

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERIA

DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE COMUNICACIONES PARA EL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS Y CONTROL DE LOS PUNTOS QUE CONSTITUYEN LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA EMAAP-Q, EN LA CIUDAD DE QUITO.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**OBREGÓN POLEVAIA EKATERINA
REYES VILLACÍS DIEGO MAURICIO**

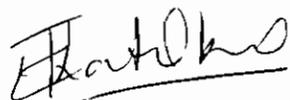
DIRECTOR: ING. OSWALDO BUITRÓN.

QUITO, JULIO 2001

DECLARACIÓN

Nosotros, Ekaterina Obregón Polevaia y Diego Mauricio Reyes Villacís, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Ekaterina Obregón Polevaia



Diego Mauricio Reyes Villacís

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	I
CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES.	
1.1. INTRODUCCION AL SISTEMA SCADA	2
1.1.1. DESARROLLO DEL SISTEMA SCADA	2
1.1.2. DEFINICIONES DEL SISTEMA SCADA.	2
1.1.2.1. SCADA	2
1.1.2.2. Supervisión.	3
1.1.2.3. Control.	4
1.1.2.4. Adquisición de Datos.	4
1.2. VENTAJAS DE LA APLICACION DE UN SISTEMA SCADA.	5
1.2.1. QUE SE PUEDE MONITOREAR Y CONTROLAR?	7
1.3. COMPONENTES ESENCIALES DE UN SISTEMA SCADA.	8
1.3.1. UNIDAD TERMINAL REMOTA, RTU.	8
1.3.1.1. Funciones principales de una RTU.	10
1.3.1.1.1. Adquisición de señales de estado.	10
1.3.1.1.2. Adquisición de valores medidos.	11
1.3.1.1.3. Adquisición de valores de contador de impulsos.	12
1.3.1.1.4. Monitoreo de valores limite y señales de estado.	12
1.3.1.1.5. Transferencia de información con la Estación Maestra.	13
1.3.1.1.6. Salida de comandos de operación y regulación.	13
1.3.1.1.7. Visualización de variables y mantenimiento de la base de datos.	14
1.3.1.1.8. Facilidades de diagnostico remoto.	14
1.3.2. ESTACION MAESTRA, ME.	14
1.3.2.1. Componentes físicos de la Estación Maestra	15
1.3.2.2. Funciones principales de la Estación Maestra.	18
1.3.2.3. Criterios de diseño de la Estación Maestra.	18
1.3.3. SOFTWARE DE OPERACIÓN	19
1.3.3.1. Sistema Operativo en Tiempo Real	20
1.3.3.2. Sistema Operativo en Tiempo Histórico.	21
1.3.4. SISTEMAS DE ENLACE	22
1.3.4.1 Medios de Transmisión Guiados.	23

1.3.4.1.1	Par Trenzado.	23
1.3.4.1.1.1.	Línea Telefónica Conmutada.	24
1.3.4.1.1.2.	Línea Telefónica Dedicada.	25
1.3.4.1.2.	Cable Coaxial de Banda Base.	25
1.3.4.1.3.	Cable Coaxial de Banda Ancha.	26
1.3.4.1.4.	Fibra Óptica.	28
1.3.4.2.	Medios de Transmisión No Guiados	30
1.3.4.2.1.	Radio transmisión.	30
1.3.4.2.2.	Transmisión por Microondas.	31
1.3.4.2.3.	Satélites de Comunicaciones.	33
1.3.4.2.3.1.	Satélites Orbitales	34
1.3.4.2.3.2.	Satélites Geoestacionarios.	35

CAPITULO 2 SITUACION ACTUAL DE LA EMAAP-Q Y ESTUDIO DE LA DEMANDA DEL LIQUIDO VITAL.

2.1.	VISION GENERAL DE LA EMPRESA.	37
2.1.1.	LA EMPRESA. QUE ES Y QUE HACE?	37
2.1.2.	CONSTITUCIÓN.	37
2.1.3.	ESTRUCTURA TÉCNICA DE LA EMAAPQ.	37
2.1.4.	EVOLUCION.	38
2.1.5.	OBJETIVOS.	39
2.1.6.	ESTRATEGIAS.	39
2.1.7.	RECURSOS	39
2.1.7.1.	Sistemas actuales de abastecimiento de agua.	41
2.1.7.2.	Sistemas de Suministro.	46
2.1.7.3.	Plantas de Tratamiento.	49
2.1.7.4.	Sistema de Transmisión.	55
2.1.7.5.	Sistema de Distribución.	56
2.1.7.6.	Sistema de Abastecimiento en las Parroquias.	60
2.1.8.	PROYECTOS FUTUROS EN EL AREA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE.	60

2.2.	PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN.	64
2.2.1.	PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACIÓN DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO Y LINEAS DE IMPULSIÓN.	64
2.2.2.	PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.	66
2.3.	ESTUDIO DE LA DEMANDA PARA EL ADECUADO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AÑO.	68
2.3.1.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.	68
2.3.2.	FACTORES QUE INCIDEN EN LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.	70
2.3.3.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.	71
2.3.4.	CONTROL DE OPERACIÓN.	73

CAPITULO 3 DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES PARA LA ADQUISICION DE DATOS Y CONTROL DE LOS PUNTOS DE INTERES.

3.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED.	75
3.2	DEFINICIÓN DE LA OPERACIÓN DE LOS DIFERENTES PUNTOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	76
3.2.1	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.	76
3.2.2	ESTACION DE BOMBEO.	80
3.2.3	PLANTA DE TRATAMIENTO.	82
3.3	SEÑALES DE TELEMEDIDA Y TELECONTROL.	84
3.3.1	CAUDAL DE SALIDA DEL TANQUE.	85
3.3.2	NIVEL ACTUAL DEL TANQUE.	88
3.3.3	NIVEL MAXIMO Y MINIMO DE LOS TANQUES.	89
3.3.4	SEÑALES ANTIATRACO.	90
3.3.5	MONITOREO DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS.	90
3.3.6	SEÑALES DE CONCENTRACION DE CLORO.	90
3.3.7	APERTURA Y CIERRE DE VALVULAS.	91
3.3.8	ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBAS.	91

3.4	NECESIDADES DE HARDWARE Y SOFTWARE DE CADA PUNTO QUE CONSTITUYE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMAAP-QUITO.	91
3.4.1	COMPONENTES DE SOFTWARE.	92
3.4.1.1	Definición para los Puntos de la Red de Distribución.	92
3.4.1.1.1	Base de datos orientadas a telecontrol.	92
3.4.1.1.2	Capacidad de asignación de cronología local.	92
3.4.1.1.3	Autodiagnóstico.	92
3.4.1.2	Definición para la Estación Central.	93
3.4.1.2.1	Modularidad.	93
3.4.1.2.2	Sistema operativo en tiempo real.	95
3.4.1.2.3	Software de comunicaciones de sistemas redundantes.	96
3.4.1.2.4	Software de automatización.	96
3.4.1.2.5	Base de datos (BDD).	97
3.4.2	COMPONENTES DE HARDWARE.	97
3.4.2.1	Estación Maestra.	98
3.4.2.1.1	Procesador Central.	98
3.4.2.1.2	Procesador DMS.	99
3.4.2.1.3	Computador de Entrenamiento.	100
3.4.2.1.4	Equipo de comunicaciones.	100
3.4.2.1.5	Accesorios.	100
3.4.2.1.6	Instalaciones eléctricas.	101
3.4.2.2	Subcentros de Control.	101
3.4.2.3	Estación Remota.	102
3.4.2.3.1	Equipo de medición.	103
3.4.2.3.2	Transductores	103
3.4.2.3.3	RTU.	104
3.4.2.4	Sistema de comunicaciones.	105
3.5	DETERMINACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.	106
3.5.1	TRANSMISIÓN VÍA LÍNEA TELEFÓNICA CONMUTADA.	107
3.5.2	CDPD (CELLULAR DIGITAL PACKET DATA).	107
3.5.3	TRANSMISIÓN VÍA RADIO.	109

3.5.4	SOLUCION RECOMENDADA.	110
3.5.5	PROTOCOLOS DE TELEMETRIA.	116
3.5.5.1	Protocolo Modbus.	117
3.5.5.2	Protocolo Modbus Plus.	119
3.5.5.3	Protocolo HART.	123
3.5.6.	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.	126
3.5.6.1.	SDLC.	126
3.5.6.1.1.	Formato de trama del nivel de enlace	127
3.5.6.2.	TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo).	131
3.5.7.	DETERMINACION DEL ANCHO DE BANDA.	132

CAPITULO 4 ANALISIS ECONOMICO

4.1	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	138
4.2.	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y EVALUACIÓN FINANCIERA	138
4.2.1.	EVALUACIÓN ECONÓMICA (CRITERIO SOCIAL)	138
4.2.2.	EVALUACIÓN FINANCIERA (CRITERIO EMPRESARIAL)	139
4.3	PARÁMETROS MACROECONÓMICOS PARA LA EVALUACIÓN	139
4.4	COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO	141
4.4.1	¿CUÁLES COSTOS?	142
4.4.2	¿CUÁLES BENEFICIOS?	143
4.5	INDICADORES O ÍNDICES ECONÓMICOS	144
4.6	EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO DE UN SISTEMA DE TELEMETRIA Y TELECONTROL PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMAAP-Q.	145
4.6.1.	COSTOS Y BENEFICIOS.	145
4.6.2.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO.	150
4.6.3.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO CON CRITERIO EMPRESARIAL EN BASE A ÍNDICES ECONÓMICOS: BNA, B/C, TIRE.	152

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1	CONCLUSIONES.	168
5.2	RECOMENDACIONES.	175

ANEXOS

ANEXO A	PUBLICACIONES VARIAS.	
ANEXO B	RESUMEN DE UBICACIÓN DE EQUIPOS EN LOS PUNTOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	
ANEXO C	ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS COMPUTACIONALES	
ANEXO D	NECESIDADES EN CADA PUNTO DE LA RED DE COMUNICACIONES.	
ANEXO E	PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS.	
ANEXO F	MAPAS Y PERFILES TOPOGRAFICOS DE LOS ENLACES.	
ANEXO G	EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSION.	

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Las regulaciones gubernamentales establecen que un proveedor de un servicio público, no debe descuidar el funcionamiento de sus sistemas. Las empresas de agua potable por su parte, han reconocido que un buen sistema de telemetría (Tecnología de radio transmisión automática de datos desde una fuente remota hacia una estación receptora para análisis y estadística), puede constituirse en la columna vertebral para monitorear y controlar remotamente sus sistemas.

Debido a que las empresas de agua potable tienen dispersos los elementos de su sistema de producción y distribución, un sistema de telemetría constituye la solución más confiable y efectiva en costo, para enlazar cada una de las estaciones remotas con un centro de control.

En una ciudad como Quito, es de vital importancia la existencia de servicios básicos y su óptima utilización; dentro de estos servicios, el agua potable resalta indiscutiblemente por subsistencia en salud de la comunidad. En la ciudad de Quito el recurso acuífero es adecuado a las necesidades y por ello generalmente este recurso es desperdiciado en lugares donde la distribución de agua ya ha llegado, en desmedro de los que aún no disponen de este servicio.

Las redes de distribución de agua potable para el Distrito Metropolitano de Quito son operadas por la EMAAP- Q, la misma que está a cargo de suministrar el líquido vital a la ciudadanía de Quito y parroquias rurales.

La Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito se encuentra realizando esfuerzos por ampliar el servicio de distribución de agua potable para la totalidad de la comunidad, por ello en los últimos años se implementaron nuevos proyectos como son los casos de La Mica – Quito Sur y Papallacta, proyectos que además proponen abastecer en un futuro las necesidades de una ciudad que crece constantemente.

Actualmente la operación de alrededor de doscientos tanques de almacenamiento y distribución existentes en el Distrito Metropolitano de Quito es prácticamente manual, sometida simplemente a la apreciación de los operarios, los cuales actúan por experiencia, situación que involucra un alto grado de error. Además, la ciudad administrativamente se halla dividida en tres distritos con sus respectivos jefes, los cuales se comunican con sus operarios por radio e indican el tanque que debe surtir más o menos caudal, lo que es nuevamente apreciativo, sin tener una idea global de la distribución en su sector. Si esto pasa en cada distrito, la incertidumbre de los datos en la Planta Bellavista, que es la central técnica y corazón de la EMAAP-Q, es mayor por lo que existe un gran obstáculo para lograr optimizar la distribución de agua potable.

Un mecanismo adecuado para programar la distribución en las diferentes zonas de la ciudad, la operatividad adecuada de los tanques de almacenamiento y distribución, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento que se encuentran instalados a la largo y ancho de Quito, es de vital importancia para el mejor aprovechamiento y menor desperdicio del agua potable en beneficio de los habitantes.

Por lo expuesto, el presente proyecto constituye una alternativa encaminada a optimizar la distribución de este recurso en la ciudad, para ello se plantea una red operativa que transporte datos correspondientes al funcionamiento de cada punto de interés, hacia cada distrito y luego a la central técnica en Bellavista, inclusive la posibilidad de que remotamente se pueda efectuar un control, en forma semiautomática y/o automática desde determinados centros secundarios y/o desde un centro principal; esto es, operar bajo el control de un sistema SCADA.

Muchas organizaciones de este tipo, de diferentes naciones alrededor del mundo, han implementado importantes sistemas y programas para el control, manejo y administración de los recursos hídricos, es por eso que se pone a

consideración el presente estudio y para ello se tratará el problema en los capítulos que se detallan a continuación:

CAPITULO I Aspectos Generales

En este capítulo, se revisarán los principales conceptos y definiciones que serán necesarios para una mejor comprensión del tema a tratarse, en esta parte se definirá lo que constituye un sistema SCADA, sus componentes esenciales, fundamentos, sus objetivos y sus requerimientos. Se refrescarán conceptos básicos para sistemas de comunicaciones, además se presentarán las diferentes alternativas de los medios de transmisión a emplearse.

CAPITULO II Situación actual de la EMAAP-Q y estudio de la demanda del liquido vital.

Dentro de este capítulo, se da a conocer información general de la EMAAP-Q, como referencias de su creación, organización funcional, objetivos, etc. Se señalará la situación operativa actual de la empresa. El punto más importante de este capítulo constituye el estudio de la demanda del líquido vital a mediano y largo plazo.

CAPITULO III Diseño de la red de comunicaciones para la Adquisición de datos y Control de los puntos de interés.

Este capítulo representa el corazón mismo del proyecto, aquí se analizará la información a ser transmitida y su adecuado tratamiento. Se estudiarán alternativas para el diseño de la plataforma de comunicaciones, para el sistema SCADA. Por último se observarán los requerimientos de hardware y software para un óptimo desempeño.

CAPITULO V Análisis Económico.

El estudio de factibilidad del proyecto será determinado en este capítulo, para el efecto se examinará el beneficio – costo y el beneficio neto actualizado del proyecto. También dentro de esta sección se hablará de la tasa interna de retorno.

CAPITULO VI Conclusiones y Recomendaciones.

En este último capítulo, se presentarán las principales conclusiones que constituirán una pauta para entender proyectos similares.

Las recomendaciones planteadas aquí, marcarán observaciones a tomar en cuenta y con seguridad darán pie a futuros proyectos de titulación.

Estamos convencidos de la importancia de este proyecto para el futuro desarrollo de la Empresa de Alcantarillado y Agua potable de Quito, y esperamos que se constituya en un aporte para nuestra comunidad.

CAPITULO 1.

ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCION AL SISTEMA SCADA

1.1.1. DESARROLLO DEL SISTEMA SCADA

Los primeros sistemas de control remoto se basaron en aparatos electromecánicos. En estos sistemas, el cambio en una estación remota era reportado a un centro de control por medio de una impresora, donde se disponía de la información del cambio de estado en el equipo, el día y la hora.

A la mitad de la década de los años 50, con el advenimiento de los circuitos de estado sólido, fue puesto en operación el primer sistema electrónico y además se comenzó a utilizar los computadores disponibles en esa época.

A finales de los años setenta e inicios de los ochenta, gracias al desarrollo que se había conseguido en la microelectrónica, así como en las comunicaciones y a los avances en los equipos computacionales y el software asociado, surgen los sistemas SCADA, con la concepción y arquitectura que han llevado a los modernos y sofisticados sistemas actuales.

1.1.2. DEFINICIONES DEL SISTEMA SCADA.

1.1.2.1. SCADA

Un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) puede definirse a partir del significado de sus siglas en inglés, es un sistema de control, supervisión y adquisición de datos, que puede aplicarse en un proceso que se ejecuta en algún lugar remoto. Dicho proceso puede ser, por ejemplo, el manejo de un sistema de generación eléctrica, del sistema de distribución de energía o de agua potable, etc.

El SCADA constituye una solución que permite una operación más eficiente y confiable de un proceso que puede ser desde de carácter investigativo hasta

industrial, minimizando las consecuencias que resultan de la ocurrencia de un disturbio o error.

No puede conjugarse un sistema de bajo costo con eficiencia y confiabilidad, lo uno irá en desmedro de lo otro, pero con un diseño adecuado a los requerimientos, prestaciones y calidad de información, se podrá lograr un sistema que se adapte a ciertas necesidades en particular, con el menor costo posible.

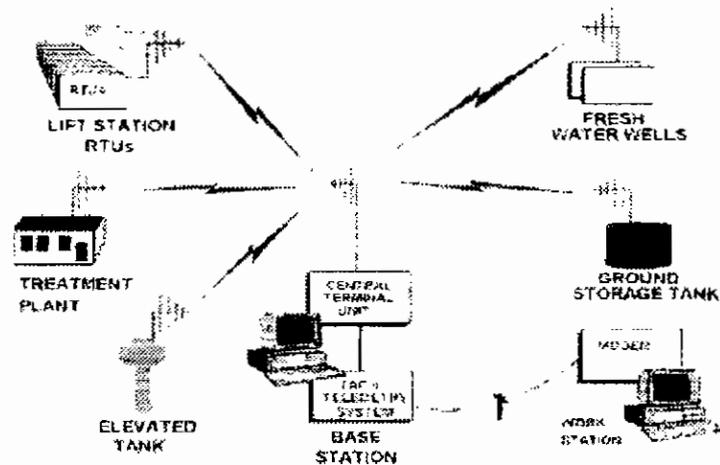


Figura 1.1.-Sistema SCADA clásico para sistemas de distribución de agua potable.

1.1.2.2. Supervisión.

El término Supervisión está relacionado directamente con un monitoreo selectivo en tiempo real o en tiempo histórico (datos almacenados en una base de datos), de las estaciones localizadas en lugares remotos, por parte de una Estación Maestra. Para el efecto es obvio que se debe emplear algún medio de interconexión, tal como se puede observar en la figura 1.1.

El monitoreo es realizado tanto en el software como en el hardware que están involucrados en el sistema de control; además, los datos pueden ser de *estado* o *medidas* de los parámetros que están inmersos en el proceso para este caso de distribución de agua potable.

Los resultados obtenidos se almacenan en la *Estación Maestra* (*Master Station*, *ME*), y son presentados al operador a través del interfaz hombre - máquina, de

manera que éste eventualmente podrá actuar en el sistema, ya sea de inmediato o posteriormente.

1.1.2.3. Control.

Es la acción que se toma por medio de comandos para influir en el sistema, de forma que los parámetros se mantengan dentro de los valores establecidos.

Dentro del funcionamiento de un sistema, podrían ocurrir variaciones de los valores de los parámetros. Es por esto que, por medio de programa se suelen ingresar valores de tolerancia para dichos parámetros. Si se exceden dichos valores en sus límites inferior o superior, o se pasa a un estado no considerado como normal, el sistema debe procurar volver a su estado operativo estable en el menor tiempo posible.

Para el control, los comandos pueden ser ejecutados automáticamente por lógica computacional, o también por parte del operador localizado en la Estación Maestra.

Cabe anotar que en un sistema SCADA, en cuanto se refiere al control, dispone de la posibilidad de actuar sobre el sistema de manera remota, para lo que se aplica lo anteriormente anotado y además de manera local (manual) por parte del operador de campo, el que maniobra los equipos al recibir una comunicación de la oficina central o Estación Maestra.

1.1.2.4. Adquisición de Datos.

Con el objetivo de poder efectuar la Supervisión y el Control antes mencionados, debe haber un proceso de Adquisición de Datos para disponer de la información de lo que ocurre en el sistema que se está controlando. Para el efecto los datos son obtenidos o adquiridos de las partes que integran el sistema tratado y esto se logra por medio de los sensores y medidores que se encuentran conectados a la RTU (que se definirá más adelante). Luego, empleando algún medio de interconexión, se envían los datos recolectados hacia la Estación Maestra, para realizar el control, su posterior procesamiento y utilización final.

Además de lo anotado, bajo este sistema se cuenta con la información histórica, lo que representa un recurso clave para mejorar y optimizar el servicio, a diferencia de un sistema clásico donde esta información se mantiene archivada en hojas de papel.

1.2.1. QUE SE PUEDE MONITOREAR Y CONTROLAR?

Entre los módulos que posee el software de un sistema SCADA, se dispone de aquellos que permiten monitorear y controlar los siguientes tipos de puntos y señales de entrada / salida:

- ⊕ Entradas digitales para monitorear una condición de existencia o no de voltaje; los puntos que pueden ser monitoreados por estas entradas incluyen:
 - ⊕ Pérdidas de potencia comerciales.
 - ⊕ Alarmas contra intrusos.
 - ⊕ Flotadores con indicadores de niveles alto/bajo.
 - ⊕ Fallas en el encendido de los motores y bombas.
 - ⊕ Detectores de gas o humo.
 - ⊕ Estado de generadores.
 - ⊕ Apertura o cierre de válvulas.
 - ⊕ Cualquier otro equipo o aparato cuya operación requiera un circuito de apertura o cierre.

- ⊕ Salidas digitales que pueden usarse para controlar cualquier dispositivo que trabaje por estado a través de relés. Los puntos que se pueden controlar incluyen:
 - ⊕ Energización de un relé.
 - ⊕ Activado y desactivado del circuito de encendido de un motor.
 - ⊕ Encendido y apagado de un generador.
 - ⊕ Apertura y cierre de válvulas.
 - ⊕ Activación de bocinas de alarma y de luces.

⊕ Entradas analógicas, permiten la adquisición de datos por medio de señales que se encuentren en el rango de 0-5 V_{DC} o 4-20 mA. Los puntos que pueden ser monitoreados por estas entradas incluyen:

- ⊕ Medición de presión en tuberías.
- ⊕ Medición de flujo.
- ⊕ Medición de volúmenes o niveles en pozos y tanques.
- ⊕ Medición de velocidades de funcionamiento en motores.
- ⊕ Monitoreo de analizadores químicos.

⊕ Salidas analógicas, para efectuar el control de dispositivos que requieren 4-20 mA. Los puntos que pueden controlar estas salidas incluyen:

- ⊕ Control de una válvula de posición variable.
- ⊕ Control de la velocidad variable de un motor.
- ⊕ Manejo de registradores gráficos.

1.3. COMPONENTES ESENCIALES DE UN SISTEMA SCADA.

Un sistema SCADA cuenta con las siguientes etapas principales, las RTU (Remote Terminal Units, *Unidades Terminales Remotas*), la ME (Master Station, *Estación Maestra*), el software de operación y comunicaciones, y el sistema de enlace.

1.3.1. UNIDAD TERMINAL REMOTA, RTU.

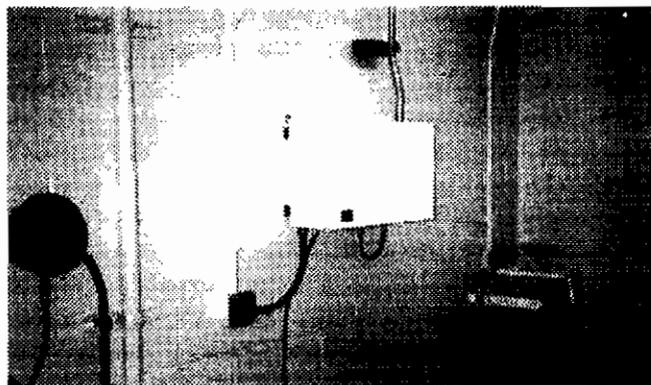


Figura 1.2.- RTU instalada en el interior de una estación.

Para el caso particular de esta aplicación, las RTU estarán localizadas en los tanques de almacenamiento, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y otros sitios remotos dispersos en la ciudad. En la figura 1.2 se observa una RTU instalada en el interior de una estación; en tanto que, en la figura 1.3 se presenta una RTU montada en exteriores sobre el mástil para la antena.



Figura 1.3.- RTU instalada en exteriores, se observa en este caso al mástil de la antena.

La RTU constituye la interfaz para el SCADA y se las ubicará en las localidades a ser automatizadas, sus funciones son las de adquisición de datos, y la ejecución de comandos de operación. Además la RTU puede realizar labores de procesamiento de datos y control local de acuerdo a su grado de sofisticación. Los comandos de operación son recolectados de la Estación Maestra o generados localmente, en cuanto a la información, esta es captada y luego de un procesamiento es enviada hacia la Estación Maestra; en forma cíclica, cuando se lo solicite, o cuando haya ocurrido algún evento predeterminado.

Una RTU, como se muestra en la figura 1.4, está constituida por los siguientes tres módulos principales:

1. De soporte.- Integrado por:
 - Puerto de comunicaciones.
 - Fuente de poder
 - CPU
 - Memoria.
2. Digitales.- Manejan señales que tienen solamente dos estados (On/Off, Abierto/Cerrado, etc.)
 - Entradas digitales
 - Salidas digitales
 - Entrada de pulsos
3. Analógicos.- Como se indicó manejan señales que se encuentran en los rangos de 0-5 V_{DC} ó 4-20 mA.
 - Entradas analógicas
 - Salidas analógicas.

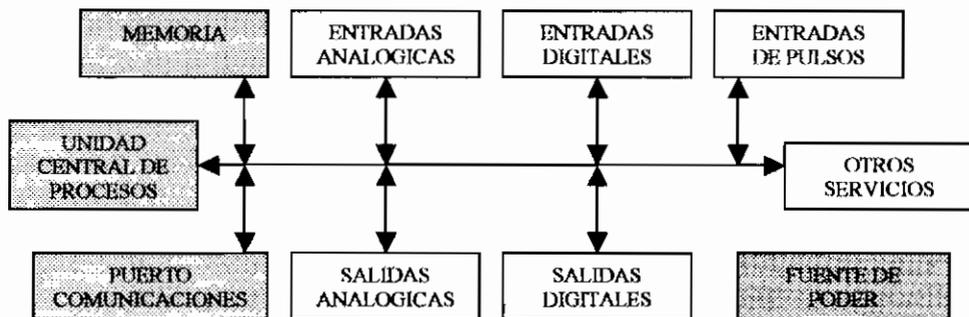


Figura 1.4.- Diagrama de bloques básico de una RTU

1.3.1.1. Funciones principales de una RTU.

A continuación se describen las funciones principales que puede realizar una RTU, desde el punto de vista de las señales que procesa.

1.3.1.1.1. Adquisición de señales de estado.

Toma datos que indican la ocurrencia o no ocurrencia de un evento, por ejemplo, el estado abierto o cerrado de contactos; estos eventos son representados como

1.3.2.1. Componentes físicos de la Estación Maestra

Los principales componentes de una Estación Maestra son:

- **Sistemas de Computación Central.-** Constituido por uno o más computadores, los que poseen características que están acorde a los requerimientos del sistema, por ejemplo: velocidad de procesamiento, tiempo de acceso a la memoria principal, memoria cache, etc. Existiendo la posibilidad de ser ampliados.



Figura 1.9.- Estación Maestra tipo.

- **Sistema de computación dual.-** Consiste de dos mitades, cada una con uno o más computadores y periféricos redundantes. La redundancia del sistema de computación da como resultado una gran confiabilidad.

Cada mitad o sistema puede trabajar en dos configuraciones: maestro/esclavo o en paralelo.

En la configuración maestro/esclavo, el un sistema tiene a cargo la operación de todo el proyecto, es decir opera como maestro, mientras el otro sistema que actúa como esclavo se encuentra listo para asumir el trabajo del maestro en caso de una falla. Esto implica que el sistema esclavo debe mantener actualizada su base de datos. Se suele emplear al sistema esclavo para entrenamiento del personal.

nivel de responsabilidad. Una de las consolas abarca todo lo que es comandos de operación y control del sistema, otra de ellas puede asumir una parte del mismo o tomar la posta al anterior en caso de falla.

Existe una tercera consola virtual, la que puede ser un computador portátil en un lugar remoto desde donde se puede tener acceso a las funciones principales del sistema SCADA y a la base de datos.

Para disponer de un poder de notificación mayor, es recomendable que se tengan sistemas de alarmas visuales y audibles.

En función del software y hardware que se este empleando, el interfaz hombre-máquina será más o menos sofisticado, pero deberá cubrir funciones básicas de seguridad, simplicidad y flexibilidad.

- ✓ **Seguridad.**- Un comando puede ser designado involuntariamente, por lo tanto se suele preguntar si en realidad se desea ejecutar dicho comando, a esta técnica se la suele denominar " verificar antes de operar".
- ✓ **Simplicidad.**- Se debe disponer de cuadros de diálogo suficientemente legibles, disposición de menú en pantalla; contrastado, fácil de recordar, con una coloración de acuerdo al grado de importancia, ubicación de teclados, etc.
- ✓ **Flexibilidad.**- Depende de las condiciones de diseño, grado de sofisticación y modularidad del software, para que los detalles de los diálogos estén en función de los datos disponibles.

En el interfaz hombre – máquina, el diálogo se realiza con la presentación en pantalla de diagramas **On Line**, información tabular, lista de estados, muestreo de eventos, además de información impresa por impresoras o plotters.

- **Sala de control.-** La sala de control debe garantizar un ambiente de trabajo agradable para el personal y ser altamente funcional.

La sala deberá contar con un sistema de iluminación óptima, una temperatura ambiental y humedad adecuada, el diseño de sillas y mesas debe ser anatómico, la distribución de la sala debe dar suficiente espacio para movilización del operador, la ubicación de los diferentes equipos no debe ser obstruyente entre si.

1.3.2.2. Funciones principales de la Estación Maestra.

Entre otras son las que se señalan a continuación:

- ✓ Recepción y depuración de los datos adquiridos.
- ✓ Supervisión y control.
- ✓ Almacenamiento de la información.
- ✓ Entregar información a: operadores, planificadores, diseñadores y administradores.
- ✓ Integración y comunicación con otros centros de control dentro de la misma compañía.
- ✓ Comunicación con RTU u otros centros de automatización.

1.3.2.3. Criterios de diseño de la Estación Maestra.

En el sistema se debe tener en cuenta los siguientes criterios.

- ✓ Ser abierto para todo tipo de usuarios, a otras aplicaciones, capacidad de admitir hardware y software heterogéneo y de múltiples fabricantes.
- ✓ Ser integral desde el punto de vista de la información.
- ✓ Sistema escalable, para permitir un crecimiento acorde a su evolución.
- ✓ Distribuido, para soportar configuraciones ajustadas a sus necesidades.
- ✓ Confiable, mediante la redundancia de equipos, datos y funciones.
- ✓ Ser rentable, para recuperar la inversión en tiempos relativamente cortos.
- ✓ Disponibilidad al cien por ciento.

1.3.3.1. Sistema Operativo en Tiempo Real

Debido a la variedad de operaciones que debe realizar una CPU, se requiere un Sistema Operativo en Tiempo Real, para que el sistema se mantenga ocupado todo el tiempo. Empleando interrupciones, cada uno de los procesos son atendidos de acuerdo a su prioridad, y debido a ello, el Sistema Operativo debe reservar recursos en memoria para grabar un proceso que ha sido suspendido por la necesidad de atender a una solicitud de interrupción de alguna función de mayor prioridad.

Las principales funciones de este módulo son:

- Distribución y asignación de recursos entre los procesos.
- Comunicación entre procesos, ya sea por base de datos o por medio de canales abstractos.
- Manejo del BIOS.

El Sistema Operativo en Tiempo Real deberá disponer básicamente de los soportes necesarios, para poder operar lo siguiente:

- **Software de diagnóstico.-** Establece las condiciones del software y del hardware en general.
- **Software de comunicación para sistemas duales.-** Sirve para la comunicación entre los dos sistemas y la actualización de la base de datos en OFF LINE u ON LINE.
- **Lenguajes de programación.-** Se suelen emplear distintos lenguajes de alto nivel dependiendo del fabricante de los equipos elegidos, actualmente se tiende a estandarizar con el lenguaje ADA desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.
- **Base de Datos en Tiempo Real.-** La base de datos constituye una gran fuente de información, contendrá información ordenada y clasificada de múltiples procesos, dicha información puede ser empleada por otro proceso.

- Reenvía la información para múltiples sitios remotos (llamados punto a punto) para activar funciones de control en un área global, por ejemplo, si el nivel del tanque en un sitio determinado alcanza 50 pies, enciende la bomba en otro sitio específico. Estas acciones se programan de acuerdo a la configuración y necesidades en particular de la red.
- Controla lógicamente el funcionamiento de las bombas para el sistema completo o para parte del sistema, por ejemplo, controla la presión de cabecera de una línea permitiendo que sólo cierto número de bombas en la línea funcionen al mismo tiempo (llamado ecualización de flujo). Naturalmente, el nivel alto y otras alarmas tienen prioridad.

1.3.4 SISTEMAS DE ENLACE

En todo sistema SCADA las telecomunicaciones constituyen la parte fundamental, especialmente el sistema de enlace Estación Maestra, RTU, así como también la red local interna de la ME. Las telecomunicaciones representan el proceso de transferir, interpretar o procesar información entre personas, lugares o máquinas situadas en general a grandes distancias. Para las telecomunicaciones existen varios medios de transmisión, que de acuerdo a la ubicación, facilidades y costos, se puede determinar cual de ellos emplear. Dentro de los medios de transmisión se distinguen cuatro conceptos relacionados entre sí: velocidad de transmisión, ancho de banda, ruido, tasa de bits errados.



Figura 1.11.- Instalación en exteriores de una RTU, donde se aprecia una antena Yagui para radiocomunicaciones.

En la figura 1.11 se muestra una estación remota y su equipamiento para las comunicaciones, tal como son el mástil y la antena, para una comunicación no guiada.

1.3.4.1 Medios de Transmisión Guiados.

Un medio de transmisión, en general constituye la trayectoria entre transmisor y receptor. Los medios de transmisión se pueden clasificar en medios "guiados" y medios "no guiados", donde los primeros emplean como enlace un medio físico palpable diferente del aire, como por ejemplo par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, etc.

1.3.4.1.1. Par Trenzado.

Para muchas aplicaciones es menester tener una conexión física, el medio de transmisión más viejo y todavía el más común es el par trenzado. Un par trenzado consiste en dos alambres de cobre aislados, por lo regular de 1 mm de diámetro. Los alambres se trenzan en forma helicoidal, igual que una molécula de DNA. El propósito de torcer los alambres es reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos, ya que dos alambres paralelos constituyen una antena simple; un par trenzado no.

La aplicación más común del par trenzado es en el sistema de teléfonos. Casi todos los teléfonos se conectan a la central telefónica por un par trenzado. Se pueden tener varios kilómetros de par trenzado sin necesidad de amplificación, pero se requiere repetidoras para distancias mayores. Cuando muchos pares entrelazados corren distancias sustanciales en paralelo, se atan en un haz y se forran con una funda que los protege. Los pares de estos haces interferirían unos con otros si no fuera por el entrelazamiento.

Los pares trenzados se pueden usar tanto para transmisión analógica como digital. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia, pero en muchos casos se pueden lograr varios megabits/seg durante algunos kilómetros. Los pares entrelazados se usan ampliamente debido a su rendimiento adecuado y a su bajo costo.

Debido a las desventajas de la línea conmutada no constituye la mejor decisión para la transmisión de datos, aunque no queda eliminada. La relación señal a ruido se puede mejorar utilizando pares telefónicos torcidos blindados, y la disponibilidad se puede mejorar con canal y línea redundantes.

1.3.4.1.1.2. Línea Telefónica Dedicada.

Las líneas dedicadas no necesitan del proceso que sigue una central para establecer una conmutación, y por ende entregar un canal de enlace, en este caso, él está disponible durante las horas dedicadas, no posee señalización. El propio DCE (modém) se encarga de generar una señal de notificación al DCE en el otro extremo, el nodo de origen envía una señal audible al otro extremo "timbre automático".

Este servicio puede solicitarse a una empresa de teléfonos, la misma que puede disponer de las siguientes modalidades:

- Dos pares conductores de audio, para una distancia aproximada de 20 Km. El ancho de banda es bajo dependiendo de la longitud del cable, además tiene los inconvenientes antes mencionados para una línea telefónica conmutada.
- Circuito de baja velocidad a bajo costo, de 50 a 200 bps.
- Circuitos de grupos y súper grupos de (60 a 108 kHz) y (312 a 552 kHz) respectivamente.
- Circuitos digitales, son los más difundidos, debido a su mayor utilización en las compañías de teléfonos. Andinatel en el Ecuador tiene como meta dotar de este servicio digital a cualquier usuario que no necesariamente utilice línea dedicada.

1.3.4.1.2 Cable Coaxial de Banda Base.

Otro medio de transmisión común es el cable coaxial, este cable tiene mejor blindaje que el par trenzado, así que puede abarcar tramos más largos a velocidades mayores. Son dos las clases de cable coaxial más utilizadas. Una clase, el cable de 50 ohms, se usa comúnmente para transmisión digital y es el

contener circuitos electrónicos para convertir la corriente de bits saliente en una señal analógica y la señal analógica entrante en una corriente de bits. Dependiendo del tipo de estos circuitos, 1 bps puede ocupar aproximadamente 1 Hz de ancho de banda. A frecuencias más altas pueden transmitirse muchos bits por Hz si se emplean técnicas de modulación avanzadas.

