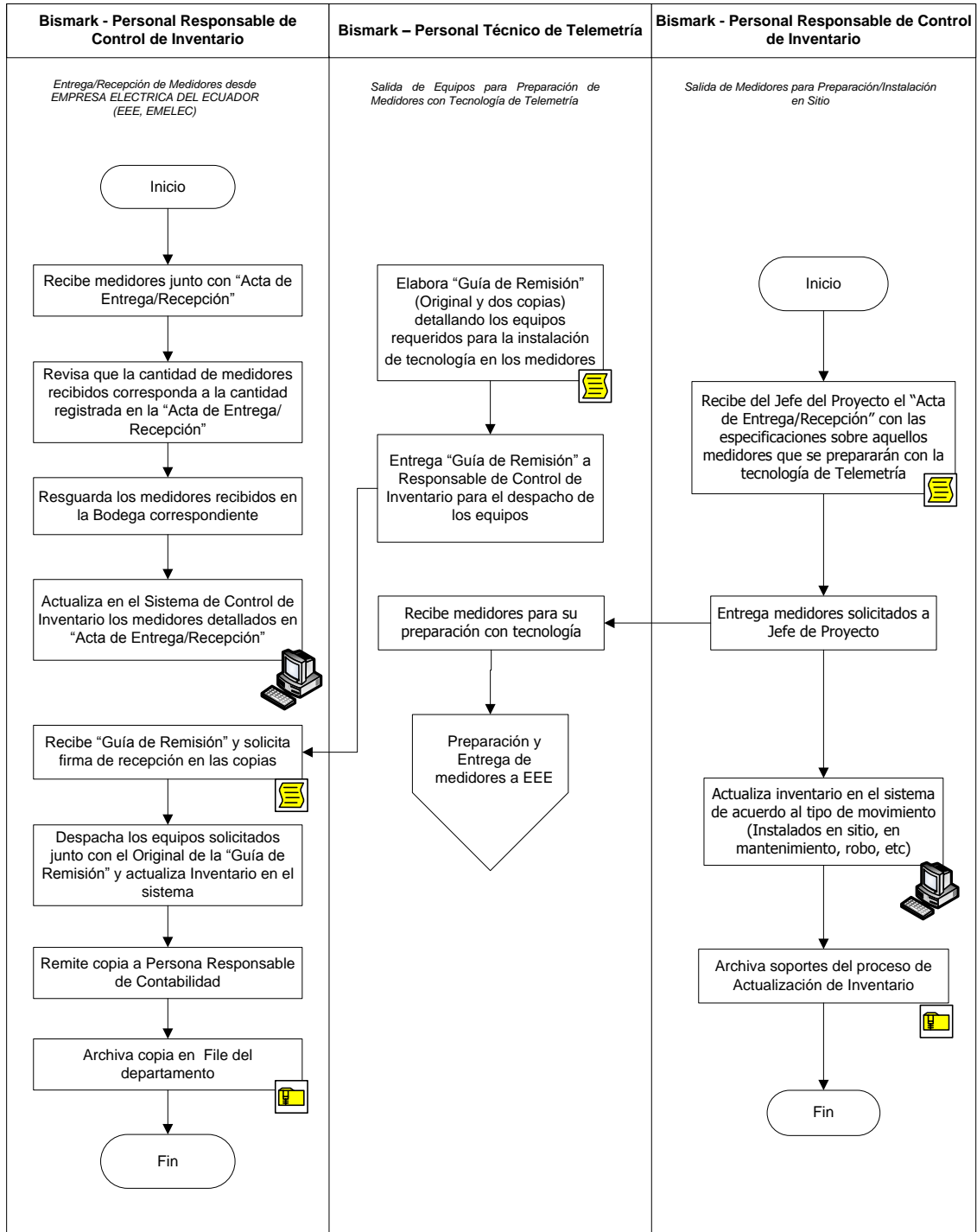
OBJETIVO

Conocer la ubicación exacta de cada uno de los equipos de comunicación y medidores preparados con tecnología para el servicio de telemetría, así como el total de disponible en poder de la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) y la condición técnica de cada uno de ellos.