Los sistemas de banda ancha se dividen en múltiples canales, cada canal puede servir para televisión analógica (6 MHz), audio de calidad de disco compacto (1.4 Mbps), o una corriente digital de bits independiente de las otras, por ejemplo a 3 Mbps. La televisión y los datos se pueden mezclar en un cable.

Una diferencia clave entre la banda base y la banda ancha es que los sistemas de banda ancha normalmente cubren un área mayor y, por tanto, necesitan amplificadores analógicos para reforzar la señal en forma periódica. Estos amplificadores solamente pueden transmitir señales en una dirección, de modo que una computadora que esté enviando un paquete no será capaz de comunicarse con una computadora situada "corriente arriba" de ella si entre ellas hay un amplificador. Para superar este problema se han desarrollado dos tipos de sistemas de banda ancha: sistemas de cable dual y de cable sencillo.

Los sistemas de cable dual tiene dos cables idénticos que corren en paralelo, uno junto al otro. Para transmitir datos, la computadora envía los datos por el cable 1, que conduce a un dispositivo llamado head-end en la raíz del árbol de cables. A continuación, el head-end transfiere la señal al cable 2 para transmitirla de regreso por el árbol. Todas las computadoras transmiten por el cable 1 y reciben por el cable 2.

El otro esquema asigna diferentes bandas de frecuencia para comunicación entrante y saliente en un cable sencillo. La banda de frecuencia baja se usa para la comunicación de las computadoras al head-end, el cual cambia después la señal a la banda de alta frecuencia y la vuelve a difundir.

La banda ancha se puede usar de varias maneras. Se puede asignar un canal permanente a algunos pares de computadoras para su uso exclusivo. Otras computadoras pueden solicitar un canal para una conexión temporal a través de

un canal de control y luego cambiar sus frecuencias a ese canal mientras dura su conexión. Otro arreglo consiste en hacer que todas las computadoras compitan por el acceso a un canal o a un grupo de canales.

1.3.4.1.4 Fibra Óptica.

Este medio de transmisión tiene un gran ancho de banda, así como una casi total inmunidad al ruido y a la interferencia electromagnética. Su atenuación es prácticamente nula. Un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector. Convencionalmente, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultradelgada. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Al conectar una fuente de luz en un extremo de una fibra óptica y un detector en el otro, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por pulsos de luz, y después reconvierte la salida a una señal eléctrica en el extremo receptor.

Este sistema de transmisión tendría fugas de luz y sería inútil en la práctica excepto por un principio interesante de la física. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, por ejemplo de sílice fundida al aire, el rayo se refracta (se dobla) en la frontera de la sílice y el aire. El rayo de luz que incide en la frontera con un ángulo α_1 , emerge con un ángulo β_1 . El grado de refracción depende de las propiedades de los dos medios (en particular, de sus índices de refracción). Para ángulos de incidencia por encima de cierto valor crítico, la luz se refracta de regreso a la sílice; ninguna función escapa hacia el aire. Así, un rayo incidente con un ángulo igual o mayor que el crítico queda atrapado dentro de la fibra, y se puede propagar por muchos kilómetros virtualmente sin pérdidas.

Puesto que cualquier rayo de luz que incida en la frontera con un ángulo mayor que el crítico se reflejará internamente, muchos rayos estarán rebotando dentro de la sílice con ángulos diferentes. Se dice que cada rayo tiene un modo diferente, y una fibra que tiene esta propiedad se denomina fibra multimodal.

Por otro lado, si se reduce el diámetro de la fibra a unas cuantas longitudes de onda de la luz, la fibra actúa como una guía de ondas y la luz se puede propagar

Característica	LED	Semiconductor láser
Velocidad de datos	Baja	Alta
Modo	Multimodo	Multimodo o modo único
Distancia	Corta	Larga
Tiempo de vida	Vida larga	Vida corta
Sensibilidad a la temperatura	Baja	Considerable
Costo	Bajo	Elevado

Tabla 1.1.- Comparación de láser semiconductores y LED como fuentes de luz.

El extremo receptor de una fibra óptica consiste en un fotodiodo que emite un impulso eléctrico cuando incide la luz. El tiempo de respuesta normal de los fotodiodos es de 1 ns, lo que limita la velocidad de datos a cerca de 1 Gbps.

1.3.4.2 Medios de Transmisión No Guiados

Estos medios de transmisión emplean al aire o a la atmósfera como medio de enlace entre transmisor y receptor. Los medios de transmisión no guiados pueden ser por ejemplo radiotransmisión, microondas terrestres, microonda satelital, etc.

1.3.4.2.1. Radio transmisión.

Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden viajar distancias largas y penetrar edificios sin problemas, de modo que se utilizan mucho en la comunicación, tanto en interiores como en exteriores. Las ondas de radio también son omnidireccionales, lo que significa que viajan en todas direcciones desde la fuente, por lo que el transmisor y el receptor no tienen que alinearse con cuidado físicamente.

Las propiedades de las ondas de radio dependen de la frecuencia. A bajas frecuencias, las ondas de radio cruzan bien los obstáculos, pero la potencia se reduce drásticamente con la distancia a la fuente. A frecuencias altas, las ondas de radio tienden a viajar en línea recta y a rebotar en los obstáculos. También son absorbidas por la lluvia. En todas las frecuencias, las ondas de radio están sujetas a interferencia por los motores y otros equipos eléctricos.

es que no se necesita derecho de paso; basta comprar un terreno pequeño cada 50Km y construir en él una torre de microondas.

Las microondas también son relativamente baratas, ya que instalar dos torres sencillas y poner antenas en cada uno, puede costar menos que enterrar 50Km de fibra a través de un área urbana congestionada o sobre una montaña.

1.3.4.2.3. Satélites de Comunicaciones.

En la década de 1950 y al inicio de la de los 60, se hicieron intentos por establecer sistemas de comunicación rebotando señales en globos meteorológicos metalizados. Desafortunadamente, las señales recibidas eran muy débiles para tener uso práctico. Después se notó en el cielo una especie de globo meteorológico permanente (la Luna) y se construyó un sistema funcional de comunicación entre barcos y tierra firme rebotando señales en ella.

El progreso en el campo de la comunicación celestial tuvo que esperar hasta el lanzamiento del primer satélite de comunicaciones en 1962. La diferencia clave entre un satélite artificial y uno real es que el artificial puede ampliar las señales antes de devolverlas, convirtiéndolo en un potente sistema de comunicación.

Un satélite de comunicaciones se puede ver como una gran repetidora de microondas en el cielo. Un sistema de satélite consiste de un transponder, una estación basada en tierra, para controlar su funcionamiento y una red de usuario, de las estaciones terrestres, que proporciona las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite. El satélite contiene varios transpondedores, cada uno de los cuales capta alguna porción del espectro, amplifica la señal de entrada y después la redifunde a otra frecuencia para evitar la interferencia con la señal de entrada. Los haces retransmitidos pueden ser amplios y cubrir una fracción sustancial de la superficie de la Tierra, o estrechos y cubrir un área de sólo cientos de kilómetros de diámetro.

Las transmisiones de satélite se catalogan como **bus** o **carga útil**. La de bus incluye mecanismos de control que apoyan la operación de carga útil. La de carga útil es la información del usuario que será transportada a través del sistema.

Un satélite pasivo es el que simplemente refleja una señal de regreso a la Tierra; no hay dispositivos de ganancia a bordo, para amplificar o repetir la señal. Un satélite activo es el que de manera electrónica, repite una señal a la Tierra (por ejemplo, recibe, amplifica y retransmite la señal). Una ventaja de los satélites pasivos es que no requieren de equipo electrónico sofisticado a bordo, aunque no necesariamente están sin potencia. Algunos satélites pasivos requieren de un transmisor de guía de radio para propósitos de rastreo y rangos. Una guía es una portadora no modulada transmitiendo continuamente a la cual una estación terrestre se puede unir y usar para alinear sus antenas o para determinar la ubicación exacta del satélite. Una desventaja de los satélites pasivos es el uso ineficiente de la potencia transmitida.

1.3.4.2.3.1. Satélites Orbitales

Se dicen satélites orbitales o no síncronos a los satélites que giran alrededor de la Tierra en un patrón elíptico o circular de baja altitud. Si el satélite está girando en la misma dirección que la rotación de la Tierra y a una velocidad angular superior que ésta, la órbita se llama *órbita progrado*. Si el satélite está girando en la dirección opuesta a la rotación de la Tierra o en la misma dirección, pero a una velocidad angular menor que ésta, tenemos una *órbita retrógrada*. Consecuentemente, los satélites no síncronos no permanecen estacionarios con relación a ningún punto en particular de la Tierra. Por lo tanto estos de satélites están disponibles un corto período de tiempo, además se requiere equipo complicado y costoso para el rastreo en las estaciones terrestres. Cada estación terrestre debe localizar el satélite conforme está disponible en cada órbita y después unir su antena al satélite y localizarlo cuando pasa por arriba. Una ventaja de los satélites orbitales es que no se necesita a bordo los motores de propulsión para mantenerlos en sus órbitas respectivas.

En beneficio de la ciudad, la EMAAP-Quito reestructuró esta clasificación, independizando a las zonas rural y urbana, y en los dos casos se subdividirá en tres distritos, con el propósito de contar con una mejor organización y así brindar una mejor atención a la comunidad.

El crecimiento poblacional urbano, exige un incremento de los recursos humanos y mecánicos, así como su tecnificación para satisfacer adecuadamente la demanda actual y futura.

2.1.4. EVOLUCION.

La década de los 90 constituye la gran fase de aceleración de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado hacia el futuro. Durante más de 40 años se había venido debatiendo en esfuerzos de supervivencia, administrando bajo el principio del menor costo posible. Entonces llegó a la Alcaldía de Quito un hombre visionario y realista, Don Rodrigo Paz Delgado, quien secundado por el Gerente le dio un espíritu empresarial de costo-beneficio. A partir de entonces la EMAAP-Quito fue tomando conciencia de que el agua potable es un recurso NO RENOVABLE que debe ser administrado bajo los más sanos criterios empresariales; es decir, buscando producir agua de alta calidad por la cual la población pague una tarifa adecuada que no solo cubra los costos, sino que permita afrontar el futuro exigente que plantea toda metrópoli con altas tasas de crecimiento.

EMAAP-Quito trató siempre de andar al paso de las últimas tecnologías gerenciales. Ya en 1995 emprendió el proceso de Planeación Estratégica bajo asesoría privada, poniéndose a la delantera de todas las empresas públicas del país en un terreno aparentemente reservado a las empresas privadas.

No escatimó recursos para disponer de una sólida infraestructura informática en hardware y software, ejecutando proyectos de largo aliento como por ejemplo, el Proyecto La Mica Quito Sur que suministrará agua potable al sur de Quito hasta el año 2.025.

El sistema de abastecimiento de agua potable de una ciudad comprende varias fases entre la fuente de agua cruda y la conexión domiciliar de agua potable, como se puede observar en la figura 2.1.

Entre ellas están la etapa de captación, la de potabilización, la de transmisión, la de distribución, etc.

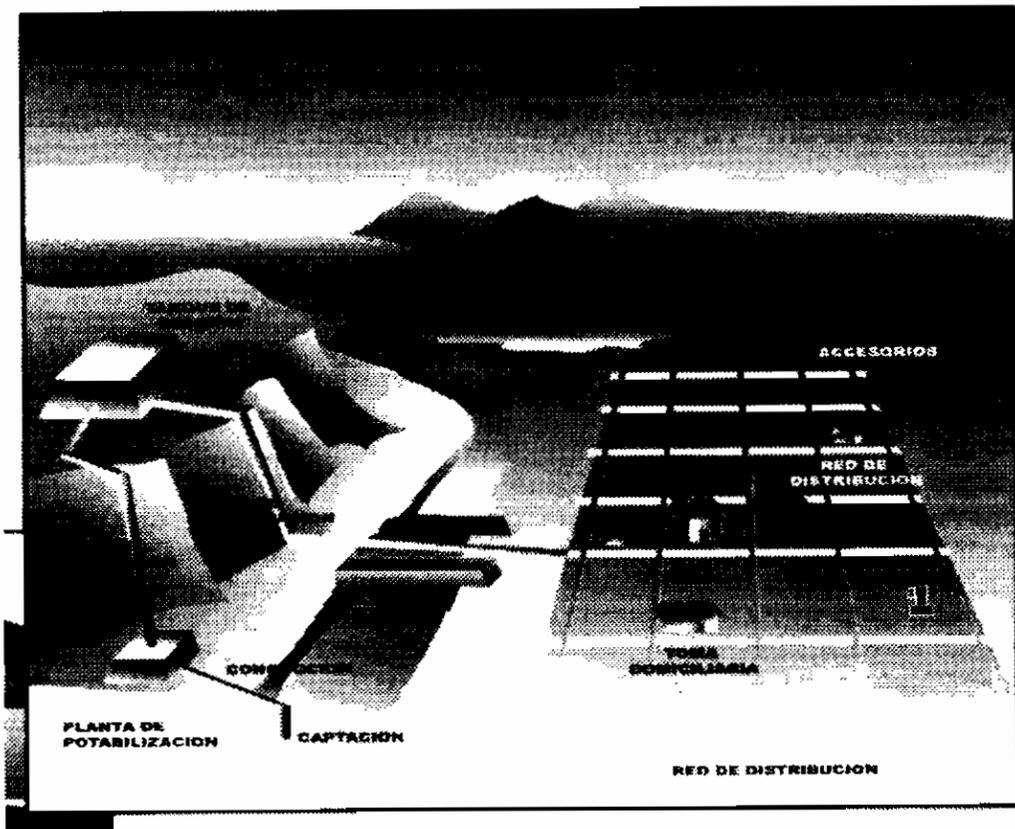


Figura 2.1. En la figura se muestra un sistema completo implantado para la captación, tratamiento y distribución de agua potable.

Dentro de la organización funcional de la EMAAP-Quito las distintas etapas por las que el producto, agua, pasa antes de llegar a los domicilios de la ciudad están reconocidas por los denominados sistemas; siendo ésta también la forma en la que se nombran a los distintos proyectos de los cuales se toma el recurso natural.

2.1.7.1. Sistemas actuales de abastecimiento de agua.

▪ SISTEMAS Y CAUDALES AREA CONSOLIDADA DE QUITO

Sistemas y Caudales Area Consolidada de Quito

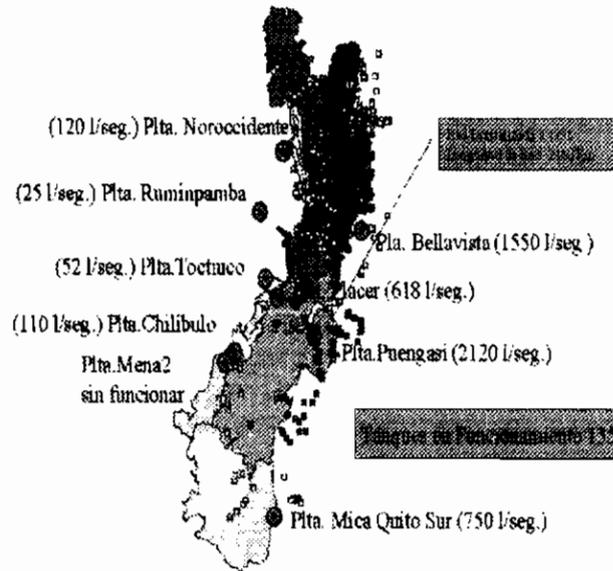


Figura 2.2.

▪ ZONA DE SERVICIO EN AREA CONSOLIDADA Y PARROQUIAS URBANAS



Figura 2.3

- BELLAVISTA

BELLAVISTA

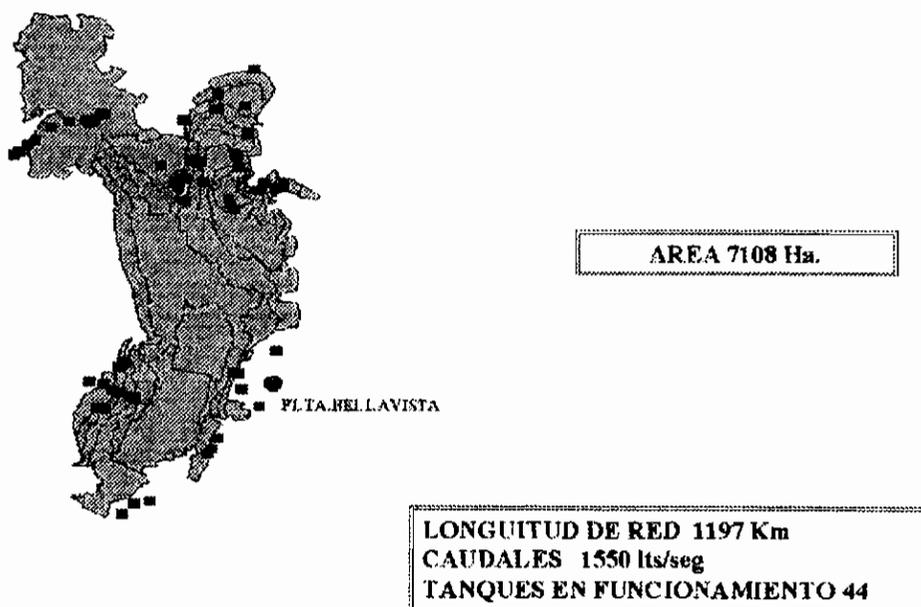


Figura 2.4

- NOROCCIDENTE

NOR-OCCIDENTE

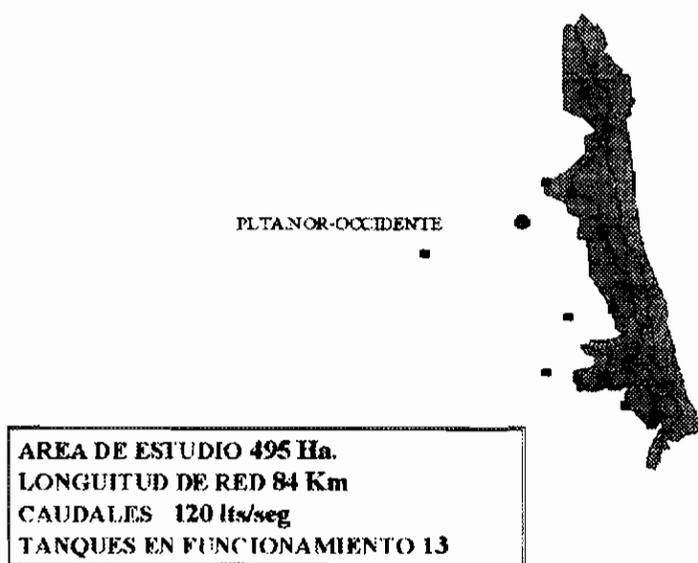


Figura 2.5

- RUMIPAMBA

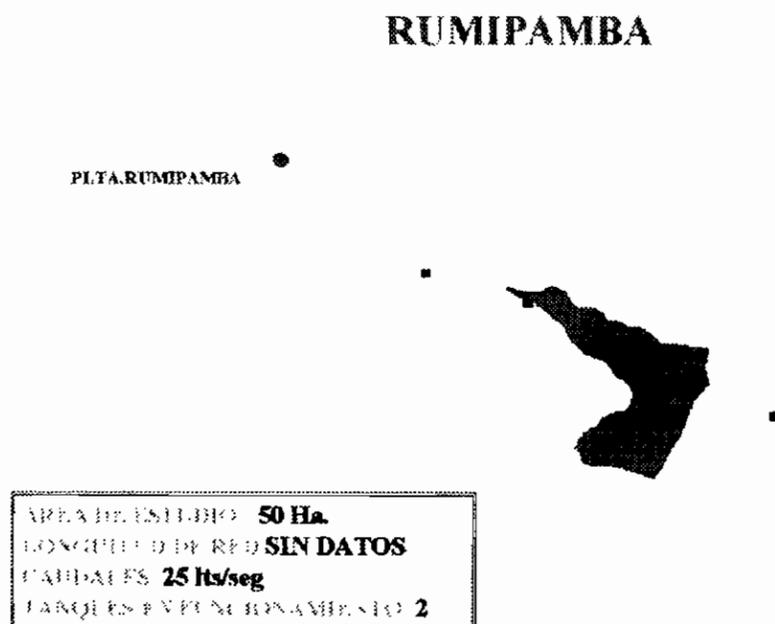


Figura 2.6

- SISTEMA PUENGASI-PLACER

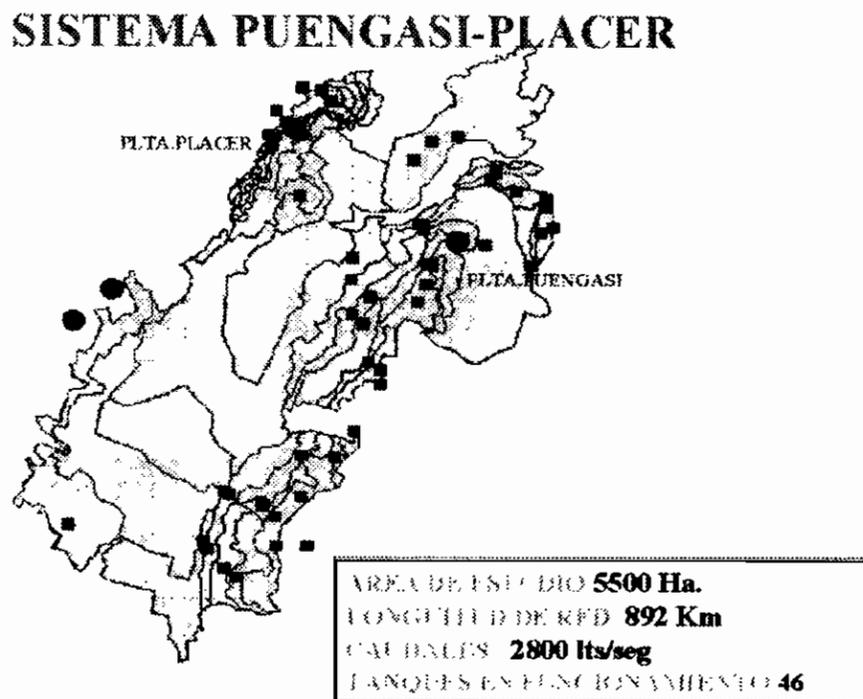


Figura 2.7

- LLOA

Permite el mejoramiento y la expansión del servicio de agua potable para los sectores Centro y Suroccidente de Quito, se construyó con el aporte del Gobierno Japonés más una inversión aportada por la propia EMAAP-Quito. Este proyecto estuvo al servicio de la comunidad el 7 de marzo de 1998. Este proyecto ahorra los costos de tratamiento, incrementa 350 litros por segundo al caudal que recibe la planta de tratamiento de El Placer y garantiza el suministro y la calidad del líquido vital que reciben las familias que habitan en barrios como: Santa Rosa, Venceremos, Cristo Rey, Eugenio Espejo, Reino de Quito, Ciudadela Tarqui, Quito Occidental, Miraflores, La Colmena, San Roque, El Tejar y otros cercanos.

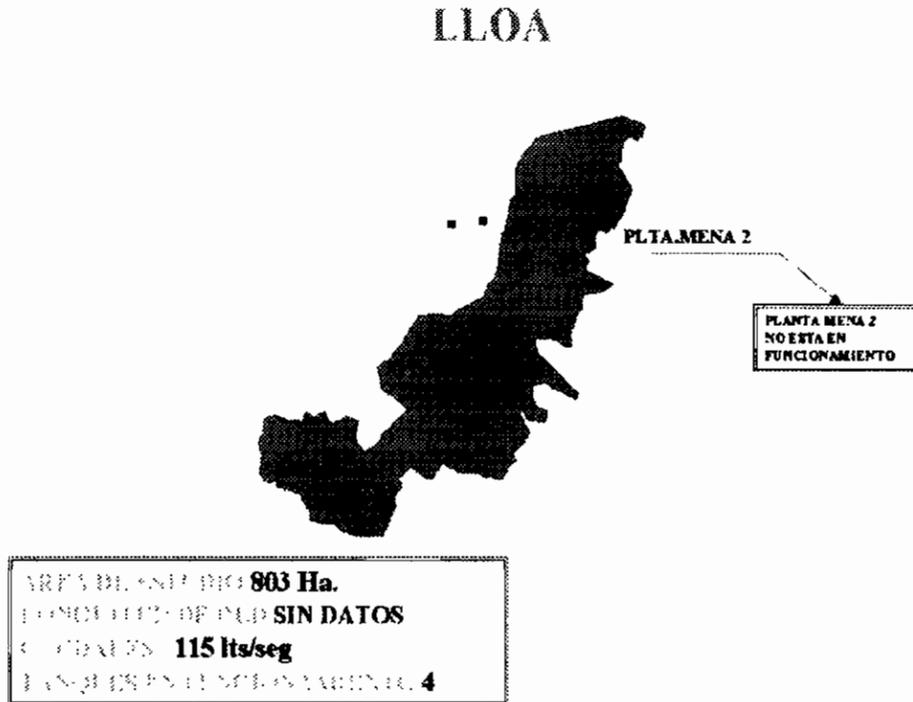


Figura 2.10

★ Sistema Papallacta.-

Este sistema, que abastece la planta de tratamiento de Bellavista, fue construido en 1989 y es la principal fuente de abastecimiento actual de Quito. Las fuentes de producción se localizan al suroriente de Quito, en la margen oriental de la Cordillera por lo que requieren de tres estaciones de bombeo y de un túnel para cruzar hacia el corredor interandino. En la Tabla 2.1. se resumen sus características:

Componente	Descripción	Capacidad m ³ /seg	
Captaciones	Rio Blanco	0.80	
	Tuminguina	2.20	
	Papallacta	4.65	
	Sucos y San Juan	0.68	
Reserva de agua	cruda 38000 m ³		
Estaciones de bombeo	Elevadora	3.20	
	Booster 1	3.20	
	Booster 2	3.20	
Conducciones	Rio Blanco-Reservorio	30" acero	0.80
	Rio Tuminguina-Reservorio	48" acero	2.20
	Rio Papallacta-Reservorio	75" acero	4.65
	Sucos/San Juan-Túnel	16" / 24" acero	0.68
	Reservorio-Booster 1	48", L=600m. acero	3.20
	Booster 1 - Booster 2	48", L=3947m. acero	3.20
	Booster 1 - Túnel	48", L= 2139m. acero	3.20
	Túnel Quito	Ø 3.35 m, L=6100 m	19.00
	Túnel Quito - Hidroeléctrica	48", L=10310m. acero	4.80
	Hidroeléctrica-Planta Bellavista	48", L=25550 m. acero	3.37
Estación recuperadora	14.7 mw		

Tabla 2.1. Características principales del sistema Papallacta.

★ Sistema Pita-Puengasí.-

Este sistema es la fuente de abastecimiento de la planta de Puengasí y el segundo sistema de abastecimiento de Quito en orden de importancia, aportando un caudal promedio del orden de 2.0 m³/seg. Además de abastecer totalmente a la planta de Puengasí, suministra aproximadamente 380 l/seg que se trata en la planta de El Placer. Las fuentes de producción se localizan al suroriente de Quito, en las faldas del volcán Cotopaxi.

★ Sistema Lloa.-

Este sistema abastece a la planta de tratamiento de El Placer. Produce un caudal aproximado de 300 l/seg. El sistema opera a máxima capacidad de las fuentes y en la época seca y a máxima capacidad del sistema de conducción en la época de lluvias. Fue construido hace más de 40 años. Las fuentes se ubican entre el volcán Pichincha y las montañas del Atacazo, entre los 3100 y los 3250 msnm. La mayor parte del sistema es aprovechado por gravedad, aunque dos fuentes se incorporan por bombeo.

★ Sistema Atacazo.-

Este sistema abastece a la planta de tratamiento de El Placer y suministra aproximadamente 200 l/seg. Las fuentes que lo abastecen se ubican al suroeste de Quito, en la zona de la montaña del Atacazo, a elevaciones entre 3600 msnm y 3750 msnm. El sistema fue construido hace unos cuarenta años. La totalidad del sistema es aprovechado por gravedad.

★ Sistema Pichincha.-

Este sistema abastece a la planta de tratamiento de El Placer y suministra aproximadamente 80 l/seg. Antes del abastecimiento a la planta de El Placer el sistema abastece con 70 l/seg a la planta de Toctiuco, por lo que el caudal que llega a El Placer es escaso la mayor parte del año.

★ Sistema Noroccidente.-

Este sistema es la fuente de abastecimiento de la planta de Noroccidente, con una producción promedio del orden de 140 l/seg, aunque su capacidad de diseño es de 380 l/seg. Las fuentes de producción se localizan al noroccidente de Quito, en la vertiente occidental del volcán Pichincha, entre las elevaciones 3620 msnm y 3580 msnm. El sistema es abastecido en su totalidad por varias quebradas y

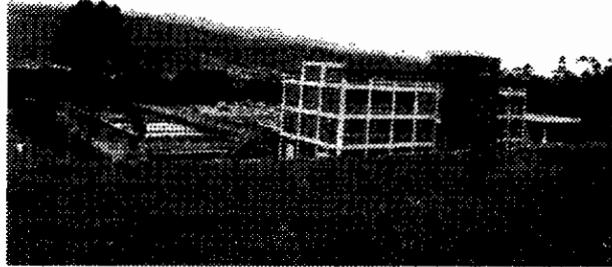


Figura 2.12.- Planta Bellavista

✓ **Planta Puengasí**

Ubicación:

Av. General Rumiñahui y calle Juan José Guerrero (Vía a los Chillos).

Producción:

5 millones de m³/mes

Sistema de Tratamiento:

Floculación, clarificación, filtración y desinfección



Figura 2.13.- Planta Puengasí

✓ **Planta El Placer**

Ubicación:

Calle El Placer y Fray P. Pecedor.

Producción:

2 millones de m³/mes

Sistema de Tratamiento:

Floculación, sedimentación, filtración y desinfección

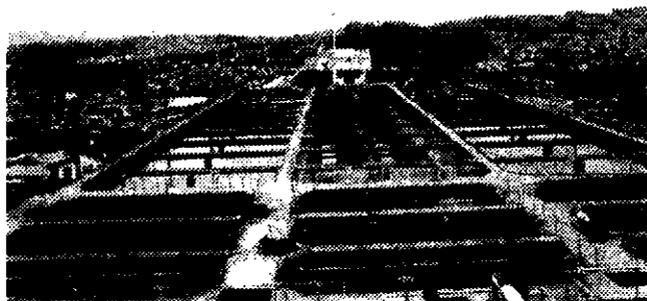


Figura 2.14.- Planta El Placer

✓ **Planta Noroccidente**

Ubicación:

Bernardo de Legarda, Barrio La Pulida

Producción:

400 mil m³/mes

Sistema de Tratamiento:

Floculación, sedimentación, filtración y desinfección



Figura 2.15.- Planta Noroccidente.

✓ **Planta El Troje**

Ubicación:

Sector Guamaní, Vía Caminos del Inca.

Producción:

En período de prueba.

Sistema de Tratamiento:

Floculación, clarificación, filtración y desinfección.



Figura 2.16.- Planta El Troje.

✓ **Planta Conocoto**

Ubicación:

Urb. La Armenia, Calle los Arupos, lote 1018 Teléfono: 340165

Producción:

500 mil m³/mes.

Sistema de Tratamiento:

Floculación, sedimentación, filtración y desinfección.



Figura 2.17.- Planta Conocoto.

2.1.7.4. Sistema de Transmisión.

Se define como el sistema de transmisión, aquel que conduce el agua desde los sistemas de suministro, después de ser tratada, a los diferentes tanques, sean estos rompe-presión o de almacenamiento. Básicamente, este sistema depende de las cuatro plantas de tratamiento principales: Bellavista, Puengasí, El Placer y Noroccidente, aunque esta última contribuye en una cantidad porcentual muy baja con respecto a los tres primeros.

En la Tabla 2.3. se detallan las características principales de todas las líneas de transmisión.

No	Línea de transmisión	Diámetro	Longitud (m)	Material	Inicio	Final	Sistema de impulsión
1	P.T. Bellavista - Tanque No. 5	1200 mm 800 mm	5642 3458	acero	P.T. Bellavista	Tanque No. 5	a gravedad
1.1	Cruce - Tanque No. 13 Collaloma	32" 14"	55.90 43.30	acero	Cruce	Tanque No. 13 Collaloma	*
1.2	Cruce - Tan. No. 10 Ponciano Alto No.2	16"	543	acero	Cruce	Tanque No. 10 Carcelén	a gravedad
2	P.T. Noroccidente T. Noroccidente Alto	24"	656	acero.	P.T. Noroccidente	T. Noroccidente	a gravedad
3	P.T. Bellavista - T. Bellavista Medio	22"	1138	acero	P.T. Bellavista	T Bellavista Medio	a gravedad
4	Bellavista Alto - Bellavista Medio Chaupicruz	24" 14" 16" + 14"	500 3685 515	acero ASTM a283d	T Bellavista Alto	T. Chaupicruz	a gravedad
5	P.T. Bellavista - Bellavista Alto	26"	1126	acero ASTM a283f	P.T. Bellavista	T. Bellavista Alto	a gravedad
6	T. Bellavista Alto T. Carolina Alto	34" 22"	1302 3283	acero	T Bellavista Alto	T. Carolina Alto	a gravedad
7	P.T. Puengasi - T. Bellavista Alto	34" 31"	2102 5177	acero API 5lx - x42	P.T. Puengasi	T. Bellavista Alto	a gravedad
8	Estación - T. Itchimbia	14"	1936	acero ASTM a283d	Estación	T. Itchimbia	a gravedad
9	P.T. Puengasi - T. Chiriacu Medio	30"	3092	acero ASTM a283c	P.T. Puengasi	T. Chiriacu Medio	a gravedad
10	P.T. Puengasi - P.T. El Placer	20"	4210	acero	P.T. Puengasi	T. El Placer	a gravedad
11	P.T. Puengasi T. Suroccidente	44" 40"	2830 7500	acero ASTM a283c	P.T. Puengasi	T. Suroccidente	a gravedad
12	T. Mena 2 - T. Solanda	26" 30"	3224 516	acero	T. Mena 2	T. Solanda	a gravedad

- Desde el cruce al tanque Collaloma Medio la transmisión es a gravedad y desde el tanque Collaloma Medio al tanque Collaloma Alto la transmisión es por bombeo.

Tabla 2.3.- Red principal – Líneas de transmisión.

La operación del sistema de transmisión es manual. Esto significa que diariamente se mueven una gran cantidad de válvulas a la entrada de los tanques, a fin de evitar su desborde o facilitar su llenado, los operadores actúan con el criterio de mantenerlos llenos y a la vez evitar su rebalse. Esta situación afecta el funcionamiento del sistema de transmisión, el uso de su capacidad óptima y la correcta operación de las plantas de tratamiento.

Varias de las líneas están trabajando interconectadas con las redes de distribución, lo cual dificulta la distribución adecuada del agua y provoca sobre presiones en algunas zonas del sistema.

2.1.7.5. Sistema de Distribución.

❖ Sistema de almacenamiento.

De los 119 tanques de almacenamiento que existen en la actualidad, 40 se pueden definir como principales, dado que reciben el agua directamente de las líneas de transmisión, y además contienen los volúmenes mayores; 79, con volúmenes menores, abastecen a los puntos de distribución de agua en la ciudad.

Luego del recorrido de todos los tanques del sistema se comprobó que algunos de ellos están operando inadecuadamente, principalmente por la falta de válvulas hidráulicas que impidan los desbordes de agua y aseguren que el sistema de transmisión trabaje apropiadamente. En la Tabla 2.4 se presenta un resumen de las conclusiones de la evaluación de los tanques, referido a la existencia y estado de las válvulas de altitud y la macro medición, fundamentales para que todo el sistema integrado funcione óptimamente.

Como se observa en la Tabla 2.4, prácticamente sólo el 15% de las válvulas de altitud funcionan, y el 38% de macro medidores tiene registro de caudales, situación que afecta, reiteramos, el funcionamiento del sistema de transmisión.

En cuanto al almacenamiento, la totalidad del volumen de 221926 m³, representa el 56% del volumen promedio diario producido.

Condición	Válvula de altitud					Macromedidor					Llevan registro				
	Principal		Secundar.		Total	Principal		Secundar.		Total	Principal		Secundar.		Total
	Nº	%	Nº	%	%	Nº	%	Nº	%	%	Nº	%	Nº	%	%
Existe	14	35	12	15	22	26	65	39	49	55					
No existe	26	65	67	85	78	14	35	40	51	45					
Dañado	5	13	3	4	7	7	18	10	13	21.5					
Bueno	9	23	9	11	15	19	48	29	37	40					
Registran						18	45	27	34	38	28	70	24	30	44
No registran						1	2.5	2	3	2.5	12	30	55	70	56

NOTA : Total de tanques evaluados 119, fuera de servicio 7.
 Tanques principales 40, fuera de servicio 1.
 Tanques secundarios 79, fuera de servicio 6.
 De los 7 tanques fuera de servicio, 4 están dañados, 2 fueron construidos hace dos años, y no están conectados y 1 está en construcción.

Tabla 2.4.- Resumen de conclusiones de la evaluación de tanques de reserva del sistema de agua potable de Quito.

Sin embargo, la distribución espacial presenta algunos faltantes, en algunos casos críticos, ya que ni siquiera existe almacenamiento para la regulación diaria. Este hecho es, quizás, el causante de que algunas de las plantas trabajen con fluctuaciones de caudal bastante significativas, lo que supone que las mismas están supliendo los máximos diarios y a veces los horarios. Esta situación se evidencia en dos de los sistemas principales, Bellavista y El Placer, donde los déficit alcanzan los 10000 m³ y 12000 m³ respectivamente, y además, explica por qué en las líneas de transmisión fluctúan los caudales como curvas horarias de abastecimiento.

❖ Redes de distribución (zonas de presión).

Con base en las redes actuales de la EMAAP-Q, el censo de 1990 y las proyecciones de población barrio por barrio, se determinó que la cobertura del abastecimiento de agua para Quito es de un 90%. La población servida actualmente, de acuerdo con estos porcentajes, es de unos 1.3 millones de habitantes.

Tomando en cuenta los datos recientes de facturación, y considerando el área de cobertura, se distribuyó el consumo actual por barrio. Esta distribución fue realizada también para los diferentes nudos de las redes de las zonas de presión, para poder correr el modelo hidráulico de las mismas. En la Tabla 2.5 se presenta un resumen de las conclusiones de las corridas de computadora.

- ✓ Solamente dos zonas, Carolina Alto y La Granja Bajo, están completamente aisladas, y satisfacen cabalmente sus demandas máximas, inclusive caudales de incendio.
- ✓ Existen otras 6 zonas que pueden abastecer los caudales máximos horarios, incluidos los de incendio. Estas zonas consumen un total de 950 l/seg, 26% del total.
- ✓ Existen 8 zonas que pueden suministrar su caudal máximo horario más el caudal de incendio, siempre y cuando están interconectadas con otras zonas de presión. Estas 8 zonas representan un caudal de 1050 l/seg, es decir el 30% del total del caudal consumido.

A pesar de existir interconexiones numerosas entre las zonas de presión, así como conexiones directas con algunas líneas de transmisión las zonas funcionan bien. Sin embargo, esta no es la situación ideal de operación, por lo que las zonas, tanto en teoría como en la realidad, deberán operar independientemente, o redefinirse, ya sea uniendo algunas de ellas mediante válvulas hidráulicas, o integrando parte de algunas de ellas con sectores ya definidos, de forma de aprovechar al máximo el almacenamiento actual y las redes actuales, en función de las necesidades futuras, de acuerdo con las etapas de planificación hasta el año 2025.

Está claro que el sistema de distribución está funcionando de forma satisfactoria, en parte gracias a la gran disponibilidad de agua con que se cuenta hoy en día en los sistemas de suministro. Dichos sistemas en determinados momentos suministran las demandas diarias máximas, y a veces incluso las máximas horarias, a través del sistema de transmisión, según se ha comprobado con las mediciones realizadas. Por ello, el sistema de almacenamiento no fluctúa a lo largo del día y prácticamente muchos de los tanques permanecen llenos o parcialmente llenos, sin cumplir su función primordial de regulación, lo cual se acentúa también por las interconexiones de las redes con el sistema de transmisión y los faltantes de almacenamiento en los sistemas principales.

Para operar en forma óptima, el sistema de abastecimiento de la ciudad de Quito, las líneas de transmisión deben trabajar con caudales constantes. Esto solo será

posible mediante la operación adecuada de los tanques principales, la eliminación o incorporación adecuada de las interconexiones a las redes de distribución, la redefinición de las zonas de presión, aunado todo ello al aumento del volumen de almacenamiento en los sectores que sufran de déficit. El sistema, además, deberá operar mediante un Centro de Control Operacional.

2.1.7.6. Sistema de Abastecimiento en las Parroquias.

Los sistemas de abastecimiento de agua de las parroquias presentan en la actualidad una deficiencia en cuanto a calidad, cantidad y continuidad del suministro de agua, a causa del poco mantenimiento que recibe la infraestructura existente y de la inexistencia de una adecuada operación del sistema que asegure una distribución eficiente a través de zonas de presión.

2.1.8. PROYECTOS FUTUROS EN EL AREA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE.

➤ **MICA QUITO SUR:**



Figura 2.22.- Proyecto Quito Mica Sur – El Troje.

Con la finalidad de atender con el servicio de agua potable a la zona del extremo sur de Quito, la EMAAP-Quito ha desarrollado el Proyecto La Mica Quito Sur, el cual permitirá que esta zona cuente con el servicio y de esta manera que su desarrollo sea sostenible.

Los barrios que actualmente se encuentran ubicados en el sector y los que se

desarrollarán, tendrán una cobertura hasta el año 2.025, es decir podrá atenderse con el proyecto a una población de 600.000 habitantes.

Este proyecto contempla: la captación y conducción de aguas de la zona del Volcán Antisana, su almacenamiento y regulación mediante una presa, su conducción de alrededor de 50 km. en tuberías de acero, túneles que permiten el trasvase de las aguas de la vertiente oriental a la vertiente central, una planta de tratamiento de agua potable, tanques de almacenamiento para regulación, tuberías de transmisión desde la planta de tratamiento hasta los diferentes tanques, redes de distribución de agua potable para los diferentes barrios incluyendo las conexiones topográficas para la generación de energía eléctrica.

▪ **Componentes del Proyecto:**

Central Hidroeléctrica El Carmen Presa La Mica y captaciones secundarias.

Línea de conducción y túneles.

Planta de Tratamiento el Troje

Líneas de transmisión y tanques.

Redes de agua potable y alcantarillado.

➤ **OPTIMIZACION DEL PROYECTO PAPALLACTA:**



Figura 2.23.- Proyecto Papallacta.

La ciudad de Quito, en los últimos años, ha tenido un gran empuje en cuestión de dotación de agua potable para la cobertura de la necesidad planteada por sus habitantes, sin embargo, el Sistema Papallacta depende del sistema Nacional

interconectado de energía eléctrica, el mismo que además es dependiente de las épocas lluviosas del país. Si bien Quito ha sido beneficiada con la entrega del

agua potable a partir del Sistema Papallacta en un período de casi 7 años, la eventual posibilidad de verse afectada por las fallas en el Sistema Eléctrico Nacional, conlleva a la necesidad de lograrse un nuevo Proyecto que al mismo tiempo de utilizar las obras del Sistema Papallacta (exceptuando el bombeo), entregue: un mayor caudal, mantenga una reserva para épocas de estiaje y al mismo tiempo produzca un aproximado de 15MW de energía, todo lo cual se concreta con la construcción de la OPTIMIZACION DEL SISTEMA PAPALLACTA proyecto que, además elimina costos de energía adquiridos a la Empresa Eléctrica Quito y en su lugar se generan excedentes de electricidad, los cuales serían puestos al servicio de la comunidad con valores de producción completamente inferiores a aquellos que se obtiene desde los diversos proyectos hidroeléctricos existentes.

El ahorro de energía en el actual Sistema Papallacta que abastece a la ciudad en el 50% del agua potable se lo estima en 2,5 millones de dólares anuales.

El ramal principal comienza en el Río Salve Faccha, margen derecha del Río Oyacachi, cota 3893 msnm y tiene un desarrollo total de 35,5 Km., en las que incluyen aducciones laterales. La conducción cuenta con dos túneles: el primero de 2.602 metros y el segundo de 1.149 metros, denominados Guaytaloma y Baños.

El proyecto está compuesto por una presa de embalse en Salve Faccha, un dique de regulación en el desaguadero de la Laguna Mogotes y 5 captaciones fluviales directas en los ríos Chalpi, Quillugsha 2 y 3, Mogotes, Guaytaloma y varias captaciones menores.

También el proyecto cuenta con la construcción de caminos de acceso paralelos a la conducción de aproximadamente 42 kilómetros de longitud, así como 3 tanques de regulación de presiones más un sistema eléctrico de control.

El caudal que se obtendrá en este proyecto alcanza los 2037 l/seg y el caudal de diseño a 3000 l/seg. Este proyecto entró parcialmente en operación a partir de enero de 1998 y a la fecha solo falta concluir la Presa Salve Faccha.

que los 8.75 m³/s restantes producirán energía eléctrica en la central del Río Chiche.

La conducción principal de este proyecto, se extiende desde el río Valle Vicioso hasta la Planta de Tratamiento de Bellavista, con lo cual su longitud total alcanza los 109,17 Km. De ellos, 66,2 Km. corresponden a tubería de acero y 42,97 a túneles. Entre las otras obras importantes del proyecto se destaca la presa de 100 m de altura en el río Cosanga, así como dos centrales hidroeléctricas, una a la salida del túnel que une el embalse con el río Quijos, y la segunda en el río Chiche.

El proyecto ríos Orientales termina en la planta de tratamiento de Bellavista, la misma que deberá tener capacidad para tratar los 18.25 m³/s que se emplearán en el suministro de agua potable.

2.2. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN.

Dentro de la red de distribución de agua potable para la ciudad de Quito hallamos puntos cuyas funciones pueden ser:

- Tanque de almacenamiento y distribución
- Estación de bombeo y tanque de distribución

Cada uno de estos puntos está bajo la responsabilidad de un operador, y estos a su vez están a cargo de los respectivos Jefes de Distrito, dependiendo del lugar de ubicación de cada tanque.

Para cada uno de estos puntos, los procedimientos utilizados en la actualidad por los personeros de la empresa para el funcionamiento y toma de datos de dichos puntos, se detallan a continuación:

2.2.1. PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACIÓN DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO Y LINEAS DE IMPULSIÓN.

1. El operador del tanque que recibe el agua mediante bombeo, solicita al operador de la Estación de Bombeo o pozo de bombeo, que le envíe agua.

Si no se tiene comunicación vía radio o teléfono, personalmente le indica el tiempo de bombeo que requiere.

2. El operador de la Estación de Bombeo verifica el nivel del agua en el tanque.
3. Si el nivel del agua está sobre el nivel mínimo requerido para el bombeo, comunica al operador del tanque que va a iniciar con el bombeo.
4. Si el nivel del agua está bajo el nivel mínimo requerido para el bombeo, espera hasta tener condiciones óptimas.
5. El operador de la Estación de Bombeo o pozo inicia el bombeo, para lo cual procede al arranque del equipo de bombeo.

✓ **Arranque:**

- ★ Cierre parcialmente la válvula de descarga.
 - ★ Pulsar el switch de encendido y abra la válvula de cebado en caso de existencia, para eliminar el aire contenido en la tubería.
 - ★ Abrir lentamente la válvula de descarga observando que el consumo de corriente del motor no exceda el valor nominal.
 - ★ Cerrar la válvula de cebado, en caso de que ésta exista.
 - ★ Los parámetros de presión y de corriente se estabilizan en por lo menos dos horas después de haber arrancado el equipo y es necesario que en este tiempo el operador observe que la presión y la corriente no excedan a la que se indica en los tableros de arranque en cada equipo.
 - ★ En caso de falla en el arranque el operador puede intentar hasta por segunda ocasión la puesta en marcha.
 - ★ Previo a este intento debe pulsar los RESET de los relés.
6. Cuando el nivel del tanque que recibe el agua de bombeo, esté próximo a su nivel máximo, el operador comunica al operador de la estación o pozo de bombeo, que suspenda el envío de agua.
 7. El operador de la estación de bombeo o pozo, termina el bombeo, para lo cual procede a la parada del equipo.

✓ **Parada:**

- Cierre parcialmente la válvula de descarga e inmediatamente pulsar el switch de apagado del equipo.
- En caso de los pozos pulsar únicamente el switch para apagado.

8. El operador del tanque, anota las horas de inicio del bombeo, en el formulario "Registro de consumos de energía eléctrica".

2.2.2. PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.

▪ **Control de niveles:**

El operador toma la lectura del nivel del tanque en la regleta de nivel y lo registra en el formulario "Niveles, caudal y cloro en los tanques", e informa vía radio a la jefatura del distrito. Estas lecturas se registran diariamente, una vez en la mañana y otra en la tarde.

▪ **Control de caudales:**

De acuerdo a los niveles registrados en el formulario anterior, el operador observa si existe o no suficiente caudal al ingreso. Si no existe, comunica la novedad al jefe de distrito, el cual dispone al personal correspondiente realice la investigación de la línea, de acuerdo al procedimiento para las líneas de transmisión de agua potable.

De existir desborde, el operador del tanque realizará un control manual inmediato para evitarlo, e informará al jefe de distrito o el inspector para implantar los correctivos necesarios.

▪ **Medición y registro de cloro al ingreso:**

El operador purga momentáneamente la llave de paso instalada en la tubería de entrada para tomar una muestra representativa directamente en el comparador de cloro y determina la cantidad de cloro residual que se tiene al ingreso, de acuerdo al "Instructivo para determinación de cloro residual".

- **Verificación de cloro residual:**

Si el valor del cloro residual determinado por el personal es inferior a 0.5 PPM, el operador reporta la novedad al jefe de distrito, quien comunica del particular al Jefe de Planta de Tratamiento correspondiente, el mismo que ordena al personal de la planta verificar el contenido de cloro residual que se está enviando a la línea y de ser necesario de las instrucciones para corregir el problema.

Si el problema no es en la Planta de Tratamiento, el jefe de distrito dispone la aplicación del "Procedimiento Líneas de Transmisión de agua potable".

- **Medición y registro de cloro a la salida:**

El procedimiento para esta medición es el mismo que realiza en la tubería de entrada, pero se lo hace en la tubería de salida.

- **Verificación de cloro residual entre la entrada y salida del tanque:**

Si el valor del cloro residual a la salida tiene una diferencia de más de tres décimas con el valor del cloro residual al ingreso del tanque, el operador la reporta al jefe de distrito, quien dispone la inspección del tanque.

Sin embargo de la creación de estos procedimientos para la operación de los distintos puntos de la red, en la actualidad, debido a la entrada en funcionamiento de los nuevos proyectos, se ha reducido el bombeo desde los pozos e incluso varias estaciones de bombeo han salido de funcionamiento haciendo que casi en un 80% del recurso acuífero sea distribuido por gravedad.

2.3. ESTUDIO DE LA DEMANDA PARA EL ADECUADO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AÑO.

2.3.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Las proyecciones de población constituyen la base para los pronósticos de demanda de agua, por lo que su importancia es fundamental para los estudios. Para elaborar las proyecciones de población de Quito y sus parroquias suburbanas se ha tomado en cuenta lo siguiente:

- ⓐ Los últimos censos de los años 1962, 1974, 1982 y 1990.
- ⓐ Los datos y la proyección de "Quito: Población y urbanización metropolitana 1982-2020", Dirección General de Planificación del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 1995.
- ⓐ El Ordenamiento Territorial vigente.
- ⓐ Las tendencias socioeconómicas y migratorias.
- ⓐ La superficie física disponible para la futura expansión.
- ⓐ Los posibles desarrollos urbanísticos en el futuro.
- ⓐ Los parámetros establecidos en la proyección del INEC para 1990-2000.
- ⓐ La Actualización del Plan Maestro de la EMAAP-Q.

El resumen de población de diseño para Quito y las 19 parroquias suburbanas se presenta en la Tabla 2.7. Según se aprecia en dicho cuadro, la población dentro del área del estudio crecerá de unos 1677500 habitantes (1435000 en Quito y 242500 en las parroquias) en 1995, a 3410300 habitantes (2828300 en Quito y 582000 en parroquias) en el año 2025.

POBLACIÓN	AÑOS								
	1990	1995	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2025
QUITO	1188882	1434982	1495508	1757378	2075558	2288817	2453288	2848448	2828383
PARROQUIAS SUBURBANAS									
1. ALANCASI	11084	13487	15079	16883	18882	21382	23783	26123	28508
2. CALDERÓN	58297	58148	53156	65758	63679	60178	117828	138821	142587
3. CONOCOTO	29184	38820	37019	42783	58288	58882	65888	73844	81835
4. CUMBAYA	12378	18774	16532	18833	23532	27473	21888	34288	37582
5. GUANGUPOLO	1879	1828	1855	1882	3184	2483	3845	2828	5232
6. GUAYLLABAMBA	7183	8148	8378	8288	18672	11888	13881	15274	17288
7. LA MERCED	3733	4178	4278	4888	5283	5878	6583	7388	8278
8. LLANO CHICO	4384	5113	5278	5828	6887	7778	8814	9843	11288
9. NAYÓN	5787	6838	6827	7382	8584	9582	10884	11888	13888
10. POMBASOLA	13735	17381	18414	21732	23747	28432	33541	38813	37887
11. SAN ANTONIO	12478	15443	16188	18814	23488	28232	30138	34828	38133
12. ZAMBOZA	2287	2828	2888	2885	3378	3782	4348	4748	5284
13. EL QUINICHE *	6788	7789	8041	8047	18488	12888	13885	15878	18341
14. CHECA	3838	4588	4838	5278	8177	7231	8443	9884	11517
15. YARUGUJ	7543	8938	8288	10882	12431	14588	17848	18843	23831
16. PUEMBO	6148	7888	7823	8278	11188	13878	15888	17881	18878
17. PIPO	6431	7378	7823	8817	10432	12234	14278	16888	18278
18. TIBRACO	23228	27423	28378	37381	38157	44878	52812	62773	73275
19. TABABELA *	1884	2883	2183	3434	3813	3251	3738	4388	4834
TOTAL PARROQUIAS	186788	242488	252713	285213	362888	414138	473282	531918	582788
TOTAL	1381888	1677488	1732221	2052713	2438446	2702955	2926570	3377366	3421288

Tabla 2.7.- Resumen de Poblaciones de diseño para Quito y las Parroquias Suburbanas.

Una de las principales conclusiones de la proyección fue la tendencia al desplazamiento de población hacia sectores menos poblados, como las zonas sur y norte de la ciudad, donde la disponibilidad de terrenos cabe esperar un crecimiento muy rápido. De igual manera, se observa que las parroquias suburbanas son las que más desarrollo han presentado en los últimos años, tendencia que probablemente continuará, en especial en aquellas donde se espera contar en un futuro no lejano con infraestructura importante.

2.3.2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.

En la proyección de la demanda de agua se consideraron los siguientes factores:

- ✦ La población de diseño de Quito y las parroquias suburbanas.
- ✦ La función demanda de agua, definida en base a parámetros socioeconómicos.
- ✦ La demanda industrial, según los parámetros del catastro y la encuesta realizados por la EMAAP-Q.
- ✦ Los efectos de la implementación de los programas de micromedición y de readecuación de tarifas.

✓ Agua no facturada (ANF).

Por ANF se entiende la diferencia entre el agua producida y el agua facturada. El ANF comprende los siguientes componentes:

- ✦ Errores de medición
- ✦ Consumo en exceso sobre lo estimado y facturado para los servicios sin medidor, o sin lectura real de este.
- ✦ Errores de lectura y de facturación
- ✦ Conexiones no registradas
- ✦ Usos operacionales
- ✦ Distribución de agua en camiones tanques
- ✦ Fuentes públicas
- ✦ Usos públicos gratuitos
- ✦ Rebalses de tanques
- ✦ Fugas en las redes de distribución.

eliminarse el control manual, el cual es difícil de cumplir satisfactoriamente, sobre todo durante horas de la noche.

- Se propone la realización de mediciones y el establecimiento de balances de agua producida vs. agua facturada, en sectores grandes, tales como parroquias completas o zonas de presión completas en el caso de Quito. Esto permitiría tener un panorama global y general de la situación de las pérdidas, a partir del cual se establecerían las prioridades para el trabajo detallado, tal como los sectores de pérdidas y la detección de fugas, o acciones de carácter comercial como la micro medición, y para la planificación de la operación y de su control.
- Una actividad básica para llevar a cabo acciones de control de pérdidas, y en general para la operación y mantenimiento de los sistemas, es el catastro detallado de las redes, que incluye ubicación exacta de tuberías, válvulas y accesorios, archivo especializado para operación, mantenimiento y metodología de actualización permanente. Este sistema de información es deficiente en Quito y prácticamente inexistente en las parroquias. El levantamiento y actualización permanente del catastro de redes debe ser actividad prioritaria en cualquier programa de operación y mantenimiento.
- La EMAAP-Q debe continuar con la recolección y procesamiento de datos tanto en los sistemas existentes como en los que se implementen en el futuro.

El sistema de suministro de agua de Quito, incluyendo los proyectos en ejecución, presenta una capacidad instalada global de 10229 l/seg, sin considerar la capacidad de las plantas de tratamiento, o de 9839 l/seg, considerando éstas. Estos valores son casi dobles de la demanda actual. La capacidad de suministro también supera las posibilidades de abastecimiento de las fuentes actuales.

Una vez en operación el proyecto La Mica – Quito Sur, los tres mayores sistemas (Papallacta, Pita, La Mica) constituirán el 95% de la capacidad total de producción de aguas del sistema de Quito.

CAPITULO 3.

DISEÑO DE LA RED

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED.

La red estará compuesta por un centro de control o Estación Maestra, localizada en la planta de tratamiento de Bellavista, tres subcentros de control localizados en los distritos norte, centro y sur, dentro de la ciudad y terminales remotos (RTU) en cada uno de los tanques ubicados a lo largo y ancho de Quito.

Las RTUs ubicadas en los tanques, forman parte del sistema de telemedida y telecontrol por medio de la adquisición de datos a través de los sensores conectados a ellas; serán capaces de realizar tareas de control sobre el equipo de campo y transmitirán los datos recolectados hacia los subcentros de control en forma de reportes cada período de tiempo (programable por software). Una RTU posee cierta memoria que le permite formar una base de datos, es decir, guardar los datos que recolecta por un tiempo mientras los reporta a la subestación de control.

Los subcentros estarán comunicados con las RTUs correspondientes a su distrito para, recibir datos y enviar telecomandos; es decir, cada subcentro recolectará los datos de las RTUs de la zona y enviará señales de control, este proceso zonal será comandado por el centro de control principal en Bellavista. Las zonas que cubren los subcentros de la ciudad están definidas así:

Distrito Norte: del sector de Carcelén hasta la avenida Naciones Unidas.

Distrito Centro: desde la avenida Naciones Unidas hasta la avenida Rodrigo de Chávez.

Distrito Sur: desde la avenida Rodrigo de Chávez hasta el sector de San Fernando.

Los subcentros de control se comunicarán con la estación maestra o centro de control para enviar los reportes de los datos de los tanques y recibir tareas de telecontrol.

de agua potable para las tomas domiciliarias. El tanque es surtido directamente por las líneas de transmisión que vienen desde las plantas de tratamiento.

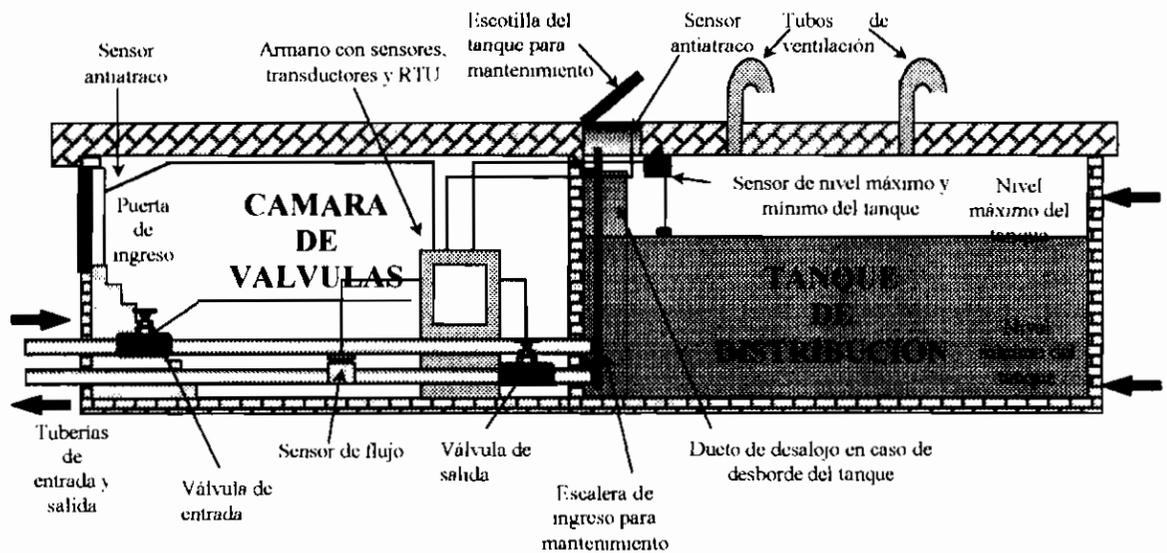


Figura 3.1: En la figura se ilustra el equipamiento general de un tanque promedio.

Cada uno de estos tanques está bajo la responsabilidad de un operador, que a su vez está a cargo de su respectivo Jefe de Distrito. Sin la existencia del sistema SCADA el operador toma las lecturas de nivel del tanque, de caudal y las registra en un formulario dos veces por día. Si el operador observa que no existe suficiente caudal, lo comunica al distrito y se investiga la línea de transmisión que lo surte. Para evitar desborde del tanque, se realiza únicamente control manual de válvulas, al igual que para verificar el grado de cloración de agua.

Los problemas mencionados pueden ser solucionados con el sistema SCADA a implementar; como se puede observar en la figura 3.1, se dispone de múltiples sensores ya instalados, y otros que se instalarán a plazo mediano, con la finalidad de tomar los datos requeridos para nuestro sistema.

Se dispone de sensores de flujo, los cuales entregan señales analógicas de 4 a 20 mA que indican el caudal saliente del tanque en m^3 por unidad de tiempo, este dato puede ser conectado a la RTU en una de sus entradas para su tratamiento y transporte hacia la ME.

Cada tanque por lo general cuenta con armarios metálicos, en los que se encuentran en la actualidad los medidores de flujo que constituyen interfaz visual del sensor de flujo, el transmisor diferencial de presión que también entrega una señal analógica de 4 a 20 mA que corresponde a la información del nivel actual de agua en metros, graficadores en papel que registran las variaciones en tiempo del caudal, equipo adicional de alimentación.

Dentro de la celda del tanque de almacenamiento, se puede observar un ducto que tiene por objeto desalojar el agua cuando el tanque está a punto de desbordar e inundar el lugar, de esta manera se envía al agua tratada a la alcantarilla.

El tanque cuenta regularmente con una válvula de altitud, la que sirve para prevenir un desborde en el tanque. Esta válvula reconoce que el tanque ha llegado al nivel máximo y cierra el paso de agua, de igual forma detecta que el tanque ha llegado al nivel mínimo y abre el paso de agua antes que se vacíe el tanque. Existen dos tipos de válvula de altitud: las netamente hidráulicas y las eléctricas.

Las válvulas de altitud eléctricas trabajan en conjunto con sensores que detectan el nivel máximo y mínimo de la celda reservorio, dichos sensores generalmente están formados por flotadores y como se puede suponer pueden entregar una señal digital de ON / OFF, por lo tanto se tendría una señal digital para el nivel máximo y una señal digital para el nivel mínimo, que podrían ser empleadas para alarmas.

Los tanques resultan ser puntos importantes de la red que cuentan con equipamiento costoso, por lo tanto apetecible para asaltos. Con el fin de evitar pérdidas de este tipo, se instalará un sistema antiatraco que consta de tres sensores ON / OFF, uno en la puerta de ingreso a la cámara de válvulas y los otros en las escotillas de acceso a las celdas del reservorio. En la eventualidad de un intento de robo, se dispararía una señal que ingresaría en la RTU, la que por programa interno podría resolver por si misma activar una alarma con altavoz en el tanque, además deberá inmediatamente reportar este evento al subcentro y al

centro de control para que de esta manera se notifique al puesto policial más cercano.

Como se observa en la figura 3.1, se cuenta con tuberías de entrada y salida, cada una de estas tuberías posee una válvula de control manual. Llegado el momento esta válvula será reemplazada por una automática y se podrá remotamente controlar la operación del tanque. De esta manera ya estamos hablando de telecontrol y dependiendo del número de tuberías de entrada y salida con que cuente un tanque, se requerirá un número específico de salidas digitales (ON / OFF) de la RTU.

Para controlar la calidad de agua se puede incorporar sensores que indiquen la concentración de cloro en el agua, es decir una entrada analógica de 4 a 20 mA en la RTU, y se podrá también accionar los inyectores de cloro, es decir una salida digital en la RTU.

Dentro de la EMAAP-Q es común que se asigne un operador cada tres puntos de interés, sean estos tanques de distribución o estaciones de bombeo. En ocasiones el operador tiene su vivienda en alguno de estos puntos o simplemente pasa la mayor parte del tiempo en el punto que él considere de mayor importancia. Además una gran parte de los operadores prácticamente están incomunicados, por lo que se considera importante el poseer un canal de servicio para tráfico de voz, sería recomendable que sólo esté disponible en el punto de mayor importancia.

Con las señales de nivel de tanque recolectadas se puede determinar, con la base de datos del programa, la velocidad de vaciado de un tanque, de esta manera, se podrá en el subcentro o centro de control determinar que tanque debe ser más surtido debido a la mayor demanda de un determinado momento.

En el armario existente en la cámara de válvulas se dispone de espacio suficiente para colocar la RTU con su equipo para comunicaciones y realizar las conexiones necesarias. El equipo de comunicaciones consta básicamente de un módem, el cual puede ser de diferentes tipos dependiendo del medio de transmisión a ser elegido y del protocolo de comunicaciones.

De ser necesario en los exteriores del tanque se puede plantar un mástil para ubicar la antena para transmisión por radio si es este el medio de transmisión electo, pero se recomienda mejorar las seguridades par evitar pérdidas por robo.

Por lo analizado, un tanque de distribución y almacenamiento, necesitará para su respectiva RTU las entradas y salidas que se indican en las tablas 3.1 y 3.2 respectivamente.

ENTRADA	ANALOGICA (4-20mA)	DIGITAL (ON/OFF)
Nivel actual del tanque	1	
Nivel máximo del tanque		1
Nivel mínimo del tanque		1
Caudal entregado por tanque	1	
Antiatraco		1
Concentración de cloro	1	
TOTAL	3	3

Tabla 3.1.- Señales de Entrada en la RTU.

SALIDA	ANALOGICA (4-20mA)	DIGITAL (ON/OFF)
N válvulas de entrada		N
M válvulas de salida		M
Inyector de cloro		1
Antiatraco		1
TOTAL	0	N+M+2

Tabla 3.2.- Señales de Salida en la RTU.

3.2.2 ESTACION DE BOMBEO.

Teóricamente una estación de bombeo es un conjunto de estructuras, equipos y accesorios que permiten elevar el agua desde un nivel inferior a uno superior, o que introducen presión en un sistema hidráulico.

En el sistema de distribución de agua, los tanques de almacenamiento y distribución se encuentran dispersos por toda la ciudad, algunos de ellos reciben el líquido por gravedad de otro tanque o de la línea de distribución, pero otros menos accesibles reciben el agua por medio de bombeo; para el efecto se cuenta

ENTRADA	ANALOGICA (4-20mA)	DIGITAL (ON/OFF)
Nivel actual del tanque	1	
Nivel máximo del tanque		1
Nivel mínimo del tanque		1
Caudal entregado por tanque	1	
Antiatraco		1
Concentración de cloro	1	
Indicativo encendido R bombas		R
Voltaje y corriente de bomba	2*R	
TOTAL	(2*R)+3	R +3

Tabla 3.3.- Señales de entrada en la RTU

SALIDA	ANALOGICA (4-20mA)	DIGITAL (ON/OFF)
N válvulas de entrada		N
M válvulas de salida		M
Inyector de cloro		1
Antiatraco		1
Encendido de R bombas		R
TOTAL	0	N+M+R+2

Tabla 3.4.- Señales de salida en la RTU

En este punto sería importante la ubicación de un teléfono para el canal de servicio, ya que como se trató en el capítulo 2, cuando el sistema SCADA está ausente, la operación de bombeo entre la estación de bombeo y el tanque de distribución se coordina por radio entre operarios y distrito.

3.2.3 PLANTA DE TRATAMIENTO.

La planta de tratamiento representa la mayoría de veces un lugar muy amplio generalmente ubicado en sitios elevados y alejados.

La empresa cuenta con numerosos proyectos de aducción de agua, tal como ya se menciona en el capítulo anterior, de esta manera el agua cruda llega a las plantas de tratamiento en donde se somete a un adecuado proceso físico – químico el que da como resultado agua potable de altísima calidad.

El agua tratada es conducida por los sistemas de transmisión hacia los tanques de distribución y almacenamiento, además de las estaciones de bombeo para su

Para el efecto se tratan las señales principales y se muestra desde que equipos serán tomadas. La información sobre la ubicación de los diferentes equipos en los puntos de la red se la puede encontrar en el Anexo B.

3.3.1 CAUDAL DE SALIDA DEL TANQUE.

Esta señal es adquirida desde flujómetros de varios tipos, entre los que se nombra al medidor de flujo SPARLING que se aprecia en la figura 3.3.

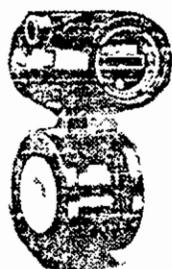


Figura 3.3.- Flujómetro SPARLING

Este equipo funciona con principios magnéticos y entrega típicamente una salida de DC de 4-20mA que puede ser compatible para la entrada de un computador

Estos dispositivos tienen una impedancia de entrada de 250 ohms. Adicionalmente el Sparling tiene una salida de frecuencia o de pulsos de 24

Vdc que podría usarse para activar un contador por medio de la conexión con un optoacoplador.

Todas estas medidas deben ser escaladas de manera adecuada para representar un valor específico. Esto quiere decir que este dispositivo por programa puede decirnos cuantos litros por segundo, metros cúbicos por día se están entregando.

Otro dispositivo es el FISCHER&PORTER 50DP4100, que se muestra en la figura 3.4, que es un medidor de caudal y medidor diferencial de presión.



Figura 3.4.- Flujómetro 50DP4100

Un medidor diferencial de presión representa un cuantizador del nivel actual del tanque en metros, esto será tratado en la siguiente sección.

En la figura 3.9 se puede observar la manera en que suele ser instalado este medidor y se puede ver la salida de 4-20mA que es de nuestro interés.

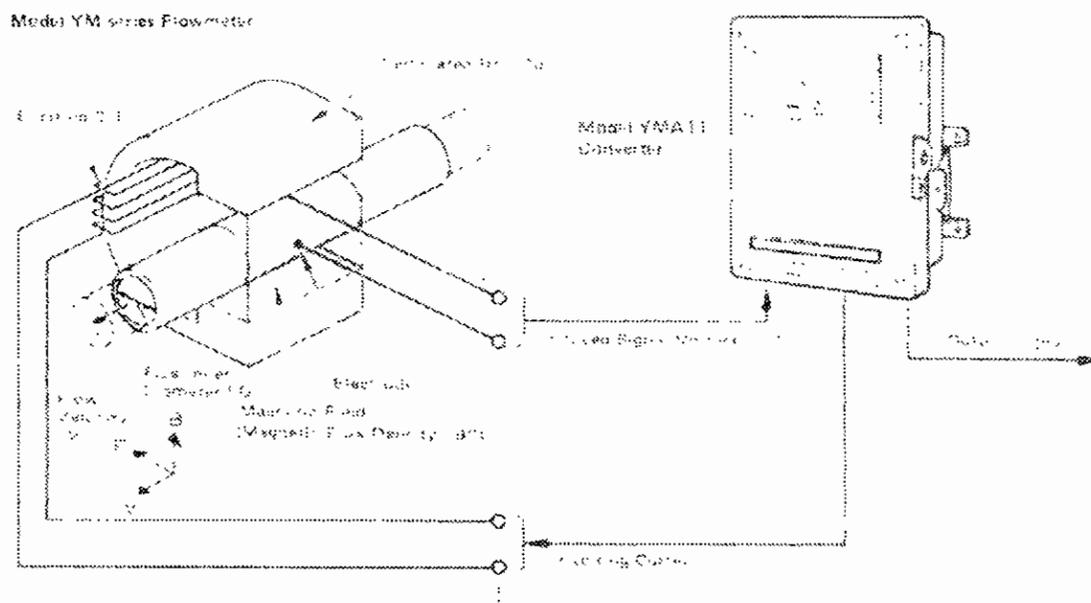


Figura 3.9.- Principio de funcionamiento del YMA11

3.3.2 NIVEL ACTUAL DEL TANQUE.

Esta señal dará al distrito y al centro de control una idea de la cantidad de agua que posee el tanque, la EMAAP-Q en la mayoría de tanques ha instalado diferenciales de presión, los mismos que entregan señales de 4-20mA como dato de la altura de líquido actual en el estanque en metros. El dispositivo más ampliamente usado es el UNE11, el que se muestra en la figura 3.10.

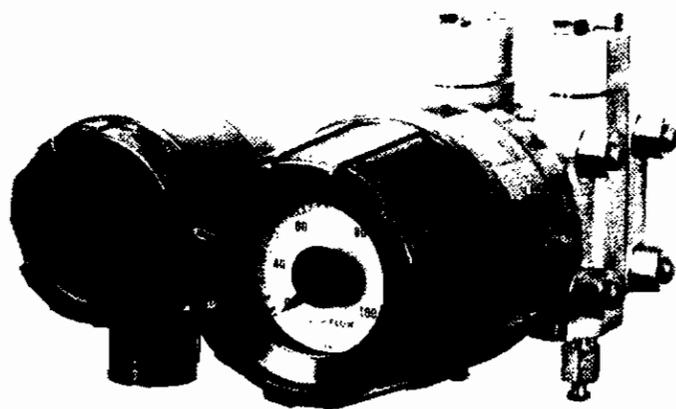


Figura 3.10.- Medidor diferencial de presión UNE11

Este equipo dispone de salidas de 4-20mA, compatible para conexiones según el protocolo HART.