FLUJO:



CONTROL DE INVENTARIO



EVALUACIÓN DE MEDIDORES INSTALADOS POR EEE

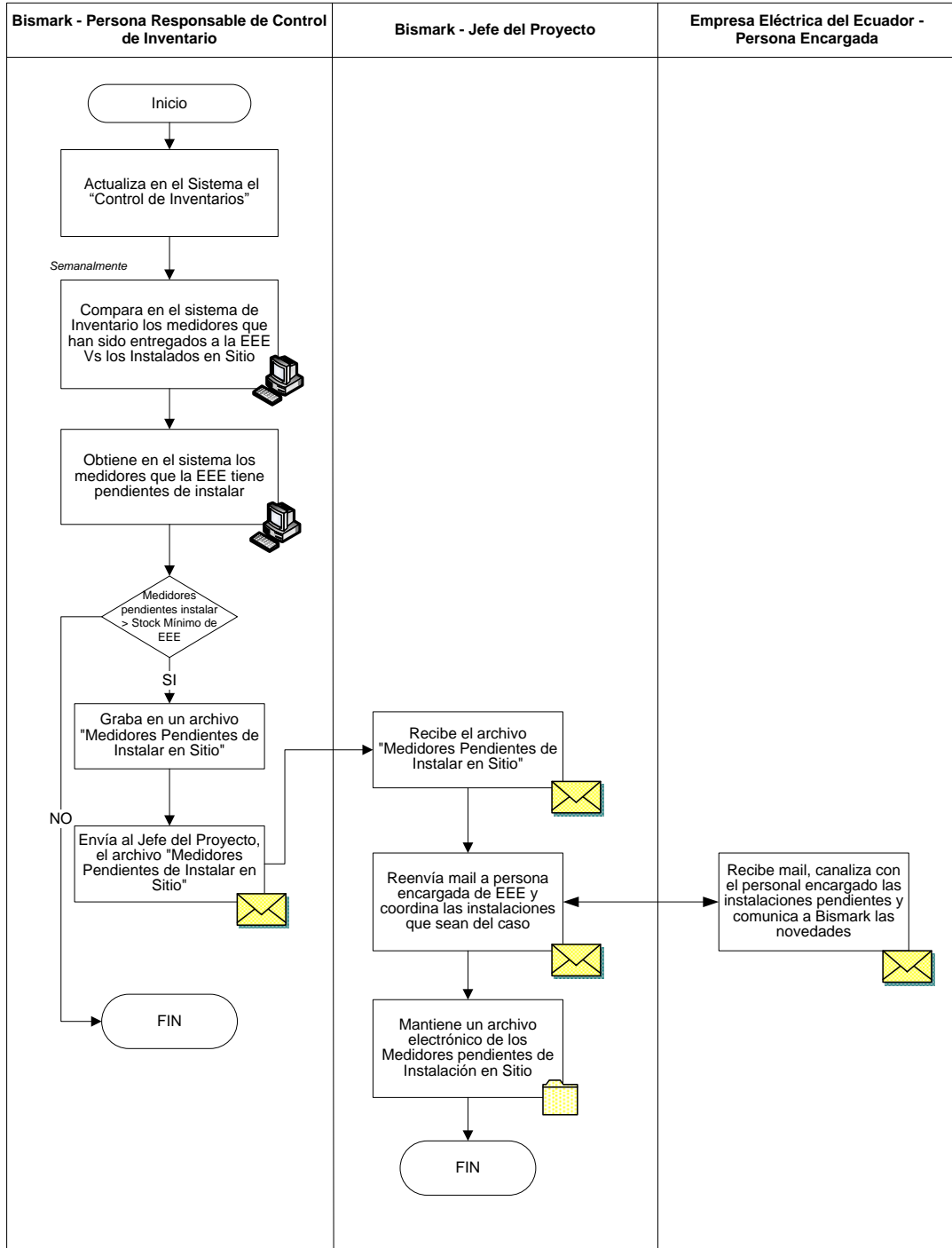
OBJETIVO

Realizar el seguimiento de los medidores preparados con la Tecnología de Telemetría y entregados a Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) para su instalación en sitio, con el propósito de realizar una evaluación de los medidores instalados con relación a los entregados.

La Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) deberá mantener en sus bodegas un stock mínimo del **5%** de la totalidad de medidores preparados y entregados por Bismark como respaldo para los procesos de instalación en general.

FLUJO:

EVALUACION DE MEDIDORES INSTALADOS POR LA EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR



DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS INSTALADOS

OBJETIVO

Mantener un registro contable de la depreciación de los Equipos Instalados en los Medidores durante la ejecución del proyecto de Telemetría.