Otro dispositivo que cumple con la función de medidor diferencial de presión es el FISCHER&PORTER 50DP4100, del cual ya hablamos en la sección anterior y que se puede apreciar en las figuras 3.4 y 3.5.

3.3.3 NIVEL MAXIMO Y MINIMO DE LOS TANQUES.

Estas señales son de tipo digital ON / OFF, estas señales se emplearan como alarmas para prevenir desbordes de los tanques, ya que trabajan en conjunto con la válvula de altitud de la que ya hablamos y que abre o cierra el paso del líquido.

El equipo FISCHER&PORTER 50DP4100 se puede programar para entregar señales de alarma de nivel máximo y mínimo, estos niveles se ingresan por switches internos como ya lo habíamos anotado. Lastimosamente el equipo UNE 11 no tiene esta facilidad.

Las señales de nivel máximo y mínimo en la mayoría de tanques se toman de un sensor que consta de un sistema de poleas con unos flotadores, tal como se muestra en la figura 3.11, el sistema tiene topes de fin de carrera los que son colocados por el usuario para de esta manera programar los límites máximo y mínimo.

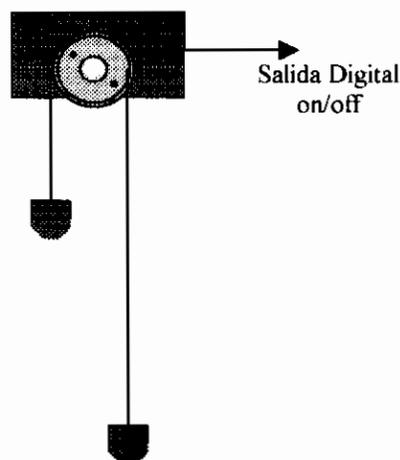


Figura 3.11.- Sensor de alarma de nivel máximo y mínimo

3.3.4 SEÑALES ANTIATRACO.

Estas señales son de tipo ON / OFF digital, pueden ser tomadas de diversas formas, según las posibilidades económicas o funcionales. Una opción constituyen dos topes magnéticos ubicados directamente en las puertas y escotillas o sino se podrían instalar sensores de movimiento en las cámaras de válvulas. Las señales de todos los sensores antiatraco se concentrarán en una compuerta OR para que cualquiera de ellas pueda disparar la alarma.

En lo referente a la señal antiatraco de salida (control local), esta disparará a un dispositivo de alarma local dentro de la estación remota, nuevamente se tendrán muchas posibilidades para la instalación.

3.3.5 MONITOREO DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS.

Para el mantenimiento preventivo de las bombas, constantemente se adquieren datos de voltaje y corriente del funcionamiento de las bombas. En las estaciones de bombeo, se dispone de armarios donde existen galvanómetros de medida de estos valores, por lo que se pueden emplear transductores y tomar estas señales que serán de 4-20mA.

Estas señales adquiridas, pueden ser empleadas para calcular parámetros como potencia activa, reactiva, tiempo de arranque, etc. De esta manera se puede evaluar si la bomba está a punto de dañarse y se podrá realizar un mantenimiento preventivo que evitará gastos de reparación.

3.3.6 SEÑALES DE CONCENTRACION DE CLORO.

Con una señal de 4-20mA por medio de un transductor se puede adquirir este dato, esto permitirá a los centros y subcentros de control evaluar y controlar la calidad de agua.

Para controlar la calidad de agua, se dispone de inyectores de cloro, los que se encenderán por medio de señales digitales, además se trabajará en conjunto en

esta parte Telecontrol y Telemedida, ya que los inyectores funcionaran un tiempo determinado para modificar la concentración de cloro del líquido y este tiempo se determinará por medio de un sistema de control diseñado por software.

3.3.7 APERTURA Y CIERRE DE VALVULAS.

Las señales en mención son parte del Telecontrol, la EMAAP-Q tiene como meta para los próximos años la instalación de válvulas automáticas, o instalar un sistema de control que involucra a la válvula de altitud de las estaciones remotas. De todas formas será necesario disponer de señales digitales tipo ON / OFF en los puntos de interés para realizar control remoto de válvulas. El número de salidas requeridas está de acuerdo al número de tuberías de entrada y salida en la estación remota.

3.3.8 ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBAS.

Estas señales también como en el caso anterior se usan para Telecontrol, consisten de señales ON / OFF digitales y simplemente actúan sobre el sistema de ignición de las bombas. Además, en una estación de remota generalmente para cada línea de bombeo se tienen como ya se menciono dos bombas, por lo cual el número de señales de este tipo dependerá del número de líneas de bombeo por dos.

3.4 NECESIDADES DE HARDWARE Y SOFTWARE DE CADA PUNTO QUE CONSTITUYE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMAAP-QUITO.

Dentro de las necesidades de cada uno de los puntos se considerarán funciones de hardware y software, para el completo funcionamiento del sistema. En cuanto al hardware se han considerado los equipos que actualmente se encuentran instalados en cada uno de los puntos, con sus respectivas características técnicas y especificaciones de funcionamiento, con el fin de definir la utilidad de estos equipos en el sistema o a su vez proponer futuros cambios de equipamiento.

que servirá como fuente de información para el mismo SCADA y otros programas de aplicación, por ejemplo el sistema DMS.

El sistema debe recibir datos tanto a través de una red de área local como a través de un puerto serial RS232.

Se requiere de una base de datos en tiempo real (para la actualización) la misma que debe cumplir:

- Escritura y lectura en forma estandarizada por intermedio de accesos lógicos
 - Autoprotección contra errores de hardware o de software
 - Conversión y escalado en forma automática
 - Posibilidad de definición de múltiples bases de datos para simulación, pruebas o entrenamientos.
 - Tiempo mínimo posible para acceso
- ❖ Red de comunicaciones.- Este paquete de software deberá ser capaz de enlazar los equipos computacionales instalados en la sala de control y además debe estar considerado como parte modular de todo el software.
- ❖ Monitoreo e inicialización de falla.- Cuando se conecta la alimentación al sistema, el módulo procesador general, debe reconocer y asignar el direccionamiento de todos los módulos componentes de hardware. Por otro lado cada módulo de software debe realizar un autodiagnóstico y comprobación de su capacidad de funcionamiento, así como la integridad del programa de aplicación almacenado en las memorias.

3.4.1.2.2 Sistema operativo en tiempo real.

Dada la multiplicidad de funciones que debe realizar al mismo tiempo, el paquete de software debe tener la habilidad de correr múltiples programas a la vez, entre las funciones se puede hacer referencia a las siguientes:

- ▣ Un registrador gráfico con capacidad para impresión gráfica a color.
- ▣ Módulo de interconexión con la red LAN, a través de un puerto estandarizado.
- ▣ Posibilidad de conexión de una interfaz para conectar a un sistema de adquisición de datos de registradores portátiles.
- ▣ Puerto de comunicaciones estándar para supervisión remota del estado de la base de datos.

3.4.2.1.3 Computador de Entrenamiento.

Es un computador con todas las características modernas en tecnología tanto en hardware como en software y periféricos, capaz de poder suplir el servicio de los computadores anteriormente descritos.

3.4.2.1.4 Equipo de comunicaciones.

- ▣ Tendrá la infraestructura adecuada para enrutar la información entrante y saliente a cada uno de los subcentros de control, con la técnica SDLC (Synchronous Data Link Control – Control sincrónico del enlace) para transmisión.
- ▣ Asegurará una capacidad mínima de 360 Hz para el volumen de tráfico actual por cada uno de los 3 subcentros de control.
- ▣ La potencia de salida del transmisor será de 2 a 4 W como mínimo para asegurar un buen nivel de señal.
- ▣ La sensibilidad del receptor será mejor que 0.5 μ V, lo suficiente como para tener una recepción adecuada.

3.4.2.1.5 Accesorios.

- ▣ Los necesarios para conectar en red LAN a todos los equipos computacionales descritos; entre ellos, cable UTP categoría 5, concentradores, tarjetas de red en cada computador con salida RJ 45.
- ▣ UPS (Sistema de Poder Ininterrumpido) con una capacidad de reserva mediante un banco de baterías, por lo menos de una hora.

3.4.2.1.6 Instalaciones eléctricas.

En la figura 3.12 se puede observar la configuración propuesta para la implementación de la Estación Maestra.

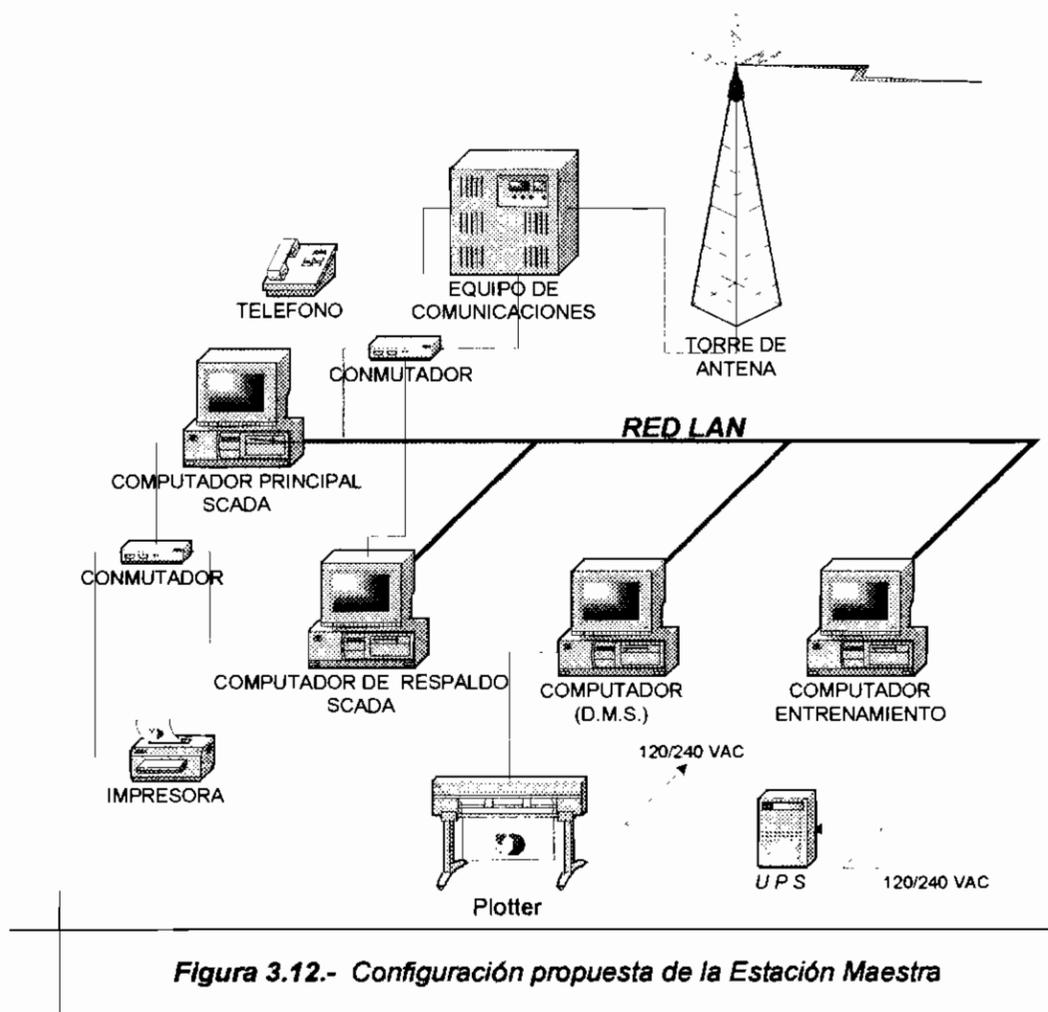


Figura 3.12.- Configuración propuesta de la Estación Maestra

3.4.2.2 Subcentros de Control.

Los subcentros de control serán tres y estarán ubicados en cada uno de los distritos zonales. Cada uno de ellos contará con el equipamiento para cumplir las funciones de toma de datos de las estaciones remotas y de emitir señales de control hacia las mismas. Estará compuesta por dos equipos computacionales de características similares a las descritas para el procesador de la estación central de control.

Los computadores serán conectados a un equipo de comunicaciones que les permita enlazarse con las estaciones remotas para efectos de envío y recepción de datos.

La razón de la definición de los subcentros de control es netamente administrativa, tal como se describió en el capítulo 1, y tendrán asignadas tareas de acuerdo a su funcionalidad operativa dentro de la administración que la empresa le dé a su red de distribución.

En la figura 3.13 se puede observar la configuración propuesta para la implementación de los Subcentros de Control.

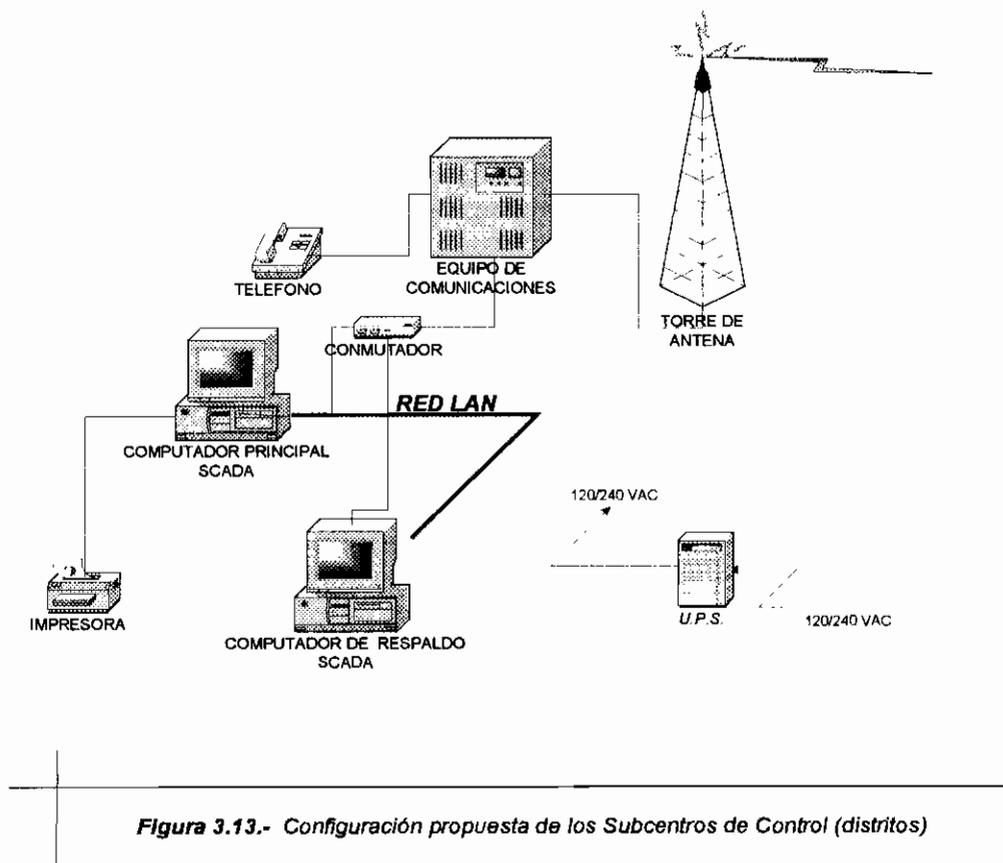


Figura 3.13.- Configuración propuesta de los Subcentros de Control (distritos)

3.4.2.3 Estación Remota.

A cada uno de los puntos que pertenecen a la red de distribución de agua potable; es decir, tanques de distribución, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento, se los considera una estación remota.

Cada estación remota contará con: el equipo de medición, los transductores y la RTU.

3.4.2.3.1 Equipo de medición.

En cada uno de los puntos de la red de distribución de agua potable se tienen ya instalados equipos de medición para monitorear el funcionamiento de un tanque, una estación de bombeo o una planta de tratamiento; una descripción detallada de estos equipos y de las señales que se obtienen de ellos se encuentra en la sección 3.3 que trata del estudio de las señales a transmitir.

Se debe mencionar que existen ciertos tanques que poseen un pequeño dispositivo de protección contra rayos, el mismo que debería ser estudiado a fin de conocer si cumple los requerimientos para proteger los equipos nuevos que se vayan a instalar en las respectivas estaciones remotas.

3.4.2.3.2 Transductores

Son los que se encargarán de entregar en forma de señales de voltaje y corriente, las señales de salida de los equipos de medición. Todos los equipos de medición poseen transductores dentro de su propia estructura, como es el caso de los medidores de caudal por medio de flujo electromagnético, por lo que su señal de salida está apta para ingresar a la RTU que se encargará de transmitir como información digital los valores medidos.

Sin embargo, dentro de los equipos instalados existe uno cuya misión es concentrar las señales de salida de todos los equipos de medición y protegerlos de posibles cortocircuitos, pues asegura a través de limitadores de corriente que la señal de salida se mantenga siempre en un valor de 4-20 mA y separa posibles señales nocivas con un fotoaislador.

3.4.2.3.3 RTU.

Deberá cumplir con ciertas características generales:

- ✱ Estructura modular estandarizada y de fácil fijación, que permita instalar con facilidad las tarjetas para expansiones futuras.
- ✱ Conexión al campo mediante borneras, dos bornes por cada entrada / salida, con cableado codificado y flexible.
- ✱ Capacidad suficiente de resolución para tomar las señales de todos los valores a medir.
- ✱ Suficiente cantidad de memoria para soportar una base de datos en caso de pérdida de comunicación.
- ✱ Puertos de comunicaciones RS-232 C (normas V.24 y V.28) para comunicación mediante módem para radio o medio guiado, y un puerto para comunicación digital mediante microondas. Pueden además utilizarse para conectar un PC portátil con fines de configuración local o remota, o de descarga local de datos.
- ✱ Equipo de comunicaciones, actualmente incluido en la RTU, con capacidad de realizar transmisión digital por medio guiado, radio o microonda más un canal adicional telefónico de servicio, línea de transmisión desde el transmisor/ receptor hacia la antena.
- ✱ Se sugiere un equipo UPS con una reserva de energía para un tiempo aproximado de una hora, con los voltajes de entrada y salida necesarios para alimentar los equipos que conforman este proyecto.
- ✱ Son necesarias además, salidas digitales, entradas analógicas y entradas digitales; pero su número exacto será especificado de acuerdo a las señales necesarias en cada uno de los puntos. Esta información se encuentra resumida en el Anexo D.

Adicionalmente se ha considerado la necesidad o no de un canal de servicio, considerando la funcionalidad del sitio para un mejor desenvolvimiento del operador en su trabajo. Debiendo aclararse que la transmisión de voz será un

proceso independiente de la telemetría y el telecontrol, es decir, que requiere una forma de transmisión diferente.

La configuración de una RTU modelo se la puede observar en la figura 3.14.

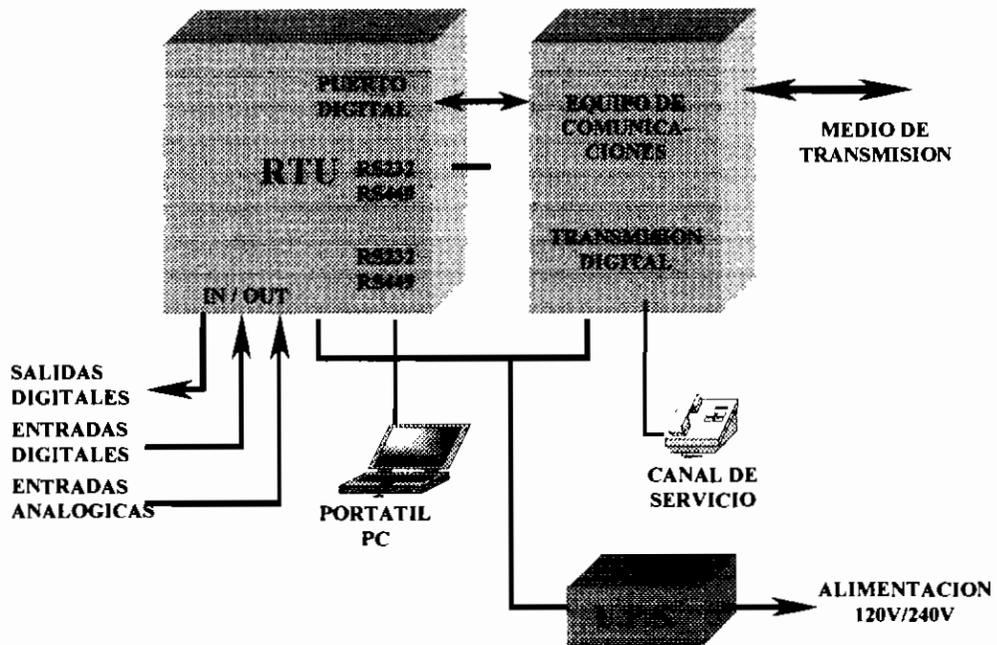


Figura 3.14.- Configuración de una RTU.

3.4.2.4 Sistema de comunicaciones.

Este sistema involucra toda la plataforma de comunicaciones necesaria para enlazar los puntos de la red, con el fin de poder efectuar las operaciones de adquisición de datos y envío de señales de control que exige el sistema SCADA a implantarse.

El sistema de comunicaciones debe cumplir las características requeridas para disponer de un sistema funcional y eficiente para cubrir las necesidades de la EMAAP-Q. Los detalles de su determinación y diseño se anotan en la sección siguiente.

3.5 DETERMINACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.

El sistema de comunicaciones puede construirse con diferentes alternativas de medios de transmisión, éstos se escogen tomando en cuenta varios factores, como la distancia existente entre los puntos de la red, la velocidad de transmisión de los datos, el ancho de banda suficiente para transmitir los datos necesarios para los usuarios, el tiempo de retardo involucrado en las tareas que se realizarán, el número de puntos que constituyen la red, el costo del medio de transmisión y de los equipos necesarios para su conexión a la red, entre otros.

Para elegir un sistema de comunicaciones, sin embargo, existen características que se pueden considerar como generales y que no dependen de las características físicas del medio de transmisión a elegir, pero que influyen significativamente en los costos del proyecto.

La configuración de la red será tipo MAESTRO/ ESCLAVO, por principio de operación del sistema SCADA, con un modo de gestión del canal de comunicaciones basado en polling – selecting.

El momento que la estación maestra o centro de control requiera los datos de las estaciones remotas, sean estos reportes automáticos o especiales, hará una petición de transmisión (polling) a cada subcentro de control, de tal manera que las estaciones transmitirán bajo pedido (polling) de los subcentros de control bajo tablas itinerarias de cada zona, que pueden ser definibles por el operador o usuario.

Cuando es la estación maestra la que desea transmitir datos, ésta solicita al subcentro de control la facilidad de transmisión (selecting) antes de enviar sus datos; el subcentro de control realiza la misma función con la estación remota si ésta es la que debe recibir datos.

Como podemos ver las operaciones de polling y selecting se realizarán de modo jerárquico.

Sin embargo, para el caso de las señales de alarma, la gestión del canal de comunicaciones permitirá que la estación remota sea la que genere la señal de alarma y transmita sus datos sin previa petición del subcentro de control y de la estación maestra. Es decir, los mensajes de alarma se transmitirán en cualquiera de los sentidos sin importar la jerarquía del punto que genere dicha señal.

En esta sección del trabajo se mostrarán algunas opciones consideradas para el enlace de los puntos de la red diseñada, cuyas características se analizan con respecto a las necesidades de los usuarios de la misma, comparándolas para poder escoger el sistema de enlace más adecuado para el funcionamiento correcto de la red, así como también constituya una buena inversión.

3.5.1 TRANSMISIÓN VÍA LÍNEA TELEFÓNICA CONMUTADA.

Esta es una de las opciones de transmisión que primero se toma en cuenta en la transmisión de datos, debido a que usa el medio de transmisión más difundido o a que es un servicio de fácil acceso y de bajo costo, dentro del perímetro urbano. Sin embargo, en muchos de los puntos de la red de distribución de la EMAAP-Q, no se cuenta con red de última milla para el servicio telefónico y en los sitios en los cuales hay instalación telefónica. Debido a estas limitaciones y a las descritas en el capítulo 1, no se ha pensado en ésta como alternativa de solución.

3.5.2 CDPD (CELLULAR DIGITAL PACKET DATA).

CDPD (Cellular Digital Packet Data) es un servicio de paquetes de datos para los sistemas de telefonía celular (AMPS/ TDMA). CDPD es una red sobrepuesta que hace uso de la infraestructura de las redes existentes (Figura 3.15).

CDPD, entonces es una manera de enviar datos a través de los canales designados a la telefonía celular, ésta tiene asignados canales repartidos de acuerdo al sistema denominado 7/21 de tal manera que se tienen 832 canales disponibles con una separación entre ellos de 30 Khz, en la banda de los 800 Mhz.

Cada celda del sistema celular cuenta con 19 canales de datos más uno de control, si en ésta se realiza la inserción de un canal CDPD, el canal de datos que se encuentre desocupado servirá para transmitir la información modulada y ranurada en el tiempo a una tasa nominal de 19.2 Kbps.

Algunas características interesantes de CDPD son:

- CDPD usa la misma frecuencia y ancho de banda de canales AMPS/ TDMA. Por lo tanto, la planeación celular, sitios y líneas de transmisión pueden ser compartidos con el sistema celular.
- CDPD es una especificación abierta y soporta roaming y operación similar a través de redes CDPD de otros operadores.
- CDPD provee un servicio seguro ya que incluye autenticación de los móviles y encriptación automática de datos sobre la interfase de aire.
- CDPD optimiza el espectro ya que puede dar servicio a varios suscriptores mediante un solo canal de paquetes de datos compartido.

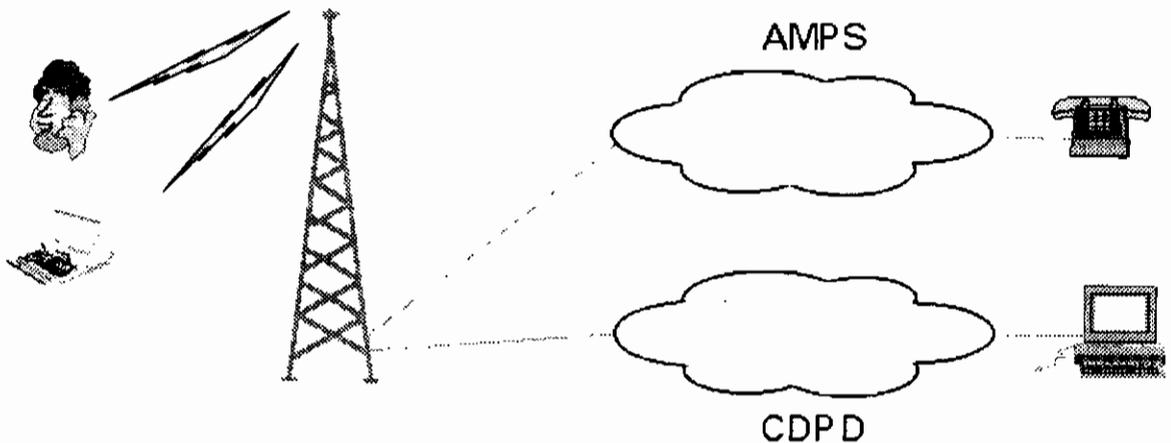


Figura 3.15.- Elementos básicos de un sistema CDPD.

En nuestro país el servicio de CDPD pueden brindarlo Bellsouth y Porta Celular.

Bellsouth ofrece actualmente el servicio de transmisión de datos vía sistema celular con las siguientes características:

considerables; sin embargo, requieren equipos con características específicas de frecuencia, potencia, sensibilidad a interferencias eléctricas entre otras.

La información que se transmite puede ingresar al centro de control por el mismo equipo de comunicaciones, por lo que solo requiere un modem RF y un solo pÓrtico de entrada al computador; mientras cada estación contará con un modem y un equipo de radio mediante el cual se comunicarán con los centros de control.

Las bandas de frecuencia usadas generalmente para aplicaciones como el monitoreo de estaciones remotas son:

1. de 150 a 170 Mhz en el rango de VHF,
2. de 450 a 470 Mhz en el rango de UHF y
3. la banda de los 900 Mhz.

Las bandas de frecuencias más bajas ofrecen buena resistencia a la interferencia atmosférica y sus equipos son menos costosos comparados con los radios para la banda de los 900 Mhz. Sin embargo, para contemplar este tipo de comunicación es necesario solicitar la concesión de frecuencias de operación en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

El área de cobertura del equipo que se utilice varía de acuerdo a la naturaleza del terreno, la altura de las antenas, la banda de frecuencia y la vegetación; por ejemplo se puede esperar una cobertura de 6 a 10 millas de radio en áreas planas con poca vegetación. El área de cobertura puede extenderse usando antenas más altas o colocando repetidoras.

Se debe mencionar que los equipos de radio frecuencia, actualmente, tienen costos asequibles y han desarrollado nueva tecnología para asegurar una mayor y mejor cobertura; por lo que en el presente trabajo se considera como parte en la solución, la comunicación vía radio.

3.5.4 SOLUCION RECOMENDADA.

Debido a consideraciones de seguridad para los equipos de transmisión, facilidades de instalación, requerimientos de ancho de banda, necesidad de

repetidores, niveles de señal para las distancias de separación entre los puntos de la red, velocidad de transmisión, volúmenes de información a transmitirse; la solución recomendada para el sistema de enlace de los puntos de la red de distribución de la EMAAP-Q reúne 2 tipos de medios de transmisión.

El medio guiado se lo instalará entre los puntos que:

- ✓ Se encuentren físicamente cercanos.
- ✓ Tengan condiciones de inseguridad extrema.
- ✓ No posean espacio físico suficiente para la instalación de antenas.

Entre los puntos considerados para esta forma de enlace no se encuentra el centro de control principal ni los subcentros de control con los puntos que concentren gran volumen de información.

Los equipos para comunicación vía radio se instalarán en los puntos que:

- ✓ Concentren la información de varios puntos de un mismo sector unidos por medio físico.
- ✓ Posean espacio físico suficiente para instalación de antenas y ofrezcan seguridades aceptables.
- ✓ Estén físicamente alejados

La comunicación vía radio se utilizará para conectar los subcentros de control al centro de control principal, ya que estos enlaces poseen gran volumen de información. Además, usarán enlaces de radio los puntos de la red que no estén conectados por medio físico, y los puntos que por facilidad de comunicación concentran la información de otros puntos funcionando como repetidores.

Se ha considerado una sola frecuencia para transmisión / recepción en la red de comunicaciones por radio. La frecuencia se escogerá en la banda de 410 a 512 Mhz, debido a que, en ella hay disponibilidad de frecuencias de operación de acuerdo al plan nacional de frecuencias (ver Anexo E) y existen equipos con tecnología mejorada para esta banda, lo que ofrece buena cobertura a grandes

7.- ZONA EXTREMA NOR-ORIENTAL (Dist.Norte)
CARCELEN ALTO
CARCELEN JNV
29 DE ABRIL
CARCELEN MEDIO
WILSON MONGE
BALCON DEL NORTE
29 DE JULIO
AMERICANO
MARISOL BAJO
MARISOL ALTO
CALDERON
SAN EDUARDO
PARQ. DE LOS RECUERDOS
BARCINO
COTOCOLLAO BAJO
COTOCOLLAO ALTO
PONCEANO BAJO #1
PONCEANO ALTO #1
PONCEANO ALTO #2
PONCEANO MEDIO
COLLALOMA BAJO #2
COMT. DEL PUEBLO TRP#1
COMT. DEL PUEBLO TRP#2
COMT. DEL PUEBLO TRP#3
COMT. DEL PUEBLO
COLLALOMA ALTO
COLLALOMA MEDIO (EST. BOMBEO)
COLLALOMA BAJO #1.
8.- ZONA NOR- OCCIDENTAL #1. (Distrito Norte)
EL PORVENIR (EST. BOMBEO)
NOROCCIDENTE ALTO
NOROCCIDENTE MEDIO
NOROCCIDENTE BAJO 1
NOROCCIDENTE BAJO 2
GRANDA GARCES
EL PEDREGAL (EST. BOMBEO)
COCHAPAMBA ALTO
COCHAPAMBA BAJO
COCHAPAMBA MEDIO
QUITO TENIS ALTO
QUITO TENIS BAJO
EL BOSQUE (EST. BOMBEO)
PLANTA NOROCCIDENTE

9.- ZONA CENTRAL (Distrito Norte)
PLANTA Bellavista *
BELLAVISTA ALTO
BELLAVISTA MEDIO
BELLAVISTA BAJO
ARROYO DELGADO

Dentro del diseño de la red de comunicaciones se ha comprobado el adecuado funcionamiento de todos los enlaces de radio propuestos para la presentación por zonas de mapas que detallan la localización de todos los enlaces entre los puntos de la red de distribución; toda esta información se encontrará detallada en el Anexo F.

3.5.5 PROTOCOLOS DE TELEMETRIA.

Los protocolos de comunicación entre los equipos de medición que se encuentran en un ambiente industrial son varios; fueron desarrollados en un inicio por los fabricantes de los equipos de medición y no daban la posibilidad de interconectar equipos de distintos orígenes; sin embargo, como las empresas fabricantes de equipos han tenido que ir satisfaciendo las necesidades de sus usuarios para poder competir con otras empresas en el mismo campo; de esta manera se ha llegado a protocolos que pueden ser considerados como estándar de la industria y que son abiertos. En general, los sistemas están jerarquizados, y cabe distinguir dos tipos de protocolos:

- Protocolos entre Unidades Remotas y Centros de Control
- Protocolos entre Centros de Control

En ambos casos pueden destacarse como requisitos más importantes:

- ❖ Eficiencia: rendimiento en el uso del medio físico de transmisión para obtener buenas características de tiempo real, en particular mínimo retardo en la transmisión de señales y sucesos.

- ❖ Seguridad: capacidad de evitar que informaciones degradadas o erróneas se interpreten como válidas, en ambos sentidos de la comunicación.
- ❖ Funcionalidad: posibilidad de transferir diferentes tipos de datos y de permitir funciones complejas.
- ❖ Normalización: Conformidad a normas que permite obtener diferentes grados de interoperatividad o compatibilidad dentro de los sistemas.

La normalización empezó demandándose sólo a nivel físico, y luego a nivel de formatos de tramas, con el objeto de facilitar la implementación y la compatibilidad con los diferentes medios de comunicación disponibles. Existen actualmente ciertos fabricantes que han normalizado sus protocolos, pero esto no impide que se continúen usando protocolos no normalizados ya que las normas aun no satisfacen todas las necesidades de los usuarios.

Por lo expuesto anteriormente se puede decir que el momento de decidir que protocolo de comunicaciones se debe usar para una aplicación específica, es necesario fijarse en las especificaciones del equipo a instalarse y ver con que tipo de protocolo es compatible.

En este caso, para la red de comunicaciones motivo de este proyecto, se hizo una investigación de los equipos instalados en el campo y de aquellos que se planean adquirir como parte de la planificación propia de la empresa en cuanto al mejoramiento de la funcionalidad de la red de distribución. Como resultado, la empresa decidió que estandarizará la red de adquisición de datos a funcionar con equipos compatibles con los protocolos Modbus, Modbus Plus o Hart.

3.5.5.1 Protocolo Modbus.

Describe el proceso que un controlador usa para pedir acceso a otro dispositivo, responder a pedidos de otros dispositivos y detectar errores y reportes.

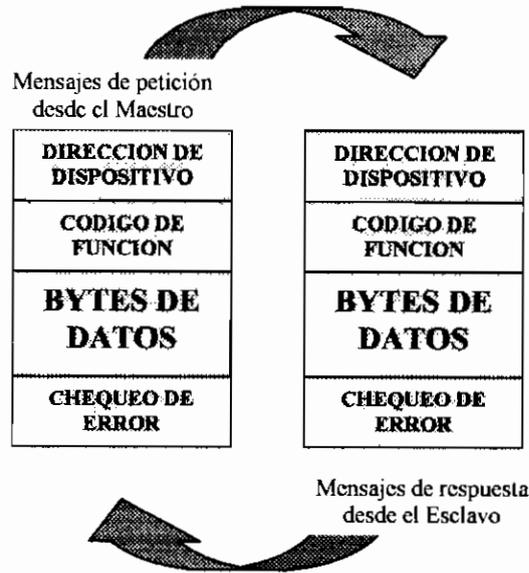


Figura 3.16.- Ciclos Petición – Respuesta

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	LRC CHECK	END
1 CHAR	2 CHARS	2 CHARS	N CHARS	2 CHARS	2 CHARS CRLF

(a) Mensaje ASCII

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	CRC CHECK	END
T1-T2-T3-T4	8 BITS	8 BITS	N*8 BITS	16 BITS	T1-T2-T3-T4

b) Mensaje RTU

Figura3.17.- Estructura de mensajes en cada modo de transmisión.

3.5.5.2 Protocolo Modbus Plus.

Modbus Plus es un protocolo para redes de área local diseñado para aplicaciones de control industrial. Cada red soporta 64 dispositivos de nodo direccionables, con una velocidad de transmisión de datos de 1Mbps. Las aplicaciones incluyen transferencias de procesos de control y mensajes de supervisión. Modbus Plus provee a nivel de host comunicaciones igual a igual con los dispositivos de la red, los que se comunican con Modbus; es decir que la dirección Modbus en el mensaje determina la ruta final sobre Modbus Plus.

Modbus Plus es la denominación de un Bus de comunicaciones al modelo OSI:

Capa física: RS-232/ RS-485, par trenzado blindado (STP), 1 Mbps máximo. No obstante puede utilizarse RS232/ 422.