Los medidores enviados a Bismark por la Empresa Eléctrica del Ecuador (EEE, EMELEC) serán preparados con el servicio de telemetría, para lo cual se requiere instalar en dichos medidores los equipos correspondientes.

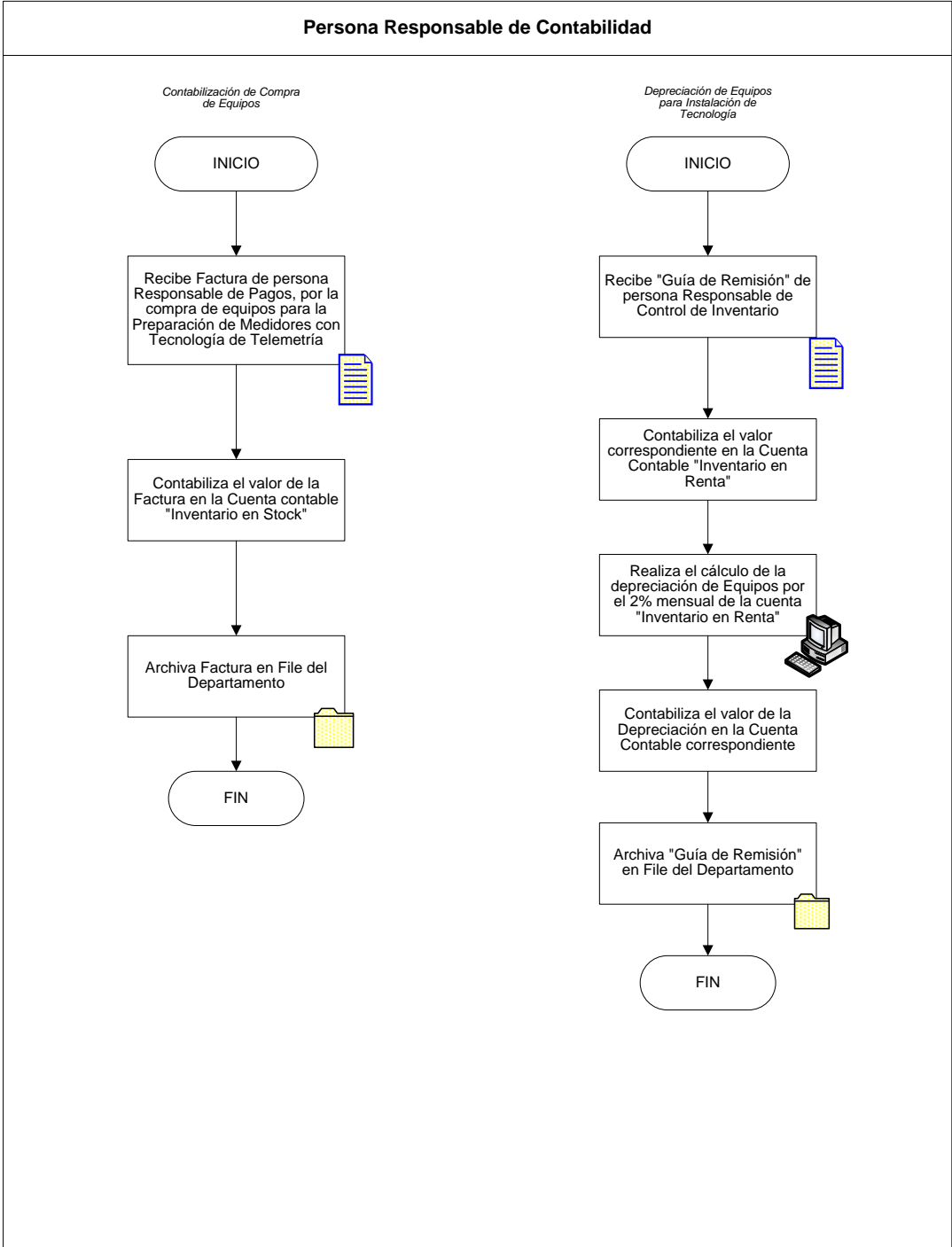
Inmediatamente de haberse instalado los equipos en los medidores, se aplicará el 2% mensual de depreciación.