Capa de enlace: Acceso a la red por gestión tipo Cliente/ Servidor. Supervisión de tramas por CRC.

Capa de red: Encadenamiento por difusión de la dirección en el soporte físico.

Capa de Aplicación: Protocolo Modbus/ Jbus.

En esta red pueden conectarse 32 nodos directamente al cable del bus en una longitud máxima de 1500 ft (450m), lo que se denomina un segmento (figura 3.20). Usando elementos repetidores, la red puede extenderse hasta una longitud máxima de 6000 ft (1800m), y la cuenta de nodos es de máximo 64. La mínima longitud del cable entre cualquier par de nodos debe ser por lo menos 10 ft (3m), y la máxima es la misma que la del segmento, 1500 ft. Se entiende como nodo cualquier dispositivo físicamente conectado al cable Modbus Plus (figura 3.20).

El bus de red consiste en un par trenzado blindado que conecta directamente a nodos sucesivos. Los dispositivos se conectan al cable a través de conectores, los que permiten el paso de la información y el aterrizaje del terminal; para el efecto, los contactos de los conectores de dispositivos de terminación de red se cierran, mientras los equipos intermedios deben tener los contactos abiertos (figura 3.19 a y b). Las conexiones que se realizan al bus se muestran en la figura 3.18.

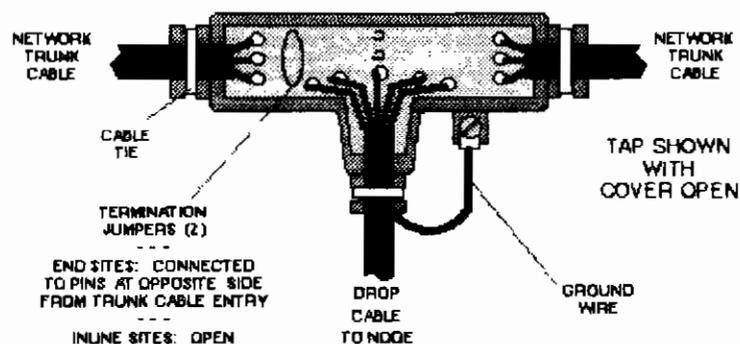


Figura 3.18.- Conexiones al bus.

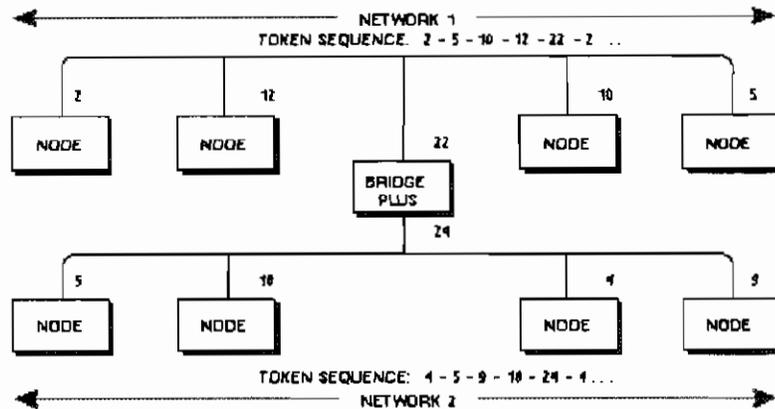


Figura 3.22.- Secuencia de rotación del token.

Cuando una estación o un nodo toma el token transmite sus mensajes y los otros nodos monitorean la red por mensajes de entrada para ellos. Cuando un nodo recibe un mensaje envía inmediatamente un acuse de recibo al nodo origen; si el mensaje es una petición de datos, el nodo receptor inicia el ensamblaje de los datos en el mensaje de respuesta que es transmitido cuando éste recibe el token que garantiza el acceso para transmisión.

La rutina que ejecuta la secuencia de token se la programa el momento de configurar el equipo y es tal que automáticamente realiza la adición o retiro de un nodo de la red de forma transparente para el usuario.

Los nodos pueden intercambiar mensajes estadísticos de operación que contienen información como identificación de los nodos activos, la versión del software en uso, actividad de la red, y reportes de error. Si un nodo transmite un pedido de lectura de las estadísticas en otro nodo, la transacción completa se realiza mientras el nodo de origen mantiene el token.

3.5.5.3 Protocolo HART.

HART se deriva de "Highway Addressable Remote Transducer", es un protocolo diseñado para aplicaciones de medición en procesos industriales. El protocolo hace uso del estándar Bell 202 para la transmisión por desplazamiento en

1. Tramas de información.-

Su campo de control es de la forma indicada en la Figura 3.26:

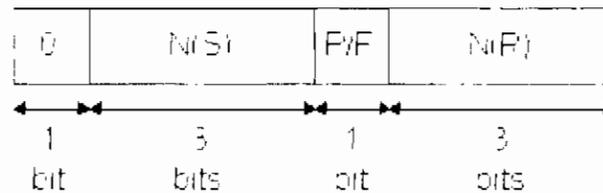


Figura 3.26.- Trama de información SDLC.

- **0** -Indica que la trama es de información.
- **P/F** -Regula el control de acceso al medio.
- **N(S)** -Número de secuencia en transmisión (caben hasta ocho números diferentes).
- **N(R)** -Número de secuencia en recepción.

N(S) y N(R) se usan para intensificar el flujo entre emisor y receptor, incorporando el método de las **ventanas deslizantes**. Con N(S) se indica la trama que se envía, y con N(R) se asienten tramas recibidas, es decir, se hace uso del **piggybacking**: cuando la comunicación es fuertemente bidireccional, en vez de enviar tramas de control conteniendo los asentimientos de recepción, los envío en las tramas de información, indicando la última trama que ha llegado correctamente. De este modo, el protocolo es más efectivo.

2. Tramas de supervisión.-

Su campo de control es de la forma indicada en la Figura 3.27:

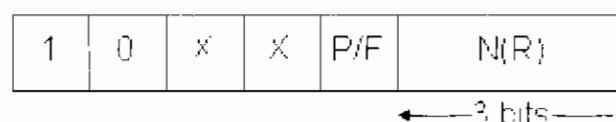


Figura 3.27.- Trama de supervisión SDLC.

Este protocolo se lo puede utilizar en el proyecto motivo del presente trabajo, sin embargo, existirá una gran baja en la utilización del canal cuando existan puntos o estaciones sin datos por transmitir; el tiempo designado para ellas se perderá. Mientras que con el sistema SDLC, la estaciones transmitirán solo si tienen datos y si no los tienen no ocuparán el canal de transmisión, permitiendo una eficiente ocupación del canal de transmisión.

3.5.7 DETERMINACION DEL ANCHO DE BANDA.

Se realiza una estimación de la velocidad de transmisión considerando la cantidad de información del punto más crítico (Carolina Alto, Distrito Centro); sabiendo que los datos entregados por los equipos de medición estarán en formato Hart, Modbus o Modbus Plus, los que ingresarán en la RTU para luego ser transmitidos en formato SDLC, es decir que la información se encapsulará primero en uno de los protocolos de instrumentación para luego entramarse dentro del protocolo de comunicación.

De acuerdo a esto:

- | | |
|---|--------------|
| • Información efectiva máxima | 25 bytes |
| • Información adicional (cabeceras y colas) | 20 bytes |
| • Trama total | 360 bits |
| • Tiempo para transmisión de información | 0.5 segundos |

De donde resulta:

- Una velocidad de transmisión mínima de 0.72 kbps
- Un ancho de banda mínimo de 360 Hz

Por lo que podemos concluir que ni la velocidad de transmisión, ni el ancho de banda resultan parámetros influyentes en la definición del medio de transmisión a utilizarse; no así la distancia que separa a los puntos heterogéneamente distribuidos en la ciudad, como lo revelan los gráficos de los enlaces.

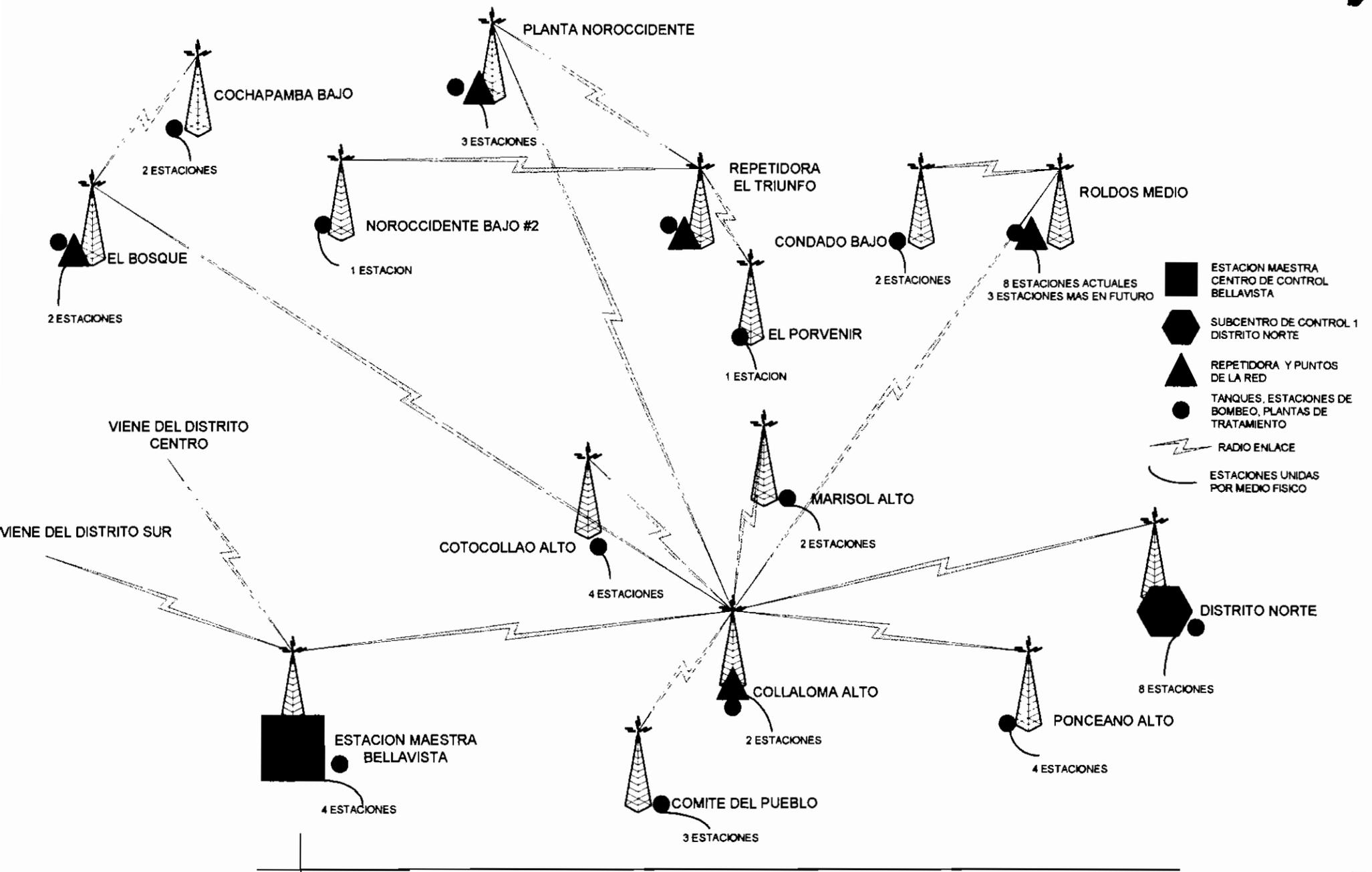


Figura 3.30 . - DISTRITO NORTE

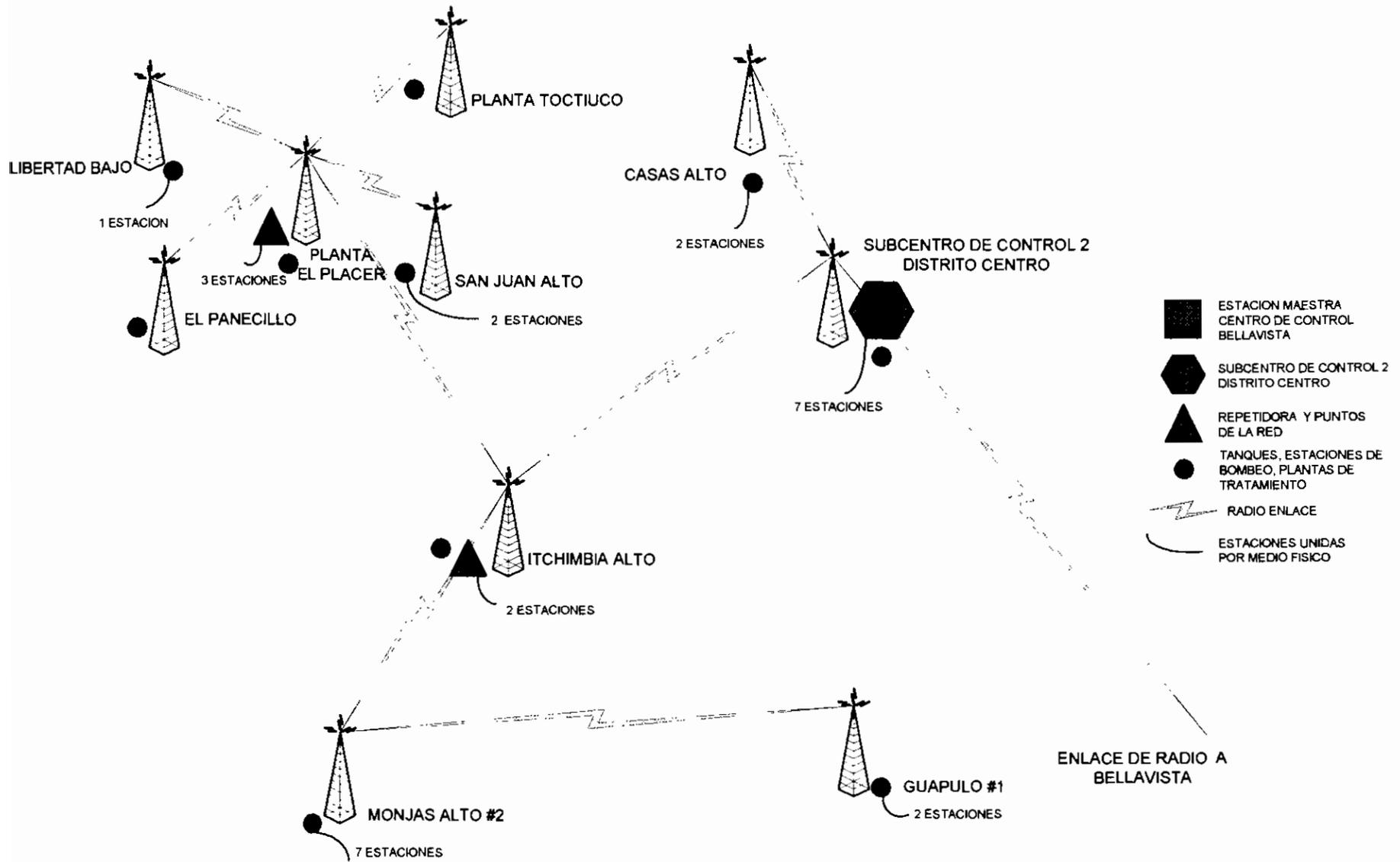


Figura 3.31 . - DISTRITO CENTRO

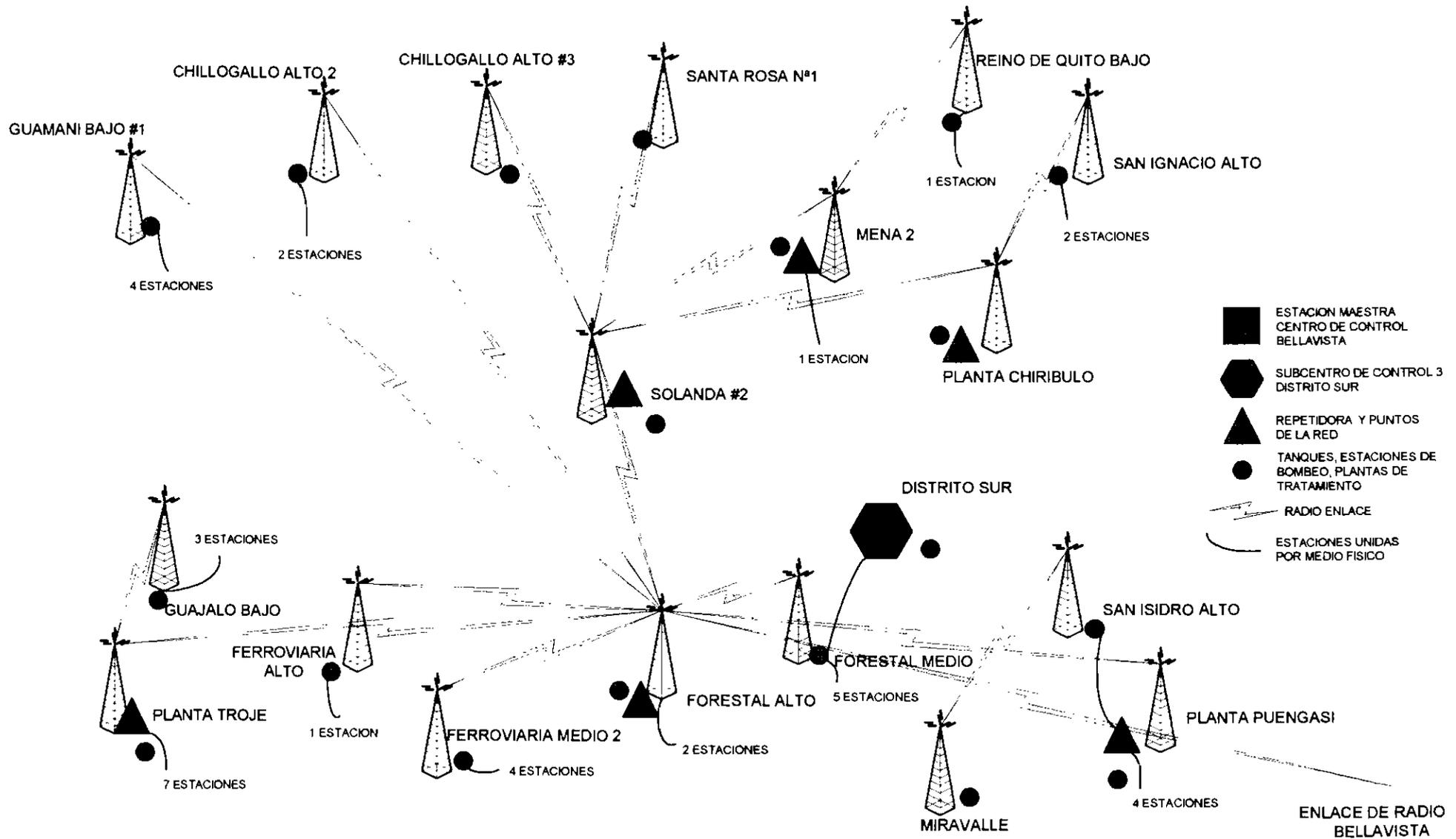


Figura 3.32 . - DISTRITO SUR

- Tasa de descuento o de actualización
 - Inflación
 - Sistema de precios
- **Período de análisis o período de vida útil:** se refiere al período referencial adoptado para los cálculos de la evaluación. Normalmente este período corresponde a lo que se denomina vida útil económica del proyecto. La *vida útil económica* es distinta de la *vida útil física*.

Normalmente en un proyecto de inversión no existe un único valor de vida útil física; por tanto la definición de un valor representativo de la vida útil económica toma en cuenta los ítems o partes del proyecto con mayor valor de vida útil física y la mayor participación (%) de éstos en relación con la inversión total del proyecto.

- **Tasa de descuento o de actualización:** la tasa de descuento o de actualización corresponde a la tasa de interés de oportunidad del capital en el mercado, mismo que tiene relación directa con el tipo de proyecto que se trate: uno de generación eléctrica, de agua potable, de vialidad, etc.

La tasa de descuento referencial se determina a partir de estudios de rentabilidad real de varios sectores económicos de un país.

- **Inflación:** en relación con la hipótesis de la inflación, no es recomendable incluirla en la evaluación económica, ya que lo que se quiere es evaluar un proyecto o comparar alternativas del mismo proyecto. Por tanto se utiliza el criterio de la *moneda constante*, correspondiente a una cierta fecha para la cual se define el nivel de precios.

Los efectos de la inflación o escalamiento de costos son considerados, por ejemplo, cuando existe la posibilidad de distorsiones relativas en los precios futuros de algunos de los ítems del proyecto.

- **Sistema de precios:** para valorar los beneficios del proyecto es necesario cuantificarlos, para lo cual se utiliza un sistema de precios o tarifas, mismo

4.5 INDICADORES O ÍNDICES ECONÓMICOS

Para determinar la bondad de un proyecto se emplea usualmente los siguientes índices o indicadores económicos:

- Beneficio Neto Actualizado (VAN ó BNA)
 - Relación Beneficio/Costo (B/C) y
 - Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)
- **Beneficio Neto Actualizado (VAN ó BNA):** representa la diferencia aritmética entre los beneficios brutos actualizados y los costos totales actualizados. Si la diferencia es positiva querrá decir que el proyecto es atractivo; mientras mayor sea el BNA más rentable será el proyecto.
 - **Relación Beneficio/Costo (B/C):** este índice se calcula dividiendo los beneficios brutos actualizados por los costos totales actualizados. El cociente obtenido (B/C) puede ser mayor que uno, igual a uno o menor a uno.

El B/C mayor que uno significa que el proyecto es atractivo, ya que está demostrando que los beneficios son mayores que los costos.

El B/C igual a uno significa que los beneficios brutos actualizados son iguales que los costos totales actualizados; en otras palabras, el VAN es igual a cero, lo que sugiere que el proyecto ni es bueno ni es malo.

El B/C menor que uno significa que los beneficios brutos actualizados son menores que los costos, lo que demuestra que el proyecto no es atractivo económicamente y, no conviene su ejecución.

- **Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE):** este índice es el indicador de la rentabilidad que tiene o no el proyecto. Se lo expresa en porcentaje (%) y corresponde a la tasa de interés que permite que los beneficios brutos actualizados sean iguales a los costos totales actualizados o, en otras palabras, es la tasa de interés para la cual el VAN es cero.

COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA

	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
	CONSUMO (USD)	CONSUMO (USD)	
PLANTAS			
BELLAVISTA	22.975,98	19.529,58	
EL PLACER	22.259,66	18.920,71	
NOROCCIDENTE	1.037,78	882,11	
OTRAS	3.655,58	3.107,24	
PUENGASI	23.281,00	19.788,85	
EL TROJE	500,00	425,00	
SUBTOTAL	73.710,00	62.653,50	
TANQUES			
106 PUNTOS	19.493,55	20.468,23	
SUBTOTAL	19.493,55	20.468,23	
ESTACIONES DE BOMBEO			
32 PUNTOS	10.522,80	8.944,38	
SUBTOTAL	10.522,80	8.944,38	
AHORRO			
TOTAL	103.726,35	92.066,11	11.660,24

Costos anuales referenciales del año 2000, tomados del Plan Maestro de la EMAAP-Q

Cuadro 4.3.- Costos de consumo de energía eléctrica en los diferentes puntos.

PERDIDAS ANUALES

PERIODO: ENE-DIC-2000

PLANTA DE TRATAMIENTO	AGUA DISTRIBUIDA	AGUA PRODUCIDA	PERDIDAS
	m3	m3	m3
BELLAVISTA	57.165.779,00	58.547.145,00	1.381.366,00
PUENGASI	65.452.758,00	66.457.903,00	1.005.145,00
EL PLACER	19.466.280,00	19.870.630,00	404.350,00
NOROCCIDENTE	3.855.250,00	3.876.850,00	21.600,00
OTRAS *	12.286.995,40	13.361.066,40	1.074.071,00
EL TROJE **	1.925.000,00	1.935.000,00	10.000,00
TOTALES	160.152.062,40	164.048.594,40	3.896.532,00

* Incluye: Toctiuco, Rumipamba, Cochapamba, Chilibulo.

** En periodo de prueba desde el 4 de julio del 2000, los datos de producción y distribución son aproximados

DATOS GENERALES DE LA CIUDAD EN EL AÑO 2000			
	m3	\$/m3	\$
AGUA FACTURADA	98.518.829,00	0,21	20.688.954,09
AGUA NO FACTURADA	50.545.081,60	0,21	10.614.467,14

Cuadro 4.4.- En el presente cuadro se muestran las pérdidas anuales en las plantas de tratamiento, además se ilustra la cantidad de agua facturada y no facturada

Los valores de los costos del volumen de agua tratada que se pierde en las redes de transmisión y distribución una vez implementado este proyecto, se los hace considerando que el sistema es un 99% confiable respecto a cortes de energía, ruptura del medio físico, caída de alguno de los enlaces de radio, daño en los equipos de macromedición, etc.

4.6.2. COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO.

Para la puesta en marcha del proyecto es necesario contar con los recursos físicos, humanos y económicos. En tal virtud, se hace indispensable realizar un análisis económico, por esta razón se presentan los costos de inversión del proyecto. Primero se pone en consideración los costos por instalación de equipos para la Estación Maestra o Centro de Control, tal como se detalla en el Cuadro 4.6., donde consta la cantidad, descripción, costo unitario y costo total en dólares norteamericanos.

EQUIPAMIENTO DE LA ESTACION MAESTRA

CANTIDAD Unidades	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
2	Computadores Servidores (principal y respaldo)	1.495,00	3.408,60
2	Computadores para DMS y entrenamiento	1.200,00	2.736,00
1	Impresora	200,00	228,00
1	Plotter	5.000,00	5.700,00
1	Kit de accesorios para impresora y Plotter (año)	2.160,00	2.462,40
1	Software e implementos para red LAN	5.150,00	5.871,00
1	Software SCADA	80.000,00	91.200,00
1	Estación Central de Comunicaciones y RTU	6.100,00	6.954,00
1	Kit de repuestos para SCADA	1.000,00	1.140,00
1	UPS, 2200VA, para 5 equipos	810,00	923,40
1	Antena omnidireccional (450-470 MHz)	200,00	228,00
1	Torre para montura de antena (30 mts.)	2.500,00	2.850,00
	Accesorios, cables, cimentación, etc.	1.925,00	2.194,50

TOTAL	125.895,90
--------------	-------------------

Precios referenciales a Mayo del 2001, los costos unitarios incluyen el 14% de IVA.

Cuadro 4.6.- Costos para el equipamiento de la Estación Maestra.

En el capítulo 3 se revisó el equipamiento y características que deben tener la Estación Maestra, subcentros de control y estaciones remotas. Adicionalmente, en el capítulo 1 se vio como deben estar conformadas estas unidades y sus

funciones. También se analizaron las características que debe presentar el software SCADA y el software de comunicaciones.

Existen tres subcentros de control, siendo estos los Distritos: Norte, Centro y Sur, todos ellos presentarán un equipamiento como en el mostrado en el Cuadro 4.7.

EQUIPAMIENTO DE UN SUBCENTRO DE CONTROL

CANTIDAD Unidades	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
2	Computadores principal y de respaldo	1.495,00	3.408,60
1	Impresora	200,00	228,00
1	Kit de accesorios para impresora	1.440,00	1.641,60
1	Software e implementos para red LAN	4.300,00	4.902,00
1	Estación Central de Comunicaciones y RTU	6.100,00	6.954,00
1	Antena omnidireccional (450-470 MHz)	200,00	228,00
1	Torre para montura de antena (30mts.)	2.500,00	2.850,00
	Accesorios, cables, cimentación, etc.	2.085,00	2.376,90

TOTAL	22.589,10
--------------	------------------

Cuadro 4.7.- Costos de equipamiento de un subcentro de control.

Las Estaciones Remotas (ver Cuadro 4.8) prácticamente poseen un mismo patrón de funcionamiento, así como similar número de entradas analógicas, entradas digitales y salidas digitales para las RTU, como se puede comprobar en el Anexo D (listado de IN/OUT analógicas y digitales por punto).

EQUIPAMIENTO DE LAS ESTACIONES REMOTAS

CANTIDAD Unidades	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
42	RTU con modem externo de radio LOS	4,100.00	196,308.00
104	RTU con modem dedicado	4,100.00	486,096.00
26	Antenas Yagi (450-470 MHz)	250.00	7,410.00
19	Antenas omnidireccionales (450 MHz)	200.00	4,332.00
125.184	Cable UTP categoría 5 en Km	250.00	35,677.44
9	Torres para antenas	2,500.00	25,650.00
30	Mástiles para antenas	150.00	5,130.00
146	Accesorios de RTU	205.00	34,120.20
45	Accesorios de antenas	1,800.00	92,340.00

TOTAL	887,063.64
--------------	-------------------

Cuadro 4.8.-Costos de equipamiento de Estaciones Remotas.

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

APLICACION DE LA EVALUACION AL SISTEMA CON PROYECTO

CUADRO No. 4.10

Tasa de actualización: 10,00%

AÑOS	COSTOS							BENEFICIOS EN RECURSOS				BENEFICIOS NETOS (US\$)	VALORES ACTUALIZADOS		
	INVERSIÓN (US\$)	OPER MANT (US\$)	REPOSICION POR ROBO (US\$)	REPOSICION POR VIDA UTIL (US\$)	ENERGIA ELECTRICA (US\$)	PERDIDAS DE AGUA (US\$)	TOTALES (US\$)	TASA INCREMENTAL	AGUA FACTURADA (US\$)	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL (US\$)	TOTALES (US\$)		COSTOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS NETOS (US\$)
	-1	1636704,7						1636704,7					-1636704,7	1 716 590,41	
1		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	20688954,1	810008,0	21498962,1	19197337,1	2 194 513,28	20 498 456,05	18 303 942,78
2		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	21446169,8	839654,3	22285824,1	19984199,2	1 995 012,07	19 316 999,59	17 321 987,52
3		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	22231099,6	870385,6	23101485,3	20799860,3	1 813 647,34	18 203 637,97	16 389 990,64
4		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	23044757,9	902241,7	23946999,6	21645374,7	1 648 770,31	17 154 446,48	15 505 678,17
5		2198376,9	3000,0	12000,0	92066,1	8181,9	2313624,9	3,66%	23888196,0	935263,8	24823459,8	22509834,9	1 506 696,83	16 165 726,56	14 659 029,73
6		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	24762504,0	969494,5	25731998,4	23430373,5	1 362 620,09	15 233 992,87	13 871 372,78
7		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	25668811,6	1004977,9	26673789,6	24372164,6	1 238 745,53	14 355 960,91	13 117 215,38
8		2198376,9	3000,0	178400,0	92066,1	8181,9	2480024,9	3,66%	26608290,1	1041760,1	27650050,3	25170025,3	1 213 419,33	13 528 535,53	12 315 116,20
9		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	27582153,6	1079888,6	28662042,1	26360417,2	1 023 756,64	12 748 799,94	11 725 043,30
10		2198376,9	3000,0	12000,0	92066,1	8181,9	2313624,9	3,66%	28591660,4	1119412,5	29711072,9	27397447,9	935 540,19	12 014 005,47	11 078 465,28
VALOR PRESENTE (US\$)											16 649 312,01	159 220 561,36	142 571 249,37		
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)													9,56		
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO (BNA)													142 571 249,37		
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA (TIRE %)															

Cuadro 4.10.- Aplicación de la evaluación al Sistema con proyecto

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

APLICACION DE LA EVALUACION AL SISTEMA SIN PROYECTO

CUADRO No. 4.11

Tasa de actualización. 10,00%

AÑOS	BENEFICIOS EN RECURSOS						TASA INCRE- MENTAL	BENEFICIOS EN RECURSOS			BENEFICIOS NETOS (US\$)	VALORES ACTUALIZADOS		
	OPER MANT	REPOSICION POR ROBO	REPOSICION POR VIDA UTIL	ENERGIA E..ECTRICA	PERDIDAS DE AGUA	TOTALES		AGUA FACTURADA	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL	TOTALES		COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES	BENEFICIOS NETOS
	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)
1	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	20688954,1	0,0	20688954,1	17305555,1	3 225 944,33	19 726 143,74	16 500 199,41
2	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	21446169,8	0,0	21446169,8	18062770,9	2 932 676,66	18 589 200,54	15 656 523,88
3	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	22231099,6	0,0	22231099,6	18647700,7	2 666 069,69	17 517 786,62	14 851 716,93
4	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	23044757,9	0,0	23044757,9	19661358,9	2 423 699,72	16 508 125,10	14 084 425,38
5	2445482,7	16000,0	12000,0	103726,4	818189,9	3395399,0	3,66%	23888196,0	0,0	23888196,0	20492797,1	2 211 178,12	15 556 656,80	13 345 478,68
6	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	24762504,0	0,0	24762504,0	21379105,0	2 003 057,62	14 660 027,67	12 656 970,05
7	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	25668811,6	0,0	25668811,6	22285412,7	1 820 961,47	13 815 076,98	11 994 115,51
8	2445482,7	16000,0	176400,0	103726,4	818189,9	3561799,0	3,66%	26608290,1	0,0	26608290,1	23046491,2	1 742 706,55	13 018 826,18	11 276 119,63
9	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	27582153,6	0,0	27582153,6	24198754,6	1 504 926,84	12 268 468,38	10 763 541,55
10	2445482,7	16000,0	12000,0	103726,4	818189,9	3395399,0	3,66%	28591660,4	0,0	28591660,4	25196261,4	1 372 967,64	11 561 358,48	10 188 390,84
VALOR PRESENTE (US\$)											21 904 188,65	153 221 670,50	131 317 481,85	
RELACION BENEFICIO/COSTO (B/C)													7,00	
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO (BNA)													131 317 481,85	
TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICA (TIRE %)														

Cuadro 4.11.- Aplicación de la evaluación al Sistema sin proyecto

- ✧ Valor actualizado de los beneficios totales, igual al caso anterior.
- ✧ **Beneficios netos actualizados**, representan la resta año a año de beneficios y costos totales actualizados.

Adicionalmente, en los cuadros 4.10 y 4.11 en su parte inferior se observan recuadros que contienen el valor presente, relación beneficio / costo, beneficio neto actualizado y la tasa interna de retorno económico. En las casillas del Valor Presente, se tienen las sumas de los costos totales actualizados, beneficios totales actualizados y beneficios netos actualizados. En la casilla de Beneficio / Costo se tiene el resultado numérico de la división matemática entre los beneficios totales actualizados y los costos totales actualizados recientemente nombrados. En el casillero de Beneficio Neto Actualizado, se encuentra el resultado de la diferencia aritmética entre los beneficios brutos actualizados y los costos totales actualizados. Por último se nombra a la tasa interna de retorno económico, la cual no se pudo determinar y de lo cual hablaremos más adelante.

Puesto que requerimos verificar la bondad de la existencia del proyecto en sí, realizamos la diferencia de los costos totales y de los beneficios totales actualizados, con y sin proyecto, tal como se puede observar en el cuadro 4.12. De esta manera, se obtiene la relación Beneficio / Costo y el índice Beneficio Neto Actualizado solamente del proyecto a implantarse.

De acuerdo a los resultados obtenidos, como se puede comprobar en el cuadro 4.12, ya podemos declarar al proyecto viable y por demás rentable. Esto se justifica porque en el BNA la diferencia es positiva, es decir que el proyecto es atractivo; mientras mayor sea el BNA más rentable será el proyecto.

Respecto al cociente obtenido B/C, se comprobó que es mayor que uno, lo que significa que el proyecto es atractivo, ya que está demostrando que los beneficios son mayores que los costos.

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

CUADRO No.4.14

SENSIBILIDAD TASA DE ACTUALIZACION AL 8%, CON PROYECTO

Tasa de actualización

8,00%

AÑOS	COSTOS							BENEFICIOS EN RECURSOS				BENEFICIOS NETOS (US\$)	VALORES ACTUALIZADOS		
	INVERSIÓN (US\$)	OPER MANT (US\$)	REPOSICION POR ROBO (US\$)	REPOSICION POR VIDA UTIL (US\$)	ENERGIA ELECTRICA (US\$)	PERDIDAS DE AGUA (US\$)	TOTALES (US\$)	TASA INCRE-MENTAL	AGUA FACTURADA (US\$)	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL (US\$)	TOTALES (US\$)		COSTOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS NETOS (US\$)
	-1	1636704,7						1636704,7							
1	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	20688954,1	810008,0	21498962,1	19197337,1	2.214.739,63	20.687.385,91	18.472.646,28
2	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	21446169,8	839654,3	22285824,1	19984199,2	2.050.684,84	19.856.059,48	17.805.374,63
3	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	22231099,6	870385,6	23101485,3	20799880,3	1.898.782,26	19.058.140,05	17.159.357,79
4	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	23044757,9	902241,7	23946999,6	21645374,7	1.758.131,73	18.292.285,16	16.534.153,44
5	2198376,9	3000,0		12000,0	92066,1	8181,9	2313624,9	3,66%	23888196,0	935263,8	24823459,8	22506834,9	1.636.387,14	17.557.206,30	15.920.819,16
6	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	24762504,0	969494,5	25731998,4	23430373,5	1.507.314,58	16.851.666,71	15.344.352,13
7	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	25668811,6	1004977,9	26673789,6	24372164,6	1.395.661,65	16.174.479,36	14.778.817,71
8	2198376,9	3000,0		178400,0	92066,1	8181,9	2480024,9	3,66%	26608290,1	1041760,1	27650050,3	25170025,3	1.392.444,46	15.524.504,91	14.132.060,45
9	2198376,9	3000,0			92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	27582153,6	1079888,6	28662042,1	26380417,2	1.196.554,91	14.900.649,81	13.704.094,90
10	2198376,9	3000,0		12000,0	92066,1	8181,9	2313624,9	3,66%	28591660,4	1119412,5	29711072,9	27397447,9	1.113.897,59	14.301.864,44	13.188.166,85

VALOR PRESENTE (US\$)	17.865.312,26	173.204.242,13	155.338.929,87
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)			9,70
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO (BNA)			155.338.929,87
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA (TIRE %)			

Cuadro 4.14.- Sensibilidad de tasa de actualización al 8%, con proyecto

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

CUADRO No. 4.15

SENSIBILIDAD TASA DE ACTUALIZACION AL 8%, SIN PROYECTO

Tasa de actualización:

8,00%

AÑOS							BENEFICIOS EN RECURSOS				BENEFICIOS	VALORES ACTUALIZADOS		
	OPER MANT	REPOSICION POR ROBO	REPOSICION POR VIDA UTIL	ENERGIA ELECTRICA	PERDIDAS DE AGUA	TOTALES	TASA INCRE- MENTAL	AGUA FACTURADA	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL	TOTALES	NETOS	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES	BENEFICIOS NETOS
	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)
1	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	20688954,1	0,0	20688954,1	17305555,1	3255677,2	19907955,4	16852278,2
2	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	21446169,8	0,0	21446169,8	18062770,9	3014515,9	19107950,5	16083434,6
3	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	22231099,6	0,0	22231099,6	18847700,7	2791218,4	18340094,0	15548875,5
4	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	23044757,9	0,0	23044757,9	19661358,9	2584461,5	17603093,9	15018632,4
5	2445482,7	18000,0	12000,0	103726,4	818189,9	3395399,0	3,66%	23888196,0	0,0	23888196,0	20492797,1	2401507,3	16895710,3	14494203,0
6	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	24762504,0	0,0	24762504,0	21379105,0	2215759,2	16216753,0	14000993,9
7	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	25668811,6	0,0	25668811,6	22285412,7	2051628,9	15565079,8	13513451,0
8	2445482,7	18000,0	178400,0	103726,4	818189,9	3581799,0	3,66%	26608290,1	0,0	26608290,1	23046491,2	1990821,5	14939594,2	12939772,7
9	2445482,7	18000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	27582153,6	0,0	27582153,6	24198754,6	1758941,1	14339243,8	12580302,8
10	2445482,7	18000,0	12000,0	103726,4	818189,9	3395399,0	3,66%	28591660,4	0,0	28591660,4	25196261,4	1634425,5	13763018,7	12128593,2

VALOR PRESENTE	(US\$)	23707956,4	166678493,6	142970537,2
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	(B/C):			7,03
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	(BNA):			142970537,16
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA	(TIRE %):			

Cuadro 4.15.- Sensibilidad de tasa de actualización al 8%, sin proyecto

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

CUADRO No. 4.16

SENSIBILIDAD TASA DE ACTUALIZACION AL 12%, CON PROYECTO

Tasa de actualización

12.00%

AÑOS	COSTOS							TASA INCRE- MENTAL	BENEFICIOS EN RECURSOS			BENEFICIOS NETOS (US\$)	VALORES ACTUALIZADOS			
	INVER- SIÓN	OPER MANT	REPOSICION POR ROBO	REPOSICION POR VIDA UTIL	ENERGIA ELECTRICA	PERDIDAS DE AGUA	TOTALES		AGUA FACTURADA	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL	TOTALES		COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES	BENEFICIOS NETOS	
	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)	
-1	1636704,7						1636704,7					-1636704,7	1.732.125,48			-1.732.125,48
1		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	20688954,1	810008,0	21498962,1	19197337,1	2.174.831,15	20.314.809,89	18.139.778,54	
2		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	21446169,8	839654,3	22285824,1	19984199,2	1.941.813,52	18.801.896,79	16.860.083,26	
3		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	22231099,6	870385,6	23101485,3	20799860,3	1.733.762,07	17.401.828,97	15.668.064,90	
4		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	23044757,9	902241,7	23946999,6	21645374,7	1.548.001,85	16.106.012,36	14.558.010,50	
5		2198376,9	3000,0	12000,0	92066,1	8181,9	2313624,9	3,66%	23888196,0	935263,8	24823459,8	22509634,9	1.389.350,61	14.906.689,65	13.517.339,04	
6		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	24762504,0	969494,5	25731998,4	23430373,5	1.234.057,60	13.796.673,65	12.562.616,05	
7		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	25668811,6	1004977,9	26673789,6	24372164,6	1.101.837,14	12.789.314,20	11.667.477,06	
8		2198376,9	3000,0	178400,0	92066,1	8181,9	2480024,9	3,66%	26608290,1	1041760,1	27650050,3	25170025,3	1.060.036,64	11.818.456,34	10.758.419,70	
9		2198376,9	3000,0		92066,1	8181,9	2301624,9	3,66%	27582153,6	1079888,6	28662042,1	26360417,2	878.377,82	10.938.403,43	10.060.025,61	
10		2198376,9	3000,0	12000,0	92066,1	8181,9	2313624,9	3,66%	28591660,4	1119412,5	29711072,9	27397447,9	788.354,85	10.123.883,03	9.335.528,19	
											VALOR PRESENTE (US\$)	15.582.548,74	146.977.766,12	131.395.217,38		
											RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)			9,43		
											BENEFICIO NETO ACTUALIZADO (BNA)			131.395.217,38		
											TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA (TIRE %)					

Cuadro 4.16.- Sensibilidad de tasa de actualización al 12%, con proyecto

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

CUADRO No. 4.18

SENSIBILIDAD PERDIDAS DE AGUA CON TARIFA MARGINAL, CON PROYECTO

Tasa de actualización: 10,00%

AÑOS	COSTOS							BENEFICIOS EN RECURSOS				BENEFICIOS NETOS (US\$)	VALORES ACTUALIZADOS		
	INVER- SIÓN (US\$)	OPER MANT (US\$)	REPOSICION POR ROBO (US\$)	REPOSICION POR VIDA UTIL (US\$)	ENERGIA ELECTRICA (US\$)	PERDIDAS DE AGUA (US\$)	TOTALES (US\$)	TASA INCRE- MENTAL	AGUA FACTURADA (US\$)	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL (US\$)	TOTALES (US\$)		COSTOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS NETOS (US\$)
	-1	1636704,7						1636704,7							
1		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	25614895,5	1002867,0	26617762,6	24314189,6	2 196 370,69	25 379 040,83	23 182 670,14
2		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	26552400,7	1039572,0	27591972,7	25288399,7	1 996 700,63	23 916 285,20	21 919 584,58
3		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	27524218,6	1077620,3	28601838,9	26298265,9	1 815 182,39	22 537 837,49	20 722 655,11
4		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	28531605,0	1117061,2	29648666,2	27345093,2	1 650 165,81	21 238 838,50	19 588 672,69
5		2198376,9	3000,0	12000,0	92066,1	10130,0	2315573,0	3,66%	29575961,7	1157945,7	30733807,4	26418234,4	1 507 965,47	20 014 709,08	18 506 743,61
6		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	30658338,3	1200326,5	31858664,7	29555091,7	1 363 773,39	18 861 134,03	17 497 360,63
7		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	31780433,4	1244258,4	33024691,9	30721118,8	1 239 793,99	17 774 046,85	16 534 252,85
8		2198376,9	3000,0	178400,0	92066,1	10130,0	2481973,0	3,66%	32943597,3	1289798,3	34233395,6	31751422,6	1 214 372,48	16 749 615,42	15 535 242,94
9		2198376,9	3000,0		92066,1	10130,0	2303573,0	3,66%	34149333,0	1337004,9	35486337,9	33182764,8	1 024 623,14	15 784 228,49	14 759 605,36
10		2198376,9	3000,0	12000,0	92066,1	10130,0	2315573,0	3,66%	35399198,6	1385939,3	36785137,8	34469564,8	936 327,91	14 874 482,96	13 938 155,05

VALOR PRESENTE (US\$)	16 661 866 31	197 130 218 85	180 468 352 54
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)			11 83
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO (BNA)			180 468 352 54
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA (TIRE %)			

Cuadro 4.18.- Sensibilidad de pérdidas de agua con tarifa marginal, con proyecto

**PROYECTO SCADA PARA LA RED DE DISTRIBUCION DE LA EMAAP-Q
EVALUACIÓN ECONÓMICA CON CRITERIO EMPRESARIAL**

CUADRO No. 4.19

SENSIBILIDAD PERDIDAS DE AGUA CON TARIFA MARGINAL, SIN PROYECTO

Tasa de actualización:

10,00%

AÑOS							BENEFICIOS EN RECURSOS				BENEFICIOS	VALORES ACTUALIZADOS		
	OPER MANT	REPOSICION POR ROBO	REPOSICION POR VIDA UTIL	ENERGIA ELECTRICA	PERDIDAS DE AGUA	TOTALES	TASA INCRE- MENTAL	AGUA FACTURADA	AGUA FACTURABLE INCREMENTAL	TOTALES	NETOS	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES	BENEFICIOS NETOS
	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)
1	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	25614895,5	0,0	25614895,5	22231496,6	3225944,3	24422844,6	21196900,3
2	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	26552400,7	0,0	26552400,7	23169001,6	2932676,7	23015200,7	20082524,0
3	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	27524218,6	0,0	27524218,6	24140819,6	2668069,7	21688668,2	19022618,5
4	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	28531605,0	0,0	28531605,0	25146206,0	2423699,7	20438631,1	18014931,4
5	2445482,7	16000,0	12000,0	103726,4	818189,9	3395399,0	3,66%	29575861,7	0,0	29575861,7	26180462,8	2211178,1	19260622,7	17049444,6
6	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	30658338,3	0,0	30658338,3	27274939,3	2003057,6	18150510,4	16147452,8
7	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	31780433,4	0,0	31780433,4	28397034,5	1820961,5	17104381,0	15263419,6
8	2445482,7	16000,0	178400,0	103726,4	818189,9	3561799,0	3,66%	32943597,3	0,0	32943597,3	29381798,4	1742706,6	16118546,7	14375840,2
9	2445482,7	16000,0		103726,4	818189,9	3383399,0	3,66%	34148333,0	0,0	34148333,0	30765934,0	1504926,8	15189532,3	13684605,4
10	2445482,7	16000,0	12000,0	103726,4	818189,9	3395399,0	3,66%	35399198,6	0,0	35399198,6	32003799,6	1372967,6	14314062,9	12941095,2

VALOR PRESENTE	(US\$)	21904168,7	189703020,6	167798832,0
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	(B/C)			8,66
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	(BNA)			167798831,97
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA	(TIRE %)			

Cuadro 4.19.- Sensibilidad de pérdidas de agua con tarifa marginal, sin proyecto

		COSTOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS TOTALES (US\$)
SIN PROYECTO		23,707,956.41	166,678,493.57
CON PROYECTO		17,865,312.26	173,204,242.13

VALOR PRESENTE	(US\$)	5842644.2	6525748.6
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	(B/C)		1.12
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	(BNA)		683104.40
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA	(TIRE %)		

Cuadro 4.20 .- Sensibilidad de tasa de actualización al 8%

		COSTOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS TOTALES (US\$)
SIN PROYECTO		20,319,035.93	141,440,142.25
CON PROYECTO		15,582,548.74	146,977,766.12

VALOR PRESENTE	(US\$)	4736487.2	5537623.9
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	(B/C)		1.17
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	(BNA)		801136.67
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA	(TIRE %)		

Cuadro 4.21 .- Sensibilidad de tasa de actualización al 12%

		COSTOS TOTALES (US\$)	BENEFICIOS TOTALES (US\$)
SIN PROYECTO		21,904,188.65	189,703,020.62
CON PROYECTO		16,661,866.31	197,130,218.85

VALOR PRESENTE	(US\$)	5242322.3	7427198.2
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	(B/C)		1.42
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	(BNA)		2184875.88
TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA	(TIRE %)		

Cuadro 4.22.- Sensibilidad de pérdidas de agua con tarifa marginal.

CAPITULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito EMAAP-Q es una entidad cuyo objetivo fundamental es la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, por los cuales la población pague una tarifa adecuada que no solo cubra los costos sino que permita afrontar el futuro exigente que plantea toda metrópoli con altas tasas de crecimiento.

La operación del sistema de distribución actualmente es manual, lo que significa que diariamente se mueven una gran cantidad de válvulas a la entrada de los tanques, a fin de evitar su desborde o facilitar su llenado. Ya que la ciudad de Quito está dividida administrativamente en tres Distritos: Norte, Centro y Sur.

Básicamente, el sistema de distribución de agua potable en la ciudad depende de cuatro plantas de tratamiento principales: Bellavista, Puengasí, El Placer y Noroccidente, aunque esta última contribuye en una cantidad porcentual muy baja con respecto a las tres primeras. Por lo que resulta necesario optimizar este proceso de distribución a fin de que el líquido vital llegue a la mayor parte de la ciudad con la menor cantidad de pérdidas posibles.

Al realizar un recorrido por todos los tanques del sistema se concluyó que algunos de ellos están operando inadecuadamente, principalmente por la falta de válvulas de altitud que impidan los desbordes de agua y aseguren que el sistema de transmisión trabaje apropiadamente. Además, en algunos de los puntos en estudio, se verificó la falta de mantenimiento en la macromedición, entendiéndose por macromedición a los equipos electrónico-hidráulicos que entregan datos del funcionamiento del tanque. La delincuencia también incide determinantemente en el sistema, ya que se producen pérdidas por robo en la mayoría de los tanques o estaciones de bombeo.

El crecimiento poblacional urbano, exige un incremento de los recursos humanos y mecánicos, así como su tecnificación para satisfacer adecuadamente la demanda actual y futura.

En este contexto, observando lo atractivo que resultan los beneficios potenciales que, ni la crisis económica puede convertirse en obstáculo para arremeter en contra del desarrollo de los sistemas de automatización de la distribución, se concluye que la EMAAP-Q no puede quedar al margen del inmenso mundo de las soluciones informáticas orientadas a la distribución de agua potable. La tecnología informática constituye un factor preponderante para efectivizar estrategias encaminadas a la optimización de la distribución de agua.

Por lo anotado en los párrafos anteriores, se concluye que es menester implantar un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), el cual constituye una solución que permitirá una operación más eficiente, confiable y económica para el proceso de distribución de agua potable en Quito. No puede conjugarse un sistema de bajo costo con eficiencia y confiabilidad, lo uno irá en desmedro de lo otro, pero con un diseño adecuado a los requerimientos, prestaciones y calidad de información, se puede lograr un resultado óptimo.

Un sistema SCADA presenta muchas ventajas frente a un sistema clásico, las que fueron señaladas en el capítulo 1, pero la que sobresale es aquella que anota que se elimina la necesidad de inspecciones de campo o cambio de parámetros en estaciones remotas de forma manual, de esta manera se evitan procesos lentos y complicados (además poco confiables), por último agiliza la toma de decisiones.

Un sistema SCADA, tal como se estudio en capítulos anteriores, posee algunos elementos constitutivos, como son: las estaciones remotas RTU (Remote Terminal Unit), las Estaciones Maestras ME (Master Station), el software de operación y comunicaciones, y el sistema de enlace. Particularmente para la EMAAP-Q la red estará conformada por una Estación Maestra o centro de control ubicada en Bellavista, tres subcentros de control localizados en los distritos norte,

datos de manera local, a dichos sensores se les ha denominado macromedición. Se concluye por estudios de los manuales de los macromedidores, que no existe la necesidad adquirir otros sensores para estas funciones, ya que estos en su totalidad ya entregan las señales requeridas, de 4–20mA en unos casos y señales digitales ON/OFF en otros casos, inclusive muchos de ellos tienen la posibilidad de entregar salidas de pulsos.

Para realizar el telecontrol, realmente no se intento evaluar técnicamente ni económicamente actuadores como válvulas automáticas, o relés para el encendido de bombas, etc., debido a que la empresa acondicionará en un futuro los diversos puntos con estos implementos, con o sin el proyecto. Simplemente, se dejo lista la posibilidad para conectar estos equipos a las salidas de las RTU.

En lo que a los medios de transmisión para el sistema de enlace se refiere, diremos que se evaluaron tomando en cuenta sus ventajas y desventajas. Para ello se analizó cuidadosamente las condiciones de seguridad antidelincuencial, la conveniencia económica, la ubicación geográfica de un punto a otro, etc. Desde el punto de vista técnico económico se estimó conveniente en muchos casos el uso de medio físico guiado como es el caso del par trenzado UTP categoría 5. Esto obviamente implica el uso de modems dedicados dentro del armazón de la RTU.

En otros casos se decidió por el medio físico no guiado, siendo la transmisión por radio de la banda de 410 – 512 MHz la elegida, en este caso se requerirán modems para RF dentro del armazón de la RTU. Esta banda de frecuencia se eligió debido a que estas frecuencias ofrecen una buena resistencia a la interferencia atmosférica y sus equipos son menos complejos y costosos que en bandas superiores. Se deja libertad para elegir la frecuencia de transmisión exacta de acuerdo a la disponibilidades de frecuencias al momento de implantar el proyecto, por lo tanto se deberá averiguar la concesión de frecuencias disponibles en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y CONATEL, para realizar el trámite correspondiente.

tanto, pese a que el proyecto se ha realizado con la mayor seriedad de nuestra parte, debemos anotar que existe la posibilidad de un pequeño margen de error. Dicho margen de error es debido a apreciaciones lo más apegadas a la realidad tomadas en su mayoría de entrevistas con personal de campo de la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES.

En este estudio no se ha considerado en particular proveedores o fabricantes, tampoco se quiere dar una idea que se ha hecho una selección de tecnología, pues esto le corresponde a la EMAAP-Q desde su punto de vista técnico, económico o social; pero si se sugiere que se tome en cuenta los estándares y protocolos descritos en el estudio, sin dejar de considerar cualquier otro estándar que puede ofrecer cualquier proveedor.

Como ya se mencionó, se considerará al SDLC como protocolo de comunicaciones con una sola frecuencia para la transmisión por emplear comunicación half dúplex. En caso de desearse intercambio de información más compleja para otras prestaciones, se recomienda realizar un estudio de plan de frecuencias más complejo, analizando cada punto de la red para evitar interferencias con las frecuencias principales o con sus armónicas. Otra posibilidad consiste en parcialmente o totalmente poner distintas polaridades en las antenas en lugares donde se podrían producir conflictos.

Puesto que se conoce de antemano de las estrechas relaciones entre la EMAAP-Q y la Empresa Eléctrica Quito, se recomienda hacer convenio con la EEQ para poder emplear los postes de alumbrado público para sustento del medio físico guiado, de esta manera se evitarán costos de arrendamiento. Lo anterior lo mencionamos ya que sabemos que la EMAAP-Q vende energía generada por sus sistemas hidroeléctricos privados a la EEQ.

Para un óptimo funcionamiento del sistema, es aconsejable mantener el 80 por ciento del personal existente para la operación de los tanques y estaciones de bombeo. Además, recomendamos emplear al personal y equipamiento existente

DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM

ELIOP concibió su plataforma SHERPA como una base sobre la que edificar futuras soluciones para la demanda de los mercados que necesitan de la integración de paquetes de diversos fabricantes tendientes a optimizar al máximo la oferta disponible en cada momento.

En particular, en lo que hace referencia al mundo de la distribución de energía eléctrica, ELIOP ha buscado en los últimos tiempos una solución que permita la integración de los diversos mundos y plataformas existentes, derivadas del pasado y que sin embargo, deban converger para su utilidad mejorada en el presente.

Al haber identificado una solución válida a todos los efectos para ese mundo, ELIOP ha realizado la integración de su SCADA SHERPA con los programas de aplicación para una red de distribución eléctrica de la compañía norteamericana CES (Configured Energy Systems). Este artículo resume las características principales de dicha integración.

Funciones de un DMS

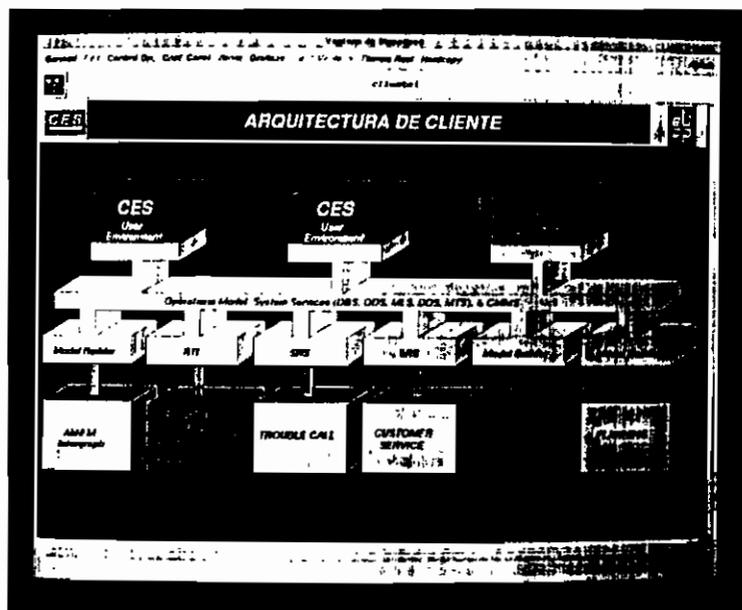
El DMS (Distribution Management System) es un sistema informático para la supervisión, el control y la gestión de una red de distribución de energía. Muchas de sus partes son igualmente aplicables a redes de distribución de gas y de agua.

Entre las funciones más importantes contempladas dentro del DMS ofrecido por ELIOP se encuentran:

- Visualización del estado de la red. Se muestran mapas eléctricos, geográficos y unifilares, normalmente importados de un Sistema de Información Geográfica (GIS) como puede ser ARC/INFO o INTERGRAPH. Los distintos colores en las líneas se utilizan para distinguir circuitos trifásicos entre sí y las distintas fases de cada uno de ellos y para representar situaciones especiales, como bucles, acoplamientos,

zonas desenergizadas, etc.

- Operación de dispositivos. Fundamentalmente apertura y cierre de interruptores, seccionadores, reconectores, etc.
- Planificación de operaciones. Se permite la preparación de secuencias de operaciones, comprobar paso a paso su impacto sobre la red en modo simulado y su almacenamiento para una posterior ejecución automática o supervisada.
- Gestión de brigadas. Permite seleccionar una brigada para la reparación de averías y manejar toda la información asociada (hora estimada de finalización, tipo de fallo, acciones realizadas, ...). También da soporte a la administración de las brigadas (añadir personas y/o vehículos, modificar turnos de actividad, ...).



- Gestión de avisos. Automatiza en parte la introducción de avisos de clientes y realiza un diagnóstico de la posible causa de la avería. Esta función está muy relacionada con

ELITEL 4000

Estación Remota de Telecontrol

El ELITEL 4000 es una Estación Remota con capacidad de multiproceso, basada en un microprocesador de 32 bits, que presenta una gran potencia y flexibilidad, resultando ideal para ser aplicada en los nodos de la red de telecontrol de los grandes sistemas de distribución: electricidad, gas, petróleo, agua, etc.

ADQUISICION Y TRATAMIENTO: de más de 2000 señales, tanto digitales como analógicas, de entrada y salida, paramétricas y calculadas, gestión de contadores, señales múltiples codificadas, mandos simples y dobles con o sin entradas asociadas que informan de su ejecución. Permite también la incorporación de sensores inteligentes con conexión serie. Diseño eléctrico y físico para E/S distribuida. Protecciones según normas IEC y de compatibilidad electromagnética (EMC). Opcionalmente acondicionamiento para seguridad intrínseca.

MANTENIMIENTO DE MÚLTIPLES BASES DE DATOS: de configuración, de tiempo real, de alarmas con etiquetas de hasta 1 ms., histórica, etc. Capacidad de recuperación de registros desde el Centro de Control después de una caída total de comunicaciones. Servicio a varios Centros de Control diferentes que actúen concurrentemente.

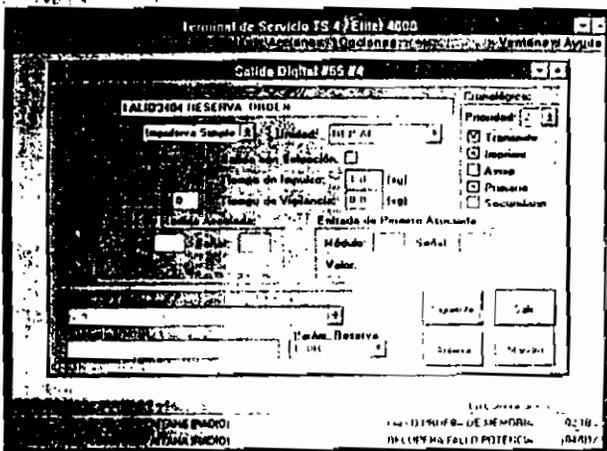
AUTOMATISMOS LOCALES: mediante autómatas programables (PLC) integrado en el sistema ejecutivo. Dispone de herramientas de desarrollo sobre PC manejables directamente por el usuario: Editor, compilador, cargador, simulador, analizador en tiempo real.

TERMINAL DE OPERADOR: sobre PC, en entorno Windows, conectable en local, o de forma remota, a través de la red de comunicaciones o de enlaces telefónicos conmutados. (Telesupervisión).

PROTOCOLOS: residente GESTEL (ELIOP). Emulación de otros protocolos para inserción en Centros de Control existentes. Múltiples experiencias ya consolidadas.

CONFIGURACION Y PROGRAMA DE AUTOMATISMO: recuperables y telecargables desde el Centro de Control, a través de las comunicaciones, sin afectar al tráfico ordinario.

PERIFERICOS LOCALES Y HERRAMIENTAS AUXILIARES: impresora, terminal de servicio (TS4), configurador (CFG4), unidad de desarrollo de programas (UDP-PC), sensores inteligentes, receptor externo de señales horarias para sincronización, etc.



Estación Remota de Telecontrol

El RMIX-4 es una Estación Remota de Telecontrol (ERT) basada en un microprocesador de 16 bit, con una estructura modular muy compacta y económica que presenta una gran flexibilidad de integración en diversos contextos mecánicos, resultando ideal para ser aplicada en los nodos terminales de la red de telecontrol de los grandes sistemas de distribución: electricidad, gas, petróleo, agua, etc.

ADQUISICIÓN Y TRATAMIENTO: de hasta 1000 señales físicas, tanto digitales de entrada y salida como analógicas de entrada. Diseño modular de E/S con módulos físicos digitales de entradas, salidas, mixtos, y analógicos. Tratamiento de parámetros y calculadas, gestión de contadores, señales múltiples codificadas, mandos simples y dobles con o sin entradas asociadas que informan de su ejecución. Permite también la conexión de sensores inteligentes a través de RS232. Protecciones para compatibilidad electro magnética (EMC).

MANTENIMIENTO DE MÚLTIPLES BASES DE DATOS: de configuración, tiempo real, alarmas con etiquetas de hasta 5 ms., histórica, etc. Capacidad de recuperación de registros desde el Centro de Control tras una caída total de comunicaciones. Servicio de datos a varios Centros de Control diferentes que actúen concurrentemente.

AUTOMATISMOS LOCALES: mediante autómatas programables (PLC) integrado en el sistema ejecutivo. Dispone de herramientas de desarrollo sobre PC manejables directamente por el usuario: Editor, compilador, cargador, simulador, analizador en tiempo real.

TERMINAL DE OPERADOR, sobre PC, en entorno Windows, conectable en local, o de forma remota, a

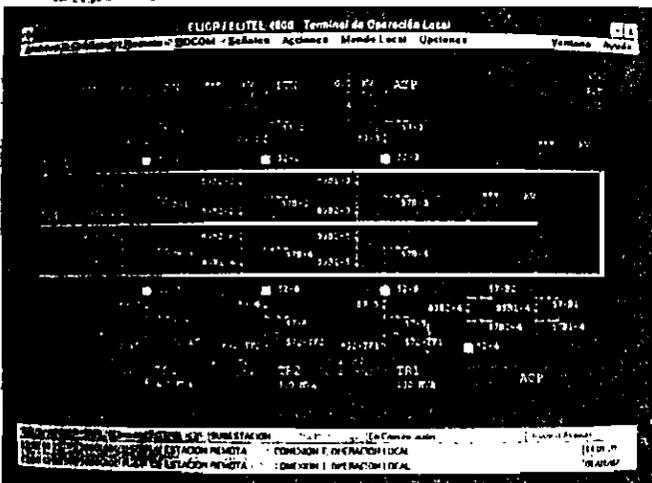
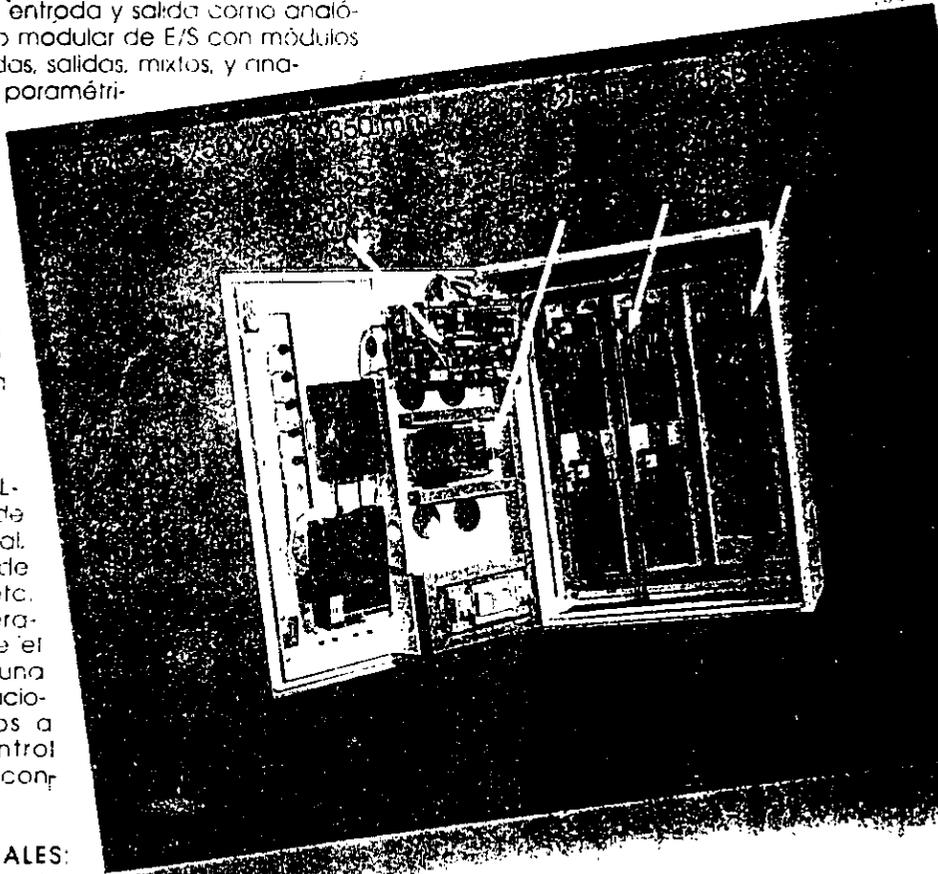
través de la red de comunicaciones o de enlaces telefónicos conmutados. (Telesupervisión). Opcionalmente facilidades gráficas con enlaces dinámicos en el terminal del operador local (TCO)

PROTOCOLOS residente GESTEL (ELIOP). Emulación de otros protocolos para inserción en Centros de Control.

CONFIGURACION Y PROGRAMA DE AUTOMATISMO: recuperables y telecargables desde el Centro de Control, a través de las comunicaciones, sin afectar al tráfico ordinario.

CONECTIVIDAD: La estación permite una gran variedad de comunicaciones con el Centro de Control de la red, aceptando enlaces punto a punto o punto-multipunto por cable, fibra óptica, ondas portadoras, radio, satélite, red telefónica conmutada, etc. Posibilidad de vías redundantes.

PERIFERICOS LOCALES Y HERRAMIENTAS AUXILIARES: impresora, terminal de servicio (TS4), configurador (CFG4), unidad de desarrollo de programas (UDP-PC), sensores inteligentes, receptor externo de señales, herramientas para sincronización, etc.



SHERPA

Sistema de Supervisión y Control

Para cumplir las cada vez mayores exigencias que deben soportar los Sistemas de Supervisión y Control, se precisa de soluciones MULTIPLATAFORMA, DISTRIBUIDAS Y ABIERTAS, con un nivel de FIABILIDAD y de capacidad de CRECIMIENTO que den respuesta a las necesidades de hoy y garanticen la competitividad en el futuro.

SHERPA es la más reciente y potente solución de ELIOP en este campo, aportando toda la funcionalidad y herramientas necesarias para ser aplicado en los Centros de Control y Despachos de pequeñas, medianas o grandes Redes de Telecontrol: electricidad, gas, petróleo, agua, industria, etc.

SHERPA permite construir a su alrededor la más compleja organización de gestión imaginable para un sistema distribuido, convirtiéndose en el núcleo básico de

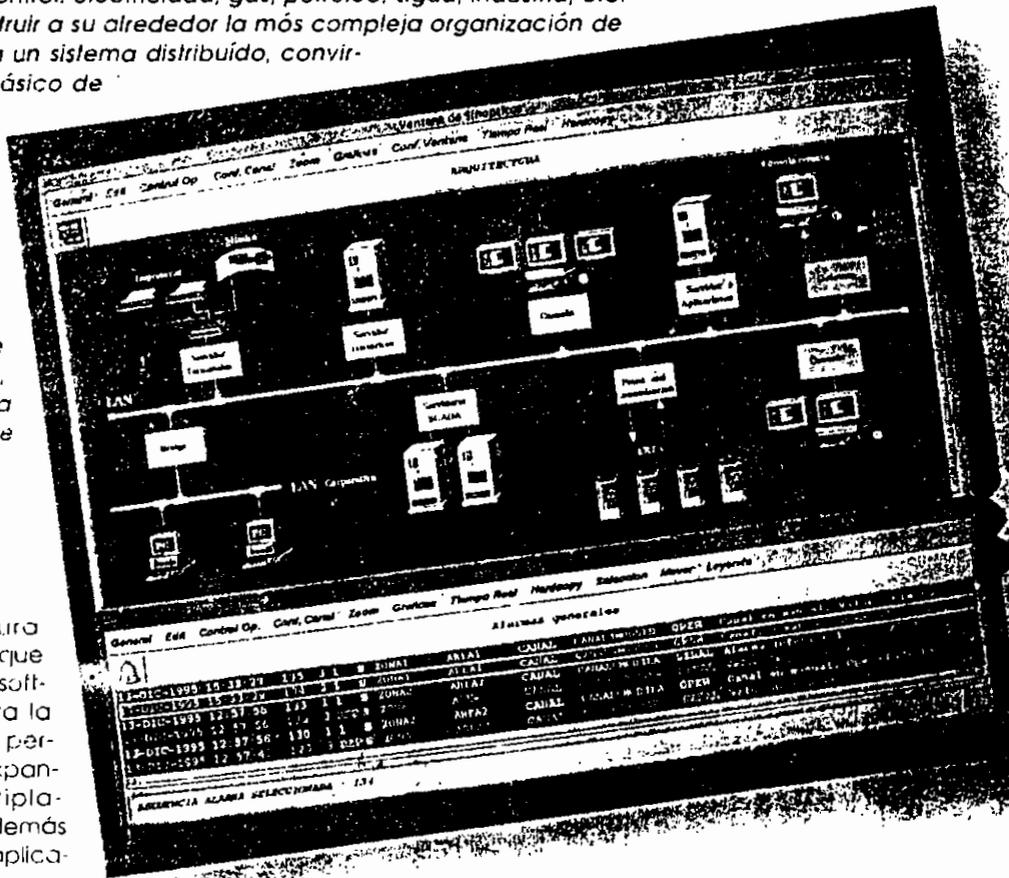
las múltiples aplicaciones de valor añadida que permiten la explotación optimizada de las infraestructuras dispersas.

En esta hoja de producto se incluyen los rasgos más característicos de este poderoso producto, situado en la vanguardia de la oferta mundial de sistemas de control

ARQUITECTURA CLIENTE/SERVIDOR

La potente arquitectura cliente/servidor sobre la que se ha implementado el software de SHERPA, mejora la eficiencia del sistema y permite su crecimiento y expansión en entornos multiplataforma, asegurando además la integración de otras aplicaciones corporativas.

Permite soluciones que incorporan Servidores y Estaciones de Trabajo en una Red de Área Local (LAN) o bien Servidores de Aplicaciones y Estaciones de Trabajo remotos, que permiten la configuración de arquitecturas completamente distribuidas. SHERPA soporta distintos niveles de distribución para Sistemas y Subsistemas y de redundancia de datos y de equipos.