Los equipos sujetos de depreciación son los siguientes:

1. Terminal de comunicación módem y /o interfase IP
2. Antena
3. Fuente de Poder.

FLUJO:

DEPRECIACION DE EQUIPOS INSTALADOS



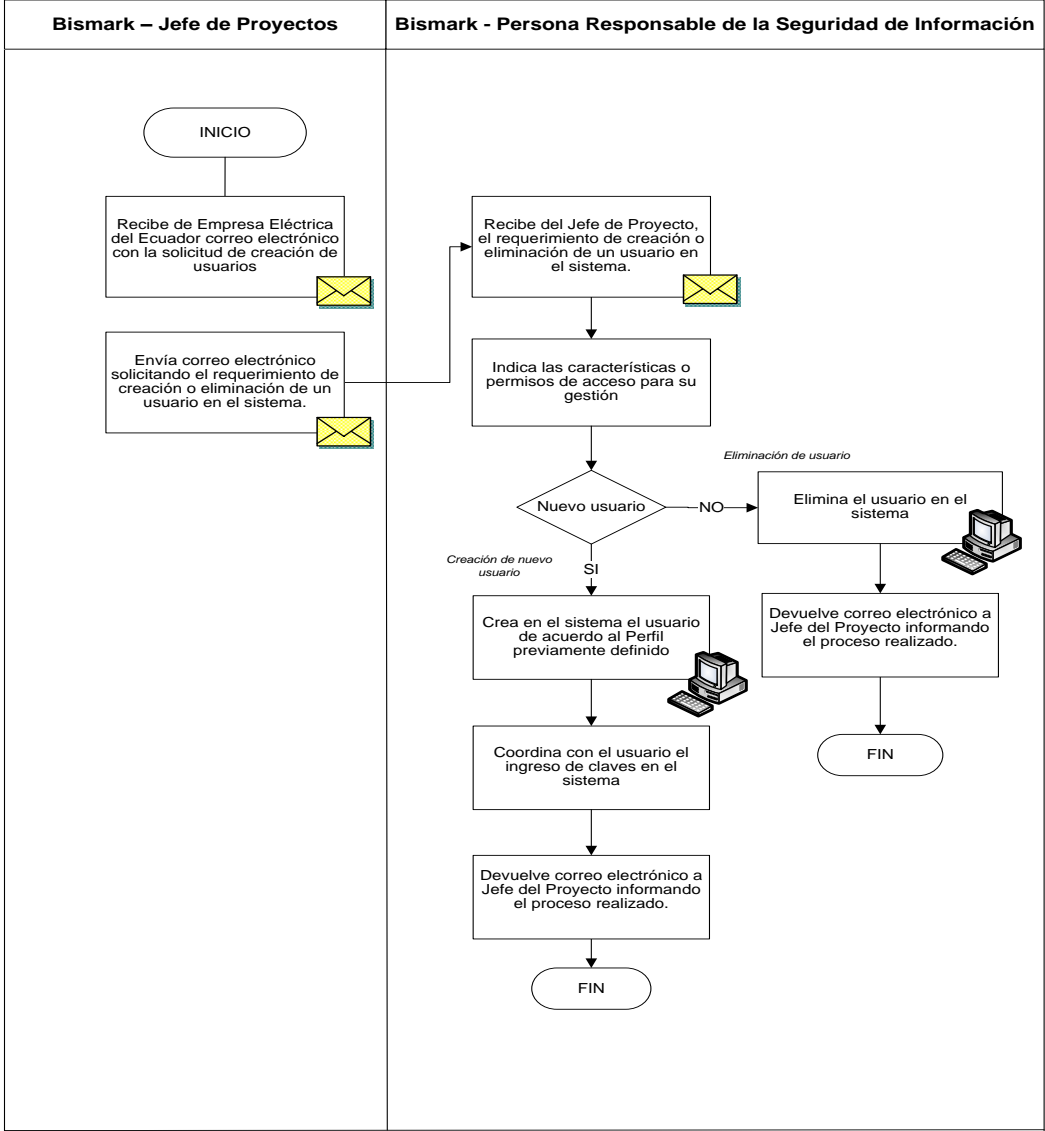
DEFINICIÓN Y ASIGNACIÓN DE PERFILES DE USUARIO

OBJETIVO

Determinar los grupos de usuarios y asignar los permisos correspondientes para el ingreso, consulta, modificación y eliminación en los diferentes módulos del sistema a través de usuarios registrados y contraseñas, lo que permitirá hacer un seguimiento de los procesos realizados en el sistema e identificar al usuario correspondiente.

FLUJO:

DEFINICION Y ASIGNACION DE PERFILES DE USUARIO



BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Estadísticas del sector eléctrico Ecuatoriano 2004, 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, 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