SUBSISTEMA DEL OPERATIVO

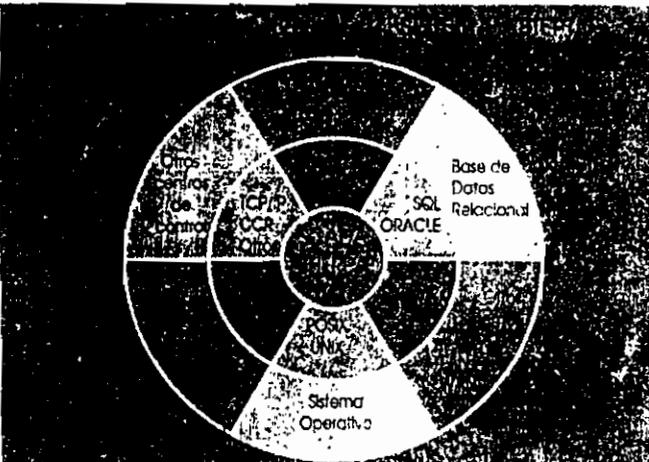
Se estructura en base a un FIUS-SOFTWARE, que unifica y simpla el acceso a los recursos del Sistema Operativo según las restricciones del ANSI C, POSIX 1 y POSIX 4, ahorrando espacio en memoria y disco, mejorando la velocidad de procesamiento y garantizando su portabilidad.

Ofrece al resto de los Subsistemas "servicios" de gestión de entorno, procesos, tiempo y ficheros.

SUBSISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

SHERPA tiene capacidad de controlar múltiples redes de telecontrol con Estaciones Remotas en Red Secundaria o Terciaria para adquisición de datos de tiempo real, históricos y de alarmas, conectadas en red local o a través de enlaces punto-multipunto por cable, fibra óptica, radio, etc.

Soporta protocolo GESTEL (ELIOP) y tiene capacidad de emulación de otros protocolos de telecontrol, directamente o a través de equipos frontera, con funciones altamente sofisticadas de exploración, lectura de valores, captura de cambios, mandos y consignos, telecarga de configuración y automatismos, terminal remoto, etc.



ELIOP ANNOUNCES A NEW PRODUCT: THE SHERPA SYSTEM

ELIOP has extensive experience in the area of Control applications. In the field of industrial electronics, these are organized around the range of SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) products.

From its beginnings, ELIOP has provided multiple applications in the fields of electricity, gas, water, transportation, communications, etc. Depending on the case, the design has used one of the three platforms included in the product catalog: the **SCADA PC-TEL**, which is operative in personal computer environments, the **SCADA WINDOWS**, for medium-sized applications; and the **SCADA 4000**, which is supported on workstations and central servers to cover those applications in redundant environments with a high level of distributed features.

In view of our market share and the leading role that Control Systems play in our business, we are aware of the need to keep our product offering up to date, so as to reassure our present and future customers that a vote for ELIOP is a vote for the most advanced, competitive systems designed in Spain.

With this customer service philosophy, ELIOP now offers in this article a new product to the market. Under the name of SHERPA, it contains a series of the most technologically advanced features.

STANDARD OPEN SYSTEMS

Today, as a result of advances in hardware capabilities, computer equipment manufacturers have obtained very high levels of features in their UNIX machines and similar as regards processing speeds, storage capacities, etc. This situation has coincided with a heavy demand for standards such as POSIX, OSI architectures, OSI MOTTIF type graphic interfaces, etc., which allow us to speak today with some credibility of compatibility between machines and applications.

ELIOP's experience in the real time environment helped it in the past to avoid failed incursions into the initially immature UNIX environments, and now, with full knowledge of the facts, it can enter this operating system with its new SHERPA product, assured that it has not overlooked any of the features demanded of the real-time systems.

SHERPA conforms with the standards and is built to permit development of third party added functions, providing access both to information in

its databases and to libraries for new subsystem development.

MULTIPLE PLATFORMS

The combination in customer solutions of several hardware platforms, personal computers, workstations, multiprocessor systems (SMP), specialized equipment, etc., has become an everyday reality that has broken down the barriers of the monopoly on sales of computers and peripherals.

Identical barriers have been eliminated in the area of associated operating systems (UNIX, Windows 3, MS Windows, etc.), thus leveraging the capability for data exchange between systems through the use of interfaces such as SQL, DDE, OLE? and similar.

In this environment, SHERPA offers the possibility of distributing its functionality in a heterogeneous environment with machines specialized in certain tasks such as graphic presentation terminals, communication front end systems, or dedicated computers for simulation, management or configuration.

OBJECT ORIENTED ENVIRONMENT

In part as a result of the above requirements and in order to offer a top quality product, SHERPA has been organized to provide object oriented features throughout the system.

Everything from the user interface (synopses, lists, reports, etc.), to the bus software that isolates the different modules making up the system from the problems inherent in job distribution, is designed

in accordance with object orientation techniques.

Job distribution on multi-platform environments is based on the advanced distributed object methodology of the **client/server** type.

This work methodology facilitates code reuse, thus increasing behavioral similarities for the user and simplifying development or inclusion of new functional modules.

RELATIONAL DATABASES

The needs of a large control center require the inclusion of large databases in the system for storing the complete configuration, historical data, equipment characteristics, GIS system interfaces, etc.

SHERPA runs some of the most common relational database management systems (SGDBR) such as ORACLE, DB2, SYBASE, ADABAS, etc. Those proprietary databases of SHERPA that are not built around one of these managers will always be able to exchange information with them through SQL or another standard interface.

SYSTEM COMPATIBILITY

The diversity of equipment and applications requires homogeneous elements that save the user the trouble of becoming skilled in multiple platforms, systems, etc. This is achieved in SHERPA by integrating different communication mechanisms on LAN and WAN environments (TCP/IP, X 25, DECnet, etc.), accounting for the ISO/OSI standards concerning these issues.

The most widely used graphic user environments must also be supported, providing a common independent interface for the graphic modules used (the standard OS/2, Motif and X Windows, or proprietary environments such as Microsoft Windows), to cite some of the most successful examples.

A third homogenizing element is the possibility of integrating multiple remote stations from different manufacturers, various protocols with several generations of technology, etc. SHERPA supports communications protocols through specific controllers, which offer libraries or tools to help in new developments.

For these connection facilities with field elements, SHERPA guarantees full compatibility between previous versions of ELIOP SCADA equipment installed and its new product families, which include advanced features of automatic function program teleloading, alternative configurations, etc.

CONFIGURATION FACILITIES

On the basis of previous experiences with complexity, high costs, consistency guarantees, etc. associated with system configuration processes, SHERPA has paid special attention to aspects related to

the definition and application of the overall system by the final user.

The most appealing features of SHERPA are aimed at requirements such as centralized input of all system configuration data, automatic generation of each subsystem's characteristics, support for making ON-LINE configuration modifications, a directed, powerful interface for this task, definition of different access levels, etc.

SYSTEM SELF-SUPERVISION

In powerful, advanced systems such as those covered by SHERPA, it is essential to have operation self supervision elements. For SHERPA, standards such as CMISE (ISO on OSI) or SNMP (Internet on IP) have been chosen as they are commonly used for tools such as DEAlmex, HP Open View and similar.

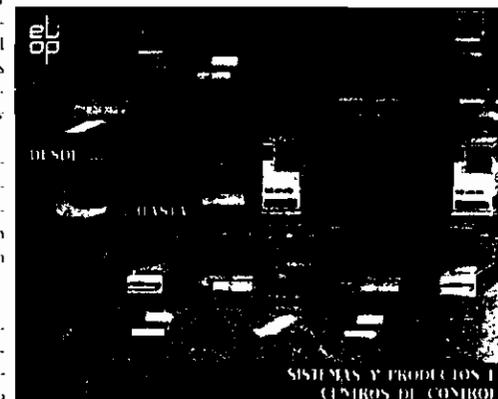
In this respect, special attention has been paid in SHERPA to all subsystem self diagnosis and supervision elements at all application levels.

SHERPA: NEW SOLUTION FOR NEW PROBLEMS

ELIOP markets its new product in the Control Center family to strengthen its internal and external product offering, based on past experience and with future alternatives and the guarantee of product compatibility within its family of Remote Stations and field equipment.

SHERPA should satisfy both the markets that are demanding upgrading of outdated systems and those that for the first time require technologically demanding control products with the ability for future evolution.

ELIOP secures its place in open market competition by launching SHERPA, the multi-platform, distributed, object oriented open solution conforming with standards, which only leading companies can offer.



Lógica borrosa aplicada a procesos de control de aguas

ELIOP resuelve el proceso de una planta de tratamiento con este tipo de algoritmo

En un proyecto de automatización de una planta de tratamiento, ELIOP ha empleado la lógica borrosa para alcanzar una adecuada solución. Es la primera aplicación en Turquía resuelta de esta manera. Esta solución se ha aplicado como una parte de un sistema SCADA de la planta de tratamiento. Este tipo de aplicaciones también será empleado en proyectos similares, que ELIOP llevará a cabo en días venideros.

ELIOP ha finalizado recientemente un proyecto de automatización de una planta de tratamiento de aguas en una zona industrial de Bursa.

Esra automatización es un primer ejemplo en Turquía de una planta de tratamiento que tiene 6 Estaciones Remotas de Telecontrol ELITEL 4000 para la supervisión y el control de una planta de tratamiento desde un Centro de Control y realizar automatización local con las funcionalidades de PLC de la remota.

La planta de tratamiento está construida para el tratamiento de aguas residuales de una zona industrial de Bursa. Las señales de campo de la planta de tratamiento son recogidas en cinco secciones. Estas secciones son: compresor 1, compresor 2, prensado, tratamiento químico y sedimentación/lodos. La sexta remota está en el Edificio de Control como remota maestra del sistema y también para manejar el panel mímico de la Sala de Control.

La remota maestra supervisa las comunicaciones entre las demás remotas, recoge todas las señales de campo y transmite las funciones de control necesarias dadas por el operador desde el sistema informático de la Sala de Control. Esta remota tiene 32 entradas digitales para atender a los botones del panel mímico y 192 salidas digitales para manejar la ventana de alarmas y las luces indicadoras del panel mímico para visualizar el estado del sistema.

La remota del compresor 1 tiene 64 entradas digitales para examinar las posiciones de las válvulas y las condiciones del motor, 16 entra-

das analógicas para la presión, nivel, flujo, 32 salidas digitales para el arranque y parada del motor, apertura y cierre de válvulas en las secciones del compresor 1.

La remota del compresor 2 tiene 64 entradas digitales para examinar las posiciones de las válvulas y las condiciones del motor, 16 entra-

ELIOP aplica nuevas tecnologías a sus proyectos para conseguir soluciones eficientes y para una mayor satisfacción de sus clientes

das analógicas para medir el nivel de oxígeno, 32 salidas digitales para el arranque y parada del motor, apertura y cierre de válvulas en las secciones del compresor 2 y ventilación.

La remota de prensado tiene 96 entradas digitales para las posiciones de las válvulas y el motor y condiciones de bombeo; 16 entradas

Líder en tecnología

ELIOP es el líder tecnológico en Turquía en proyectos de automatización y SCADA. En cada proyecto realizado por ELIOP, se han empleado con éxito las tecnologías más recientes y dichas aplicaciones han servido de modelo para proyectos similares siguiendo la tecnología.

La aplicación de recientes tecnologías también da ventaja en cuanto a tener referencias modernas para un largo periodo de tiempo. Por eso, la satisfacción de nuestros clientes es más larga y el beneficio que ellos recogen por sus inversiones es más grande. Esto también da ventaja a ELIOP.

SCADA ARCOS (Version A4) para los COIs de IBERDROLA

Un sistema cargado de historia y lleno de futuro

ELIOP, como fabricante español de Sistemas de Telesupervisión y de Telecontrol, diseña sus Productos y Sistemas con tecnología 100% propia, lo que supone una garantía para el desarrollo futuro de éstos, tanto a la hora de incorporar nuevas mejoras como para dar soluciones a nuestros Clientes sobre los problemas específicos que presenta cada proceso.

Esta filosofía de la empresa a medio y largo plazo supone un compromiso por asegurar, hasta el límite que la tecnología permite, las inversiones de nuestros Clientes en equipos y Sistemas ELIOP y es muy bien valorada por éstos. Nuestros Clientes saben que cuentan en ELIOP con un colaborador permanente, nunca ocasional, que dispone de recursos para hacer evolucionar sus Sistemas en la medida que la realidad impone, a la par que mantiene una línea de desarrollo continuo de sus productos, con un incremento creciente de su inversión en I+D paralelo a su cifra de negocio, para anticiparse al futuro cuando la previsión así lo aconseja.

Hoy nos satisface exponer un ejemplo altamente ilustrativo de esta filosofía, referente a la evolución ocurrida en algunos de nuestros Sistemas SCADA. Esta evolución ha estado propiciada por diversos Clientes, entre los que destaca IBERDROLA, y ha conducido a la realización de la Versión A4 de nuestro SCADA ARCOS, cuya primera instalación, en el COI de Castilla-La Mancha, está prevista para el próximo verano.



Victor Rijo
Jefe del Area de
Energias de ELIOP



Jorge Seigas
Jefe del Area de
Proyectos de ELIOP

SCADA ARCOS HOY

En la actualidad y tras el nuevo encargo de IBERDROLA, ELIOP ha iniciado los trabajos que conducirán a la versión ARCOS A4, la cual amplía la capacidad de gestión de los centros eléctricos de IBERDROLA, a la vez que incorpora nuevas posibilidades para exploración de ERTs a través de radio trunking y red telefónica (tanto básica como GSM).

Es importante indicar que tanto el nacimiento de SCADA ARCOS (como fusión de los Sistemas precedentes), como su posterior evolución para adaptarse a las nuevas necesidades y funcionalidades planteadas por IBERDROLA, muy superiores a las inicialmente solicitadas para los CDTs y CODs originales, han sido posibles

Un poco de historia

En el año 1.989 la entonces HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. adjudicó a ELIOP los Centros de Telemando (CDT) de Alcira y Viveros, en la provincia de Valencia, para el telemando de sus redes de subtransporte y de reparto de energía eléctrica. ELIOP atendió a esta solicitud sobre la base de su Sistema SCADA VAX, que disponía, entre otras características, de redundancia "Hot Stand-by", front-end de comunicaciones, interfaz "full-graphics" sobre pantallas Avdin y protocolo GESTEL para comunicación con las Estaciones Remotas de Telecontrol (ERTs).

Este fue el principio de la que ha sido y es una fructífera relación entre las dos empresas, que ha llevado a ELIOP a convertirse en uno de los principales suministradores de Centros de Control y de ERTs de IBERDROLA.

En el año 1.991, ELIOP suministró, de forma casi coincidente con los anteriores Sistemas, el Telemando de Distribución de Albacere-La Roda-Hellín, basado en SCADA WINDOWS, con interfaz "full-graphics" Windows, y exploración directa de ERTs desde los servidores SCADA.

Con posteridad y como evolución de los dos tipos de Sistemas SCADA anteriores, nació el Centro de Operación para Distribución (COD) de Viveros (Valencia), sobre SCADA GESTEL, con redundancia "Hot Stand-by", front-end de comunicaciones, e interfaz "full-graphics" Windows. Además, este Sistema incorporaba nuevas ideas y funcionalidades, fruto de la experiencia obtenida por los operadores de los Sistemas primeramente suministrados.

Por su parte, los telemandos para Transporte y Reparto evolucionaron más lentamente, suministrándose en el año 1.992 los correspondientes a los Centros de Control de Cuenca (CCC) de Ribesalbes y Centro de Información y Control (CIC) de Espinardo, sobre SCADA VAX, y al CIC Madrid sobre SCADA GESTEL.

Tras la fusión de HIDROELÉCTRICA e IBERDUERO nace IBERDROLA, lo que trae consigo el establecimiento de nuevos criterios para la explotación de los Centros de Telemando, dando lugar al nacimiento de los Centros de Operación e Información (COIs), que agrupan en un mismo Centro informaciones de Distribución, Reparto y Subtransporte, amplían la zona geográfica bajo supervisión, etc.

Para atender a esta nueva filosofía surge SCADA ARCOS, que recoge de forma conjunta las principales prestaciones y funcionalidades de los anteriores CDTs, CICs y CODs, soportadas hasta el momento de forma separada por los diferentes SCADAs citados.

- Facilidad de manejo. Los periféricos utilizados como interfaces no exigen un conocimiento especializado para su manejo.
- Fiabilidad. Basada en la disponibilidad de los elementos físicos y la estructura organizativa de los mismos.
- Mayor concentración. La simplificación de los Puestos Centrales informatizados respecto a otros sistemas (menor espacio físico necesario, reducción del cableado, etc) unido a las mejoras en los equipos de comunicaciones permite una mayor centralización: es decir, un C.T.C. permite controlar un mayor número de estaciones o puestos satélites y por tanto extender su zona geográfica de influencia.

Como se comprende, una de las funciones básicas de un C.T.C. es el telemando (mandar desde el Puesto Central todos los elementos de cada una de las estaciones dejando constancia del estado en el que se encuentran). Entendemos que esta función es genérica en el sentido de que un sistema de telemando precisa de tres elementos fundamentales: un sistema centralizador o SCADA, unos equipos remotos y un protocolo de comunicaciones lo suficientemente flexible para adecuarse a las particularidades del entorno a telecontrolar. En este sentido, el catálogo actual de ELIOP ofrece productos suficientes para garantizar la mejor solución a la problemática concreta del C.T.C. de Orense:

- El sistema SCADA redundante, SHERPA.
- La última generación de equipos remotos: ELITEL-4000.
- Equipos de comunicaciones y el protocolo GESTEL.

Sin embargo, RENFE ha avanzado notablemente en la normalización de estos nuevos sistemas, definiendo con rigor sus exigencias desde el punto de vista de la funcionalidad esperada, los interfaces con los usuarios y con otros sistemas externos, recomendaciones técnicas, etc. lo que le ha permitido uniformizar los sistemas con independencia del suministrador. En este sentido, se integran otras funcionalidades distintas como son:

- Funciones de regulación y de explotación.
- Mandos compuestos y programación automática de itinerarios.
- Numeración y seguimiento de trenes.
- Interconexión con el sistema de SITRA y MALLAS.
- Interconexión con el Telemando de Subestaciones.

Para dar respuesta a estas exigencias, ELIOP incorpora a su línea de productos el nuevo SCADA-CTC, que cumple con los requisitos impuestos por RENFE para estos sistemas y que representa el esfuerzo por ofrecer una solución plenamente satisfactoria adaptada a las necesidades del cliente.

Con independencia del suministro en sí del Sistema de Control de tráfico informatizado (C.T.C.), este proyecto plantea una serie de retos destacables entre los que cabe destacar la integración en el mismo de los Puestos Satélites actuales de tecnología de

Es necesario resaltar muy especialmente que las citadas obras se han de desarrollar en instalaciones en servicio y de forma que no se interfiera en su funcionamiento normal, dada la importancia que ello tiene para la seguridad de la circulación.

Todo ello configura un gran reto para COBRA y ELIOP y a la vez, la satisfacción de constatar la confianza en ellos depositada por RENFE.

Algunos datos relevantes del C.T.C. de Orense:

- 2 servidores en configuración redundante, basados en ordenadores modelo DEC AlphaServer 1000A, 333 MHz, con montaje en rack.
- 2 puestos de operador con 4 monitores, 1 teclado y 1 ratón cada uno, basados en ordenadores modelo DEC AlphaServer 1000A, 333 MHz.
- 1 estación de trabajo para labores de ingeniería y mantenimiento.



terceros mediante la emulación del protocolo de comunicaciones correspondiente, así como la uniformización de la operatividad del sistema desde los puestos de operador con independencia del tipo de enclavamiento manejado (cableado libre, módulos geográficos o tecnología GRS).

- 6 retroproyectores de alta resolución con pantallas de 6" cada uno.
- 55 puestos satélites o remotos en 6 ramas de comunicaciones distintas, de los cuales 20 serán nuevos equipos ELITEL-000 y 35 serán de otros fabricantes ya existentes. ▽

SISTE
DE
GESTI

RED /
ESTIO

c
c
r
l
cc
"T
Po

AMPLIACIÓN Y MEJORA DEL TELECONTROL DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE FUERTEVENTURA

Se describe en este artículo el nuevo Sistema de Telecontrol de la Red de Distribución de Agua de Fuerteventura, resaltando los nuevos desarrollos realizados en el área del control automático de los diversos trasvases, así como las principales ventajas y mejoras que incorpora.

En el año 1987, ELIOP instaló un primer Sistema de Telecontrol para el CONSORCIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A FUERTEVENTURA. Aquél sistema, basado en la familia de estaciones ELITEL-2000 de ELIOP, fué uno de los primeros Sistemas de Telecontrol de Distribución de Aguas en España y después de 8 años de operación, continúa al día de hoy demostrando su utilidad y fiabilidad en el control de la Red.

Para atender al fuerte desarrollo económico que vive actualmente Fuerteventura, con un gran crecimiento, en los últimos años, del sector turístico, el CONSORCIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A FUERTEVENTURA ha solicitado a ELIOP la ampliación y mejora del Sistema de Telecontrol inicial. El propósito de este encargo ha tenido dos objetivos principales:

- Ampliar el Sistema de Telecontrol incorporando 10 nuevas Estaciones pertenecientes a la Red de Distribución Hidráulica.
- Aumentar y mejorar de forma cualitativa las funcionalidades existentes del anterior Sistema.

Para satisfacer los requerimientos anteriores, ELIOP ha implementado un nuevo Sistema que facilita la gestión a los operadores y responsables del abastecimiento de agua. Las principales ven-

tajas del nuevo Sistema se concretan en las mejoras de operación y disponibilidad de la información de las instalaciones y equipos en verdadero tiempo real y en el avance que supone registrar todas las informaciones recibidas y acciones realizadas, creándose, a tal efecto, los archivos cronológicos e históricos susceptibles de ser analizados para realizar un seguimiento del comportamiento de los equipos, forma de explotación de la Red, planificación de los mantenimientos, etc.

UN NUEVO SISTEMA DE TELECONTROL

El Puesto de Control Central del nuevo Sistema, basado en el Sistema SCADA-WINDOWS de ELIOP, dispone de unas elevadas prestaciones que cubren las funcionalidades requeridas para la explotación del Telecontrol de la Red de Distribución Hidráulica de Fuerteventura.

El Sistema SCADA-WINDOWS permite la visualización detallada del estado de la Red, realizar mandos de forma manual y programada, integrar los módulos para el control automático de los trasvases, y por último, obtener información de la evolución temporal de las variables y estados de los elementos bajo control.

En la solución implementada, el SCADA-WINDOWS se instala sobre una Estación de Trabajo Vaxstation 4000-VLC de la firma Digital Equipment Corporation (DEC) y se ejecuta sobre el sistema operativo VMS, especialmente diseñado para aplicaciones de tiempo real.

Por otra parte, de las 9 Estaciones Remotas existentes se ha pasado a un total de 19 Estaciones situadas en los nodos más importantes de la Red de Distribución de Fuerteventura. Para enlazar estas nuevas estaciones con el Puesto de Control ha sido necesario ampliar notablemente la Red de Comunicaciones Radio de que dispone el Consorcio.

Las nuevas Estaciones Remotas son equipos RMI-4 y RMI-C, pertenecientes a la familia ELITEL-3000 de ELIOP, que garantizan la ampliación futura del sistema por la incorporación de Estaciones adicionales. Las Estaciones Remotas RMI utilizan el protocolo de comunicaciones GESTEL, compatible con el existente



hasta la renovación, con el objetivo de mantener los equipos ELITEL-2000 existentes cuya fiabilidad ha sido ampliamente contrastada en los años que el sistema lleva en funcionamiento.

NUEVOS DESARROLLOS

Como nuevos desarrollos específicos para este Sistema es necesario destacar los Automatismos de Trasvases y los Algoritmos de Detección de Fugas.

Los Automatismos de Trasvases posibilitan a los operadores del Consorcio la gestión de una manera sencilla de los diferentes trasvases existentes en la Red de Distribución, ya sean por bombeo o por caída libre. Una orden de operador, por ejemplo, de iniciar un bombeo implica que el Automatismo realice el secuenciamiento correcto del arranque del grupo motor-bomba y apertura de la electroválvula, activación del Algoritmo de Detección de Fugas, y verificación de las condiciones de seguridad. El bombeo seguirá funcionando hasta que se cumpla la duración programada para el mismo, o bien se alcance un nivel determinado en el depósito de llegada, según prefiera el operador. Además el operador siempre puede dar orden de parar en cualquier momento.

Los Automatismos de Trasvases permiten las siguientes funcionalidades:

- Operación manual ó automática.
- Programación automática de los trasvases según diferentes tipos de consignas y modos.
- Introducción por el operador de consignas de finalización y de alarmas:
 - Duración.
 - Nivel de Depósito.
 - Caudal Máximo.
 - Caudal Mínimo.
 - Diferencia de Caudales Destino/Llegada.
- Activación/desactivación de los algoritmos de detección de fugas asociados a los trasvases.

Los diferentes tipos de algoritmos de detección de fugas desarrollados son los siguientes:

CLASE I: Para operaciones de bombeo: Se comprueba la activación de los presostatos y de los detectores de flujo.

CLASE II: Para trasvases de caída libre controlados por válvula paso a paso: Las diferencias de caudal, observadas a través de las diferentes cantoneras existentes, deben ser inferiores a las consignas introducidas por el operador.

CLASE III:

Para trasvases de caída libre controlados por válvula todo/nada: Se verifica la activación del detector de flujo en destino.

CLASE IV: Para trasvases de caída libre: Se controla que no exista un aumento brusco de caudal. Sirve para la vigilancia de roturas en sifones de gran longitud.

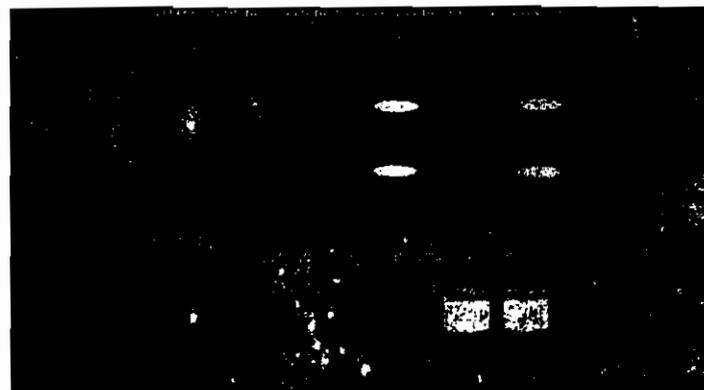
CLASE V: Para trasvases de caída libre: Se verifica que el caudal medido en la cantonera de destino es inferior a la consigna del operador.

MEJORAS QUE SE DERIVAN DEL NUEVO SISTEMA

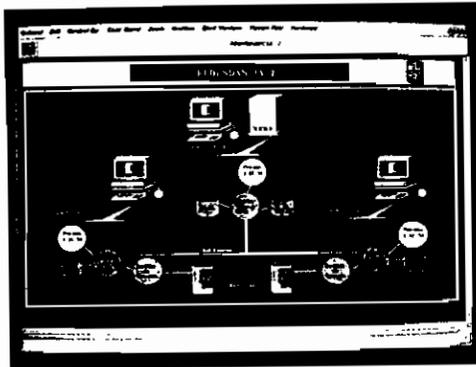
A continuación se describen las principales mejoras que proporciona el nuevo Sistema de Telecontrol de Fuerteventura:

- Facilita la programación de volúmenes de bombeo y de almacenamiento de la Red de Distribución, adecuando los parámetros de funcionamiento de las instalaciones con las necesidades de la demanda, por el conocimiento de los datos reales de los consumos de los distintos ramales de la Red.
- Optimiza y consigue un ahorro de Energía programando el funcionamiento de los grupos motor-bomba en horas valle siempre que sea posible.
- Posibilita la detección de fugas y roturas en la Red de Distribución de agua, con el fin de minimizar las pérdidas de agua y los tiempos de corte necesarios para la localización y reparación de la avería.
- Facilita el mantenimiento preventivo de los equipos que componen la Red mediante el módulo de Gestión de Mantenimientos de Equipos disponible en el SCADA-WINDOWS.
- Mejora, en suma, la explotación, aumentando su eficacia y su grado de seguridad y posibilitando el conocimiento inmediato de situaciones críticas.

Con esta nueva actuación en el campo del telecontrol de redes de distribución hidráulica ELIOP confirma, una vez más, su ya larga y satisfactoria experiencia en el mercado de los sistemas SCADA y redes de Estaciones Remotas.



Centros de Control



*Angriés Calvo
Directora Dpto. de Sistemas
ELIOP SA*



Si pudiéramos, hacer abstracción del presente y proyectar hacia el futuro las enormes diferencias tecnológicas y conceptuales que existen entre los primeros centros de control, que hemos conocido en los años 60, y los que ahora estamos acostumbrados a utilizar, seríamos capaces de vislumbrar la tremenda evolución que en este dominio está por llegar.

En efecto, ligado a los cambios cada vez más rápidos en el mundo de los ordenadores, que ofrecen un crecimiento continuo en características y un decrecimiento casi equivalente en precio, será posible incorporar a los Centros de Control prestaciones funcionales ahora prohibidas.

Por otra parte, la expansión tan brutal que se está dando en el entorno de las comunicaciones y los horizontes que se abren con la utilización de las nuevas tecnologías, GSM, Satélite, Fibra óptica, etc., permitirá dar solución a uno de los elementos más críticos, costosos y escasos en los Centros de Control.

Por no hablar de otra revolución pendiente, como es la del manejo de la información ligada a otros tipos de sensorización, como por ejemplo el reconocimiento de la imagen y del sonido, que podría llegar a ser tan vital para el control de determinados procesos.

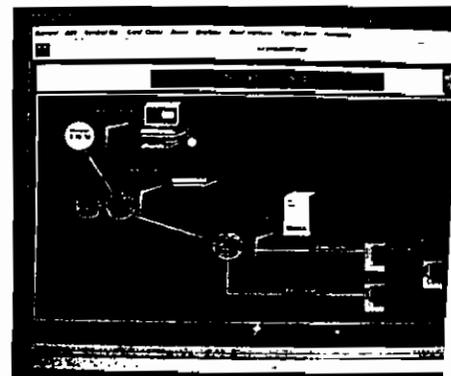
O también la de poder disponer sin limitaciones de la gran capacidad que un entorno multimedia puede poner a disposición de los operadores y del resto de áreas funcionales de la Compañía, utilizado como herramienta de ayuda, estudio, análisis histórico, planificación, etc.

No obstante, aún reconociendo la enorme importancia que la incorporación de estas nuevas tecnologías está teniendo y tendrá en los presentes y futuros Centros de Control, es en la nueva misión que éstos desempeñan dentro de la Compañía, donde se

está produciendo un cambio quizá más intangible, pero a todas luces mucho más importante.

En efecto, el CENTRO DE CONTROL está pasando a ser el elemento aglutinador de un buen número de áreas funcionales de la Compañía, dejando de ser mero recolector/actuador remoto sobre los elementos de campo, para convertirse en cierta medida en verdadero gestor del objeto de actividad de la misma.

En este sentido, aparecen como núcleo sobre el que construir estos nuevos Centros de Control, los modernos y potentes sistemas SCADA, para los que ya no serán suficientes las tradicionales funciones de supervisión y adquisición de datos de las que toman su acrónimo, porque deberán ser capaces de suministrar nuevas prestaciones que se escapan de este concepto.



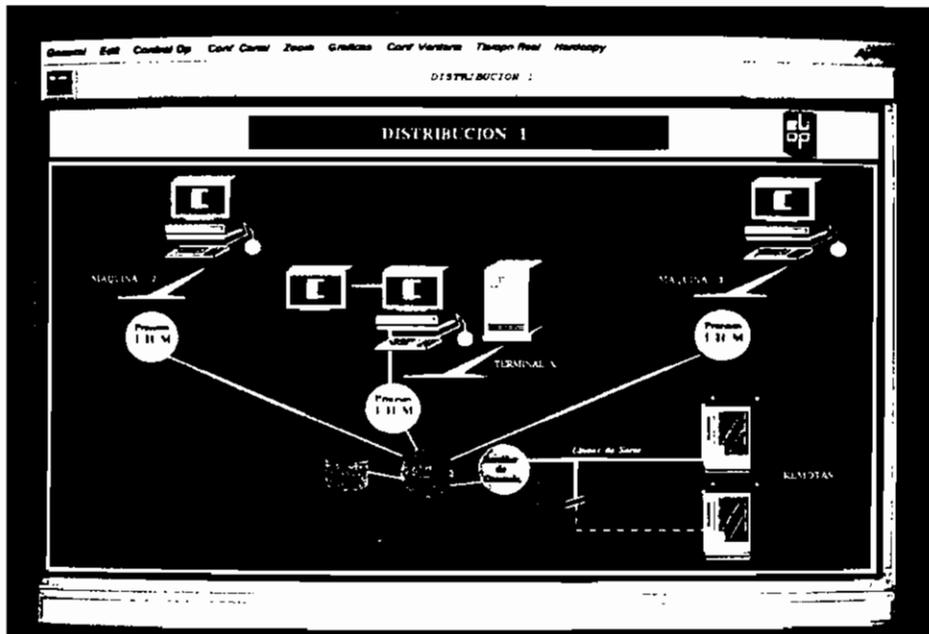
Estructurados como sistemas abiertos y flexibles, con posibilidad de integrarse a un buen número de otros sistemas de la Compañía, cuando no de suplirlos, para, en su conjunto, constituir el verdadero SISTEMA DE GESTIÓN que aporta la funcionalidad de:

- Sistema de Información.
- Sistema de Planificación.
- Sistema de Estudio.
- Sistema de Administración.
- Sistema de atención al Cliente.
- Sistema de Mantenimiento.
- Integración con otros Centros de Control de la Compañía.
- Comunicación con otros Centros de Control de otras Compañías o de la Administración.
- Comunicación con Remotas y Centros de Automatización.
- Integración con todos los elementos de campo.
- Interactuación con Operadores, Diseñadores, Planificadores, Administradores y Gestores.

Centros de Control que basando su diseño en las siguientes premisas, ofrecen soluciones:

- Integradas desde el punto de vista de la información.
- Abiertas a todo tipo de usuarios, a otras Aplicaciones y a otros Sistemas.
- Distribuidas para soportar configuraciones ajustadas a las necesidades.
- Multiplataforma en Hardware y Software, suficientemente flexible para admitir la interoperación de elementos heterogéneos y multivendedor.
- Escalables para permitir un crecimiento incremental, acorde a su evolución.
- Fiables mediante la redundancia de máquinas, datos y funciones.
- Rentables para asegurar una recuperación estable y rápida de las inversiones.

Proponemos a continuación, las pautas de lo que hoy puede ser un moderno Centro de Control para una Compañía que quiera dar cumplimiento a sus necesidades de gestión actuales y permitir su crecimiento y evolución futura.



Arquitectura Hardware

Tal como puede verse en la figura, se proponen para el Centro de Control soluciones basadas en:

- **ARQUITECTURA HARDWARE DISTRIBUIDA.**
- **SERVIDORES y ESTACIONES DE TRABAJO.** con distintas capacidades y equipamientos, que pueden incorporar Sistemas/Aplicaciones integrados, de distintos tipos y en un entorno multivendedor.
- **RED DE AREA LOCAL (LAN),** simple o redundante para interconexión de equipos, con mayor o menor capacidad de transferencia de datos, separación de tramos, etc., en función de cada necesidad y con posibilidad de expansión sencilla.
- **RED DE AREA EXTENDIDA (WAN),** simple o redundante, para conexión a Centros remotos, otras áreas corporativas, etc., ajustada a la capacidad de las vías de comunicación de que se disponga.
- **EQUIPOS DE COMUNICACION,** simples o redundantes, inteligentes o meros multiplexores, con capacidad de integrar distintos canales de captura de información de las estaciones de campo: síncronos, asíncronos, radio, fibra, etc.

- **PERIFERIA,** más o menos compleja según necesidades, fácilmente configurable y expandible: impresoras, terminales de operación, mimicos, etc.

Arquitectura Software

Se proponen además soluciones Software para el Centro de Control, que, además de las propias de Hardware, constituyen un elemento de vital importancia en su concepción, basadas en:

- **ARQUITECTURA SOFTWARE DISTRIBUIDA.**
- Bloques funcionales **CLIENTES y SERVIDORES** de funciones del sistema, que pueden funcionar en la misma o en distinta máquina.
- **BUS-SOFTWARE** de interrelación entre bloques funcionales, que los unifica y aísla del entorno Hardware/Software utilizado.
- **Uso, pero no abuso, de STANDARES** hasta donde sea posible.
 - Sistema Operativo, UNIX, POSIX.
 - Base de Datos, RDBMS, SQL.
 - Interfase Hombre Máquina, X WINDOWS, MOTIF, OPEN LOOK.
 - Comunicaciones LAN y WAN, TCP/IP, ISO/OSI.
 - Comunicaciones Telecontrol, IEC 870.5.
 - Lenguajes C, C++.

mismos y el empleo de tareas paralelas dentro de los procesos (threads).

- **Servicios de Gestión de Memoria.** Permiten el uso de memoria dinámica y el de memoria compartida entre procesos.
- **Servicios de Entrada/Salida.** Abarcan desde controladores serie de comunicaciones hasta comunicaciones en red.
- **Miscelánea.** Son servicios como temporizadores, hora de la máquina, interacción con el entorno del operativo soportado, etc..
- **Servicios de Distribución.** Estos servicios permiten a los procesos conectarse al bus software MASO independientemente de en qué máquina se ejecuten y establecer comunicación entre ellos.

Características del Bus MASO

Además de proporcionar los servicios habituales en un sistema operativo como temporizadores, acceso a ficheros, gestión de memoria, manejo de procesos y comunicación entre los mismos, el bus software MASO tiene dos cualidades especiales; por un lado tiene un diseño que lo hacen ideal para la programación de Sistemas de Tiempo Real y por otro lado da soporte para la programación de Sistemas Distribuidos.

En efecto, siempre que en un Sistema exista más de un elemento externo que genere señales que deban ser atendidas de forma simultánea es necesario el tratamiento asíncrono de las mismas. El bus software MASO proporciona a los programas de usuario servicios mediante los cuales se pueden establecer rutinas de tratamiento dentro de un mismo programa que se ejecutarán de manera asíncrona y totalmente en paralelo en el instante en el que se produzcan ciertos eventos. Evidentemente y para evitar el peligro que supone una ejecución anárquica de dichas rutinas, el MASO también proporciona servicios que permiten sincronizar entre sí las tareas anteriores.

Para satisfacer la necesidad de distribuir en distintas máquinas toda la funcionalidad de un Sistema, surge la otra cualidad del bus MASO que no es otra que dar servicios que faciliten la programación cliente/servidor

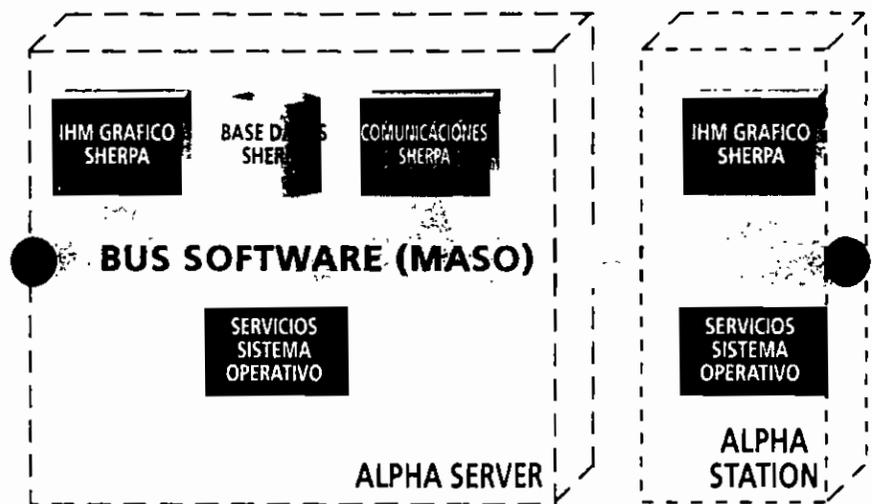
encapsulando todas aquellas características relacionadas con la intercomunicación entre ordenadores.

El bus software MASO oculta toda la gestión y transporte de mensajes entre procesos de Sherpa ya que proporciona mecanismos que permiten, de una manera transparente a los procesos, interconectar los mismos ya se encuentren en una misma máquina como en otra máquina conectada a la red local.

El funcionamiento del bus desde el punto de vista de los procesos es simple. Los programas servidores se conectan al bus declarándose servidores de ciertos servicios como

vicio pues el bus software se encarga de localizarlo. Tampoco el proceso cliente tiene necesidad de conocer dicha situación durante el tiempo de ejecución ya que toda la mensajería que ha de circular entre ambos procesos la direcciona y transporta el bus software una vez que se realizó la conexión entre ambos procesos.

Además el bus software permite sincronizar entre sí los procesos que se conectan al mismo. Gracias a los servicios que proporciona el MASO un proceso puede quedar a la espera, sin consumir recursos de la máquina, hasta que el bus le señala que ha llegado un mensaje para él ya sea el remitente un



Bus Software del Sherpa

pueden ser la gestión de alarmas de Sherpa, de Base de Datos, de impresoras, etc... Los procesos clientes se conectan (enchufan) al bus, y solicitan el servicio o servicios deseados sin necesidad de conocer la dirección real del servicio o servicios solicitados.

Por ejemplo, cuando un Interfaz Hombre-Máquina necesita obtener información de la Base de Datos de Tiempo Real solicita el servicio de Base de Datos al bus software y éste le proporciona la conexión con la Base de Datos independientemente de si se encuentra en la misma máquina o en otra máquina de la red. Más aún, el proceso que solicitó la conexión con la Base de Datos no tiene por qué conocer a priori dónde reside dicho ser-

proceso en la misma máquina o un proceso que se está ejecutando en otra máquina. El único requisito exigible a estos procesos es haberse conectado previamente al bus MASO.

Gracias a los servicios multitarea que proporciona el bus MASO, la situación anterior es mejorable. Un proceso puede estar realizando una serie de tareas en paralelo y ante la llegada de un mensaje desde otro proceso, el bus MASO disparará otra tarea paralela a las anteriores para que pueda ser tratado el mensaje. Por supuesto, el MASO proporciona mecanismos para sincronizar no sólo los procesos sino también las tareas dentro de un proceso. ▀

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m ³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desagüe de compuerta		Macromedidor		Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Tipo	Modelo	
1	Cangahua Alto	2830	500	3,5	8	3	8	2	8	2	Tipo Electromagnético Marca Fisher&Porter Modelo DX3111ADD20P1A2BA143 Salida 4-20mA/Hart Diámetro 8"	Si hay energía	
2	Cangahua Medio	2800	500	3,5	8	3	8	2	8	2	Tipo Electromagnético Marca Fisher&Porter Modelo DX3111ADD20P1A2BA143 Salida 4-20mA/Hart Diámetro 12"	Si hay energía	
3	Cangahua Bajo	2770	1000	3,5	8	3	12		2	10	Tipo Electromagnético Marca Fisher&Porter Modelo DX3111ADD20P1A2BA143 Salida 4-20mA/Hart Diámetro 12"	No hay energía	
4	Parcayacu	2740	1000	3,5	10	3	12	2	10	2	Tipo Electromagnético Marca Fisher&Porter Modelo DX3111ADD20P1A2BA143 Salida 4-20mA/Hart Diámetro 12"	No hay energía	
5	Carcelén Alto Distrito Norte	2785	5000	5	20	2	20	2	14	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida 4-20ma Diámetro 20"	trifásico 120v	
6	Bellavista Medio	2865	9000	5	16 20 3 by	1 2 2 pass	30 4 by	2 2 pass	18	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida 4-20mA Diámetro 30"	trifásico trifilar 2x121/210v	
7	Bellavista Bajo	2830	4000	5	20 3 by	2 2 pass	20 3 by	2 2 pass	14	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida 4-20mA Diámetro 20"	trifásico trifilar 2x121/210v	
8	Salida a Calderón	2810	1000	4,2	14	2	16	2	10	2	Tipo Electromagnético Marca YEVMAG Modelo YM300 Salida 4-20mA Diámetro 12"	Trifásico 3x121/210v	
9	Mansol Bajo	2805	405	3,6	6	1	6	1	4	1	Tipo Electromagnético Marca ADMAG Modelo AM2000 Salida 4-20ma Diámetro 8"	Trifásico 3x121/210v	
10	Roldós Bajo	2860	1500	3,5	10	3	12	2	10	?	No está instalado	No hay energía	
11	Mansol Alto	2865	405	3,5	6	1	6	1	4	1	Tipo Electromagnético Marca ADMAG Modelo AM2000 Salida 4-20ma Diámetro 6"	Monofásico bifilar 120V	
12	Comité del Pueblo #1 Ta 74	2888	1700	4,9	10	2	12	2	10	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida Diámetro 10"	Monofásico bifilar 120V	
13	Comité del Pueblo TRP#1	2824	250	3,2	14	1	12	1	8	1	Tipo Electromagnético Marca YEVMAG Modelo YM-300 Salida Diámetro 10"	Bifásico trifilar 2x121/210V	
14	Comité del Pueblo TRP# 2	2769	250	3,6	12	1	12	1	6	1	Tipo Electromagnético Marca ADMAG Modelo AM2000 Salida 4-20ma Diámetro 6"	Monofásico bifilar 120V	
15	Comité del Pueblo TRP# 3	2713	250	3,6	10	1	10	1	6	1	Tipo Marca Modelo Salida Diámetro	Bifásico trifilar 2x121/210V	
16	Ponceano Alto #2	2885	5000	5	20	2	20	2	16	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida Diámetro 20"	Monofásico bifilar 120V	
17	Ponceano Medio	2861	3100	5	10	2	16	2	12	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida Diámetro 14"	Bifásico trifilar 2x121/210V	
18	Ponceano Bajo	2831	250	3,6	6	1	14	1	8	1	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida Diámetro 14"	Si hay energía	
19	Collaloma Alto	2971	2000	4,5	12	2	12	2	12	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida Diámetro 12"	Si hay energía	
20	Collaloma Bajo #1 Ta 15	2815	9000	5	20	2	20	2	20	2	Tipo Electromagnético Marca SPARLING Modelo FM-655 Salida Diámetro 20"	Monofásico bifilar 120V	

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m ³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desague de compuerta		Macromedidor		Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant.	Ø [pulg]	Cant.	Ø [pulg]	Cant.	Tipo	Electromagnético	
21	Carolina Alto	2893	7000	5	12	2	14	2	10	2	Tipo	Electromagnético	Brifásico Trifilar 2x121/210V
											Marca	YEV MAG	
											Modelo	YM300	
											Salida	4-20ma	
											Diámetro	14"	
22	Carolina Medio	2870	17000	5			10	1	16	2	Tipo	Electromagnético	Brifásico Trifilar 2x121/210V
							16	2			Marca	BROOKS	
											Modelo	MAG 3580	
											Salida	4-20ma	
											Diámetro	10"	
23	Carolina Bajo	2830	500	3	12	4	18	2	12	2	No está instalado		Brifásico Trifilar 2x121/210V
24	Cotacollo Alto	2830	5000	4.7	14	2	16	2	14	2	Tipo	Electromagnético	Trifásico de 4 hilos 3x210V/21V
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida		
											Diámetro	20"	
25	Cotacollo Bajo	2800	2500	4.7	12	2	14	2	12	2	Tipo	Electromagnético	Brifásico Trifilar 2x121/210V
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida		
											Diámetro	14"	
26	San Eduardo	2800	200	2.9	6	1	6	1	6	1	Tipo	Electromagnético	Brifásico trifilar 2x121/210V
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida		
											Diámetro	14"	
27	Barcino	2860	300	3.8	3	1	4	1	4	1	No está instalado		Monofásico bifilar 120V
28	Balcón del Norte	2740	500	5	6	2	8	2	6	2	No está instalado		No hay energía
29	Wilson Monae	2705	300	2.5			12	1	8	1	No está instalado		No hay energía
30	Corazón de Jesús 29 de Julio	2740	500	3.1	6	2	6	2	6	2	No está instalado		Monofásico bifilar 120V
31	Carcelén JNV(salida)	2785	5000	5			14	2	12	2	Tipo	Electromagnético	Brifásico 120v
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida	4-20mA	
											Diámetro	20"	
32	Granja Alto	2982	3100	5	14	2	16	2	14	2	Tipo	Electromagnético	Si hay energía
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida	4-20mA	
											Diámetro	18"	
33	Granja Medio	2950	2500	5	8	2	10	2	12	2	Tipo	Electromagnético	Monofásico bifilar 120V
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida		
											Diámetro	10"	
34	Granja Bajo	2925	4000	5	14	2	14	2	14	2	Tipo	Electromagnético	Brifásico trifilar 2x121/210V
											Marca	SPARLING	
											Modelo	FM-655	
											Salida		
											Diámetro	14"	
35	Primavera	3160	3500	3.5	4	1	8	1	6	1	No está instalado		No hay energía
36	Las Casas Alto	3115.5	4000	4	6	2	12	2	6	2	Tipo	Electromagnético	Trifásico 2x121/210V
											Marca	YEV MAG	
											Modelo	YM3305-UA1	
											Salida	4-20ma	
											Diámetro	12"	
37	Chaupicruz 1	2890	3100	5	12	1	12	1	16	1	No está instalado		Brifásico Trifilar 2x210/121
38	Chaupicruz 2	2803	4000	5	24	2	24	2	16	2	No está instalado		Si hay energía
39	Quito Tenis Alto	2950	750	4.1	10	2	12	2	10	2	No está instalado		No hay energía
40	Quito Tenis Bajo	2920	750	3.3	8	3	8	2	10	2	Tipo	Electromagnético	Brifásico Trifilar 2x121/210V
											Marca	ADMAO	
											Modelo	AM2150	
											Salida	4-20ma	
											Diámetro	6"	
42	Planta Noroccidente	3020	3100	5	20	2	24	2	14	2	Tipo	Ventura	La energía se toma de la planta
							6	3			Marca	TAYLOR	
							8	2			Modelo		
											Salida	4-2ma. span 5-30"H2O	
											Diámetro	24"	

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desagüe de compuerta		Macromedidor		Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant.	Ø [pulg]	Cant.	Ø [pulg]	Cant.	Tipo	Marca	
43	Planta Cochabamba	3163	250	3.5	8	1	8	1	4	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM220DG Salida: 4-20ma Diámetro: 8"	Bifásico Trifilar 2x121/210V	
44	Cochabamba Medio	3100	260	3.5	6	1	6	1	8	1	Tipo: Ventura Con DP Marca: Fisher&Porter Modelo: 50DP4100 Salida: 4-20ma Diámetro: 6"	Bifásico 3 hilos 121/210V	
45	Cochabamba Bajo	3035	250	3.5	8	1	6	1	10	1	Tipo: Ventura Con DP Marca: Fisher&Porter Modelo: 50DP4100 Salida: 4-20ma Diámetro: 6"	Bifásico Trifilar 2x111/21/210V	
46	Noroccidente Bajo 1	2923	1750	4.4	8	2	10	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM220DG Salida: 4-20ma Diámetro: 8"	Bifásico Trifilar 2x121/210V	
47	Granda Garcés (Tanque Cuadrado)	2900	220	3	8	2	6	2	6	2	No está instalado	Se toma directo del transformador para el bombeo de emergencia de 220/440V	
48	Granda Garcés (Tanques Redondos)	2900	50	3	8	4	6	4	6	4	No está instalado	No hay energía	
49	Noroccidente Medio	2950	1750	5	16	2	20	2	14	2	No está instalado	No hay energía	
50	Noroccidente Alto	2990	1750	5	20	2	24	2	14	2	No está instalado	No hay energía	
51	Ouáputo No 1	2804	250	3.75	8	1	6	1	8	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20ma Diámetro: 8"	Bifásico Trifilar 2x121/210V	
52	Ouáputo No 2	2740	250	4	1	6	1	6	1	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20ma Diámetro: 6"	No hay energía	
53	Carcelén Medio	2750	1100	3	10	2	12	4	10	2	No está instalado	Si hay energía	
54	Americano			3	8	1	10	1	6	1	No está instalado	No hay energía	
55	29 de Abril	2720	500	3	8	2	10	2	8	2	No está instalado	No hay energía	
56	Bellavista Alto	2990	6000		36 24 30 12	3 4 1 2	20 4 1 24	1	24	2	No está instalado	3 Fases 4 hilos 121/210V	
57	Arroyo Delgado	2920	200	3	6	2	6	2	6	2	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20ma Diámetro: 4"	No hay energía	
58	Parque Recuerdos	2870		3.1	6	2	6	2	6	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20ma Diámetro: 6"	Monofásico trifilar 110V	
59	Roldós Medio Ta #6	2890	3100	3.5	10	3	12	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: Fisher&Porter Modelo: DX3111ADD20P1A2BA143 Salida: 4-20 mA Diámetro: 1.2"	Si hay energía	
60	Roldós Alto Ta 7	2890	3100	3.5	10	3	12	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: Fisher&Porter Modelo: DX3111ADD20P1A2BA143 Salida: 4-20 mA Diámetro: 1.2"	No hay energía	
61	Cmte Del Pueblo Medio Colinas del Norte Medio Ta 9	3070	1000	3.5	10	3	12	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: Fisher&Porter Modelo: DX3111ADD20P1A2BA143 Salida: 4-20 mA Diámetro: 1.2"	No hay energía	
62	Cmte del Pueblo Bajo Colinas del Norte Bajo Ta 8	3010	1000	3.5	10	3	12	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: Fisher&Porter Modelo: DX3111ADD20P1A2BA143 Salida: 4-20 mA Diámetro: 1.2"	No hay energía	
63	Planta de Bellavista L. Chauvruz	2980									Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: 358C7B4D41 Salida: 4-20mA Diámetro: 1.6"	Monofásico 120V	
64	Planta de Bellavista L. Itchimbia	2980									Tipo: Electromagnético Marca: YEWMAO Modelo: YMA11 Salida: 4-20mA Diámetro: 2.4"	Monofásico 120V	
65	Planta de Bellavista L. Bellavista	2980					24	1			Tipo: Electromagnético Marca: YEWMAO Modelo: YMA11 Salida: 4-20mA Diámetro: 2.4"	Monofásico 120V	

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desagüe de compuerta		Macromedidor	Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant		
66	Planta de Beitavista L. Collaloma	2980									Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: 358C2B4D41 Salida: 4-20mA Diámetro: 48"	Monofásico 120V
67	Condado Alto			3.5							No está instalado	Si hay energía
68	Condado Medio	2849		4							No está instalado	Si hay energía
69	Condado Bajo	2805		3.5							No está instalado	Si hay energía
70	Noroccidente Bajo #2	2925	1000	3.5							Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: 751205A2F14AA Salida: 4-20ma Diámetro: 17"	Si hay energía
71	Collaloma Medio	2945	9000	5	20	2	20	2	20	2	Tipo: Electromagnético Marca: SPARLING Modelo: FM-655 Salida: 4-20 mA Diámetro: 20"	Monofásico bifilar 120V
72	Ponceano Alto #1	2885	5000	5	20	2	20	2	14	2	Tipo: Electromagnético Marca: SPARLING Modelo: FM-655 Salida: 4-20 mA Diámetro: 20"	Monofásico bifilar 120V
73	Troie Alto Planta	3141	3100		42 by 8	2 pass 2	48	2	18	2	Tipo: Electromagnético Marca: 33FHT2-PD1FD51A21A Modelo: 33FHT2-PD1FD51A21A Salida: 4-20mA tipo EPD Diámetro: 48"	Si hay energía
74	Troie Alto	3141	3100				28				Tipo: Electromagnético Marca: 33FHT2-PD1FD51A21A Modelo: 33FHT2-PD1FD51A21A Salida: 4-20mA tipo EPD Diámetro: 28"	No hay energía
75	Turubamba Alto #1	3070	2000	4.2	14	2	18	2	12	2	Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAG33FH4H Salida: 16"	BIFASI-TRIFILA 2"210/121
76	Turubamba Medio 1	3070	1000	4.2	12 by	2 pass	14	2			Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAG33FH4H Salida: 16"	BIFASI-TRIFILA 2"210/121
77	Turubamba Bajo N°1	3070	1000	4.2	12 by	2 pass	14	2			Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAG33FH4H Salida: 16"	BIFASI-TRIFILA 2"210/121
78	Chilloqallo Alto #1	2980	2000	5.3	14	2	16	2			Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAG33FH4H Salida: 14"	BIFASI-TRIFILA 2"210/121
79	Turubamba bajo # 2	3070	1000	4.4	12	2	14	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAG33FH4H Salida: 14"	BIFASI-TRIFILA 2"210/121
80	Turubamba alto # 2		1000	4.4	16	2	18	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAG33FH4H Salida: 14"	BIFASI-TRIFILA 2"210/121
81	Chilloqallo Medio	2950	4000	5.2	20	2	30	2	14	2	Tipo: Venturi con DP Marca: Fisher&Porter Modelo: 5DDP4100 Salida: 4-20 mA Diámetro: 30"	Trifásico 2"210/121
82	Chilloqallo Bajo	2920	4000	5.2	24	2	36	2	18	2	Tipo: Venturi con DP Marca: Fisher&Porter Modelo: 5DDP4100 Salida: 4-20 mA Diámetro: 36"	Trifásico 2"210/121
83	Chiriyacu Alto	3025	1800	3.95	10	2	12	2	10		Tipo: Electromagnético Marca: YEMAG Modelo: YMA11A1A Salida: 4-20mA Diámetro: 10"	Trifásico 2"210/121
84	Chiriyacu Medio	2954	1000	5	18	2	10	2			Tipo: Venturi con DP Marca: Fisher&Porter Modelo: 5DDP4100 Salida: 4-20mA Diámetro: 10"	Trifásico/3 Hitos 3"110
85	San Bartolo	2905	3800	6	12	2	18	1	20	1	Tipo: Electromagnético Marca: YEMAG Modelo: YMA11A1A Salida: 4-20mA Diámetro: 20"	Bifásico/Trifilar 2"210/121
86	Bolanda N° 2	2905	9000		24	2	30	2	18	2	No está instalado	Bifásico/Trifilar 220/110
87	Placer Medio	2942	3441	4.5	18	2	20	3	12	2	No está instalado	Si hay energía
88	Placer Bajo	2916	1568	3.2	16	3	16	1	14	1	Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: MAG 3580 Salida: 4-20ma Diámetro: 10"	Bifásico/Trifilar 2x121/210V

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m ³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desagüe de compuerta		Macromedidor	Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant		
89	Edén del Valle	2920	2000	4.7	10	2	12	2	12	2	No está instalado	No hay energía
90	Monias existente #1 Monias Alto #1	2900	50	2.5	4	2	4	1	4	1	No está instalado	No hay energía
91	Monias existente #2 Monias Alto #2	2890	1000	3.4	10	2	12	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: YEVMAG Modelo: YMA11-A1A Salida: 4-20mA Diámetro: 12"	Trifásico/Tetrafilar 3"210/220
92	Monias TRP1 Monias-Jardin del Valle	2830	500	3.7	4	1	6	1	6	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Trifásico/Trifilar 2"121/210
93	Monias TRP2 Jardin del Valle	2776	500	3.7	4	1	6	1	6	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Trifásico/Trifilar 2"121/210
94	Monias TRP3 Las Orquídeas-Monias	2710	500	3.7	4	1	6	1	4	1	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Trifásico/Trifilar 2"121/210
95	Placer Alto	2980	1568	4.5	14		10				Tipo: Electromagnético Marca: FISHER/PORTER Modelo: 1152AC1C Salida: 4-20mA Diámetro: 10"	Si hay energía
96	Guamaní Bajo #1	3100	2000	4.2	12	2	14	2			Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: MAG358C2B4D1 Salida: 4-20mA Diámetro: 10"	Si hay energía
97	Alma Lojana Bajo	2950	1000	4.3	10	2	10	2	10	2	No está instalado	3Fases/4Hilos 210/121
98	Alma Lojana Medio	2980	100	3.1	4	1	8	1	4	1	No está instalado	No hay energía
98	Alma Lojana Alto	3010	250	3.5	6	1	6	1			No está instalado	Trifásico/Tetrafilar 3"210/121
100	Itchimbia Alto	2983	2880	4.7	10	2	16	2	10	2	Tipo: Electromagnético Marca: YEVMAG Modelo: YMA11-A1A Salida: 4-20mA Diámetro: 10"	Si hay energía
101	Itchimbia Medio	2875	500	3.7	8	1	14	1	4	1	No está instalado	No hay energía
102	Itchimbia Bajo Tanque compresión	2850	500	3.5	8	2	14	1	6	1	No está instalado	Si hay energía
103	Mena 2	2930	3100	2.4			6	1	6	1	Tipo: Electromagnético Marca: AM12A Modelo: ADMAG Salida: 4-20mA Diámetro: 6"	Si hay energía
104	Planta de Chillibulo	3100	1250	4	8	2	12	2			Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: 3585C2B4D1 Salida: 4-20mA Diámetro: 12"	3 fases/4hilos T2A1
105	San Juan Alto	2978	400	3.4	6	2	6	2	6	2	No está instalado	Trifásico/4 hilos 3X121/210
106	Planta de Tocobuco	3220	750	3.5	10	2	10	2	6	2	Tipo: Electromagnético Marca: AM12A Modelo: ADMAG Salida: 4-20mA Diámetro: 6"	Trifásico/3 hilos 3X121/210
107	Planta de Puenqasí 1 L Sur Occidente	2877									Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: MAG358C2B4D1 Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Monofásico 120V
108	Planta de Puenqasí 2 L Chirivacu	2877									Tipo: Electromagnético Marca: YEVMAG Modelo: YMA11 Salida: 4-20mA Diámetro: 32"	Monofásico 120V
108	Los Pinos Alto	2920	500	3.2							Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Trifásico Trifilar 2x121/210/210V
110	Panecillo	3002	280	3.5							Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Trifásico Trifilar 2x121/210V
111	La Libertad Alto	3015	400	3.5							Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Si hay energía

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desagüe de compuerta		Macromedidor		Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Tipo	Electromagnético	
112	Puengasti Alto	3009	1000	4.2								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro:	Si hay energía
113	San Isidro Alto	3081	1000	4.2								Instalado equipo de prueba de medición de flujo	Si hay energía
114	Forestal Alto	3150	1000	4.2								Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: MAG358C2B4D1 Salida: 4-20mA Diámetro:	Si hay energía
115	Santa Rosa #1	3048	500	2.7								No está instalado	No hay energía
116	Reino de Quito Alto	3131	500	4.2								No está instalado	Si hay energía
117	Reino de Quito Bajo	3098	1000	4.2								No está instalado	Si hay energía
118	Santa Rosa #2	3038	500	2.8								No está instalado	Si hay energía
119	San Ignacio Alto	3160	500	3								No está instalado	No hay energía
120	San Ignacio Medio	3120	500	3								No está instalado	No hay energía
121	San Ignacio Bajo	3040	500	3.5								No está instalado	No hay energía
122	Chiriyacu Bajo	2910	950	4								Tipo: Electromagnético Marca: YEVMAG Modelo: YMA11 Salida: 4-20mA Diámetro:	Bifásico Trifilar 2x11.2/11.2/11.2V
123	Forestal Bajo	3070	500	2.8								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro:	Si hay energía
124	Forestal Medio	3130	1000	3.5								No está instalado	Si hay energía
125	Ferroviana Medio #1	3130	250	3.4								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro:	Si hay energía
126	Ferroviana Medio #2	3130	250	3.4								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro:	Si hay energía
127	Ferroviana Medio #3	3134	250	3.5								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM210DG Salida: 4-20mA Diámetro:	Si hay energía
128	Ferroviana Alta Rancho-Los Pinos	3175	2000	5.1								Tipo: Electromagnético Marca: BROOKS Modelo: MAG358C2B4D1 Salida: 4-20mA Diámetro: 1 1/2"	Trifásico/Bifilar 2X220/121V
129	Guaitó Medio	3070	1750	4.3	12	2	12	2	12	2		Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 8"	Monofásico/Bifilar
130	Guaitó Bajo	3010	750	3.3	12	2	12	2	12	2		Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 8"	Monofásico/Bifilar
131	Miravalle	2865	500	2.9								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro:	Monofásico/Bifilar
132	San Isidro Bajo	3043	750	3.1								Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro:	Monofásico/Bifilar
133	Guaitó Alto	3150	1000	4.2	10	2	12	2	10	2		Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 8"	Monofásico/Bifilar
134	Arpella Alta	3070	500	3.2	8	2	8	2	8	2		Tipo: Electromagnético Marca: ADMAG Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 4"	Monofásico/Bifilar

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LOS TANQUES

ORD	TANQUE	Cota de Fondo [m]	Capacidad [m ³]	Altura Tanque [m]	Válvula de Entrada de compuerta		Válvula de Salida de compuerta		Válvula de Desagüe de compuerta		Macromedidor		Energía Eléctrica
					Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Ø [pulg]	Cant	Tipo	Marca	
135	Ferrovial Bala	3070	750	3,5	10	2	12	2	8	2	Tipo: Electromagnético Marca: ADMAO Modelo: AM12A Salida: 4-20mA Diámetro: 8"	Bifásico Trifilar 2*121/210	
136	Solanda #1										Tipo: Electromagnético Marca: FISHERPORTER Modelo: 1152AC1C Salida: 4-20mA Diámetro: 10"	Si hay energía	
137	Chilloqallo Alto #2	2980	2000	5,3	14	2	16	2			No está instalado	No hay energía	
138	Chilloqallo Alto #3	2980	2000	4,2	14	2	16	2			Tipo: Electromagnético Marca: Honeywell Modelo: PROMAQ33FH4H Salida: 4-20 mA Diámetro: 14"	No hay energía	
139	San Fernando	3250	2000	4,2	12	2	14	2			Tipo: Electromagnético Marca: Promaq33 Modelo: 33FH3F-MD1FD51A21A Salida: 4-20mA tipo EPDMSUJUF Diámetro: 14"	Si hay energía	
140	Guamaní Alto	3190	2000	4,2	12	2	14	2			Tipo: Electromagnético Marca: Promaq33 Modelo: 33FH3F-MD1FD51A21A Salida: 4-20mA Diámetro: 14"	Si hay energía	
141	Guamaní Medio	3130	1000	4,2	12	2	14	2			Tipo: Electromagnético Marca: Promaq33 Modelo: 33FH3F-MD1FD51A21A Salida: 4-20mA Diámetro: 14"	Si hay energía	
142	Planta Rumbamba	3326									Tipo: Electromagnético Marca: YEWAAG Modelo: YMA11 Salida: 4-20mA Diámetro: 20"	Bifásico Trifilar 2x121/1210v	
143	Collaloma Bajo #2 La Cristiana	2815	5000	5,2	20	2	20 14	2 2	16	2	Tipo: Electromagnético Marca: SPARLING Modelo: FM-855 Salida: 4-20mA Diámetro: 20"	Monofásico bifilar 120V	
144	Guápulo No 3	2675	250	3,4	1	6	1	6	1		Tipo: Electromagnético Marca: ADMAO Modelo: AM210DO Salida: 4-20ma Diámetro: 6"	No hay energía	
145	Troje Medio	3130	1000	4,2							Tipo: Electromagnético Marca: Modelo: 33FHT2-PD1FD51A21A Salida: 4-20mA tipo EPD Diámetro: 28"	No hay energía	
146	Troje Bajo	3100	1000	4,2							Tipo: Electromagnético Marca: Modelo: 33FHT2-PD1FD51A21A Salida: 4-20mA tipo EPD Diámetro: 28"	No hay energía	

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

ORD	ESTACION	UNIDADES	BOMBA	MOTOR	Macromedidor
1	El Bosque	2	Caudal: 16.3LPS	Potencia: 25HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: ADMAG
				Corriente: 65Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1760rpm	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 8"
2	El Pedregal	2	Caudal: 88LPS	Potencia: 25HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: ADMAG
				Corriente: 65Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1760rpm	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 8"
3	El Porvenir	2	Caudal: 13.61LPS	Potencia: 25HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: ADMAG
				Corriente: 65Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1760rpm	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 6"
4	El Condado Alto	2	Caudal: 7.22LPS	Potencia: 25HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: ADMAG
				Corriente: 58Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 3525RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 6"
5	Collaloma Medio 12	2	Caudal: 88LPS	Potencia: 60HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: SPARLING
				Corriente: 143Amp	Modelo: FM-655
				Velocidad: 1780RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 20"
6	Carolina Alto	3	Caudal: 57.04LPS	Potencia: 125HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 460V	Marca: YEW MAG
				Corriente: 148Amp	Modelo: YMA11
				Velocidad: 1775RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 14"
7	San Juan Bajo	2	Caudal: 15.77LPS	Potencia: 20HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 220V	Marca: ADMAG
				Corriente: 50Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1800RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 6"
8	San Juan Medio	2	Caudal: 6.3LPS	Potencia: 7.5HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 220V	Marca: ADMAG
				Corriente: 20Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1750RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 6"
9	La Libertad Baja	2	Caudal: 25LPS	Potencia: 40HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: ADMAG
				Corriente: 74Amp	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1765RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 6"
10	La Libertad Alta	2	Caudal: 29.97LPS	Potencia: 40HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: ADMAG
				Corriente:	Modelo: AM210DG
				Velocidad: 1750RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 6"
11	Roldós Medio	3	Caudal: 88LPS	Potencia: 60HP	Tipo: Electromagnético
				Voltaje: 230V	Marca: SPARLING
				Corriente: 143Amp	Modelo: FM-655
				Velocidad: 1780RPM	Salida: 4-20mA
					Diámetro: 20"
12	Panecillo	2	Caudal: 18.99LPS	Potencia: 50HP	No está instalado
				Voltaje: 230V	
				Corriente: 118Amp	
				Velocidad: 3550RPM	

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL
DATOS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

ORD	ESTACION	UNIDADES	BOMBA		MOTOR		Macromedidor	
13	Alma Lojana Alta		Caudal:	16LPS	Potencia:	50hp	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	230/460V	Marca:	YOKOGAWA
					Corriente:	125Amp	Modelo:	YMA11
					Velocidad:	3525RPM	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	4"
14	Chiriyacu Medio	3	Caudal:	104.97LPS	Potencia:	25HP	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	230V	Marca:	ADMAG
					Corriente:	65Amp	Modelo:	AM210DG
					Velocidad:	1760rpm	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	6"
15	Chiriyacu Alto	4	Caudal:	18.99LPS	Potencia:	100HP	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	460V	Marca:	YEW MAG
					Corriente:	230Amp	Modelo:	YMA11
					Velocidad:	3540RPM	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	10"
16	Argelia Baja	4	Caudal:	52.74LPS	Potencia:	300HP	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	460V	Marca:	ADMAG
					Corriente:	335Amp	Modelo:	AM210DG
					Velocidad:	3575RPM	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	8"
17	Chillo Gallo Medio	3	Caudal:	36.02LPS	Potencia:	125HP	Tipo:	Venturi con DP
					Voltaje:	230V	Marca:	FISHER&PORTER
					Corriente:	294Amp	Modelo:	50DP4100
					Velocidad:	3540RPM	Salida:	4-20 mA
							Diámetro:	30"
18	Puengasi	4	Caudal:	294.4477LPS	Potencia:	50HP	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	460V	Marca:	BROOKS
					Corriente:		Modelo:	MAG358C2B4D1
					Velocidad:	1775RPM	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	10"
19	San Isidro Alto	2	Caudal:		Potencia:	12HP	Instalado equipo de prueba de medición de flujo	
					Voltaje:	220V		
					Corriente:			
					Velocidad:	3480rpm		
20	Forestal Alto	2	Caudal:		Potencia:	12HP	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	220V	Marca:	BROOKS
					Corriente:		Modelo:	MAG358C2B4D1
					Velocidad:	3480rpm	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	10"
21	Guamaní Bajo #1	2	Caudal:		Potencia:	125HP	Tipo:	Electromagnético
					Voltaje:	220V	Marca:	BROOKS
					Corriente:		Modelo:	MAG358C2B4D1
					Velocidad:	3480rpm	Salida:	4-20mA
							Diámetro:	10"

MEDIDOR YEWMAG MODELO YMA11				Convertidor con	
ORD.	CODIGO	U B I C A C I O N	Ø[plg]	Salida 4-20ma	Diferencial Presión
1	220	Alpahuasi Alto	20	sí	sí
2	144	Carcelén Alto (Salida Pomasqui)	10	sí	sí
3	182	Carolina Alta	14	sí	sí
4	216	Chiriyacu Alto	10	sí	sí
5	218	Chiriyacu Bajo	10	sí	sí
6	163	Itchimbía Alto	10	sí	sí
7	178	Las Casas Alto	12	sí	sí
8	1	Marisol	12	sí	sí
9	159	Monjas Alto No.2 (Existente)	10	sí	si
10	PT-01	Planta Bellavista (L. Bellavista)	24	sí	no
11	PT-01	Planta Bellavista (L. Itchimbía)	24	sí	no
12	PT-02	Planta Puengasí (L. Chiriyacu)	28	sí	no
13	PT-07	Planta Rumipamba	6	sí	no
14	219	San Bartolo	16	sí	sí

MEDIDOR SPARLING MODELO FM-655				Convertidor con	
ORD.	CODIGO	U B I C A C I O N	Ø[plg]	Salida 4-20ma	Diferencial Presión
15	135	Bellavista Bajo	20	sí	no hay DP
16	134	Bellavista Medio	30	sí	no hay DP
17	144	Carcelén Alto (Salida)	20	sí	no hay DP
18	136	Collaloma Alto No.13	12	sí	no hay DP
19	138	Collaloma Bajo No.15	20	sí	no hay DP
20	137	Collaloma Medio No.12	20	sí	no hay DP
21	153	Comité del Pueblo No.74	10	sí	no hay DP
22	149	Cotocollao Alto	18	sí	no hay DP
23	150	Cotocollao Bajo	14	sí	no hay DP
24	179	Granja Alto	16	sí	no hay DP
25	181	Granja Bajo	12	sí	no hay DP
26	180	Granja Medio	10	sí	no hay DP
27	140	Ponceano Alto 2/10	14	sí	no hay DP
28	143	Ponceano Bajo	12	sí	no hay DP
29	141	Ponceano Medio 2/9	20	sí	no hay DP

MEDIDOR BROOKS MODELO MAG358C2B4D1				Convertidor con	
ORD.	CODIGO	U B I C A C I O N	Ø[plg]	Salida 4-20ma	Diferencial Presión
30	144	Carcelén Alto (Ingreso)	8	sí	es ingreso de línea
31	151	Carcelén JNV (Ingreso)	8	sí	es ingreso de línea
32	183	Carolina Medio	16	sí	sí
33	200	Ferrovial Alta (Gravedad)	12	sí	solo falta DP
34	213	Forestal Alta (Gravedad)	6	sí	no hay DP
35	173	Placer Bajo Norte	16	sí	no hay DP
36	PT-01	Planta Bellavista (L. Collaloma)	48	sí	salida de la planta
37	PT-01	Planta Bellavista (L. Chaupicruz)	16	sí	salida de la planta
38	PT-05	Planta Chilibulo	14	sí	no hay DP
39	PT-02	Planta Puengasí (L. Sur-occidente)	42	sí	salida de la planta
40	PT-02	Planta Puengasí (L.B. Puengasí Alto)	10	sí	salida de la planta
41	PT-02	Planta Puengasí (L.B. San Isidro Alto)	10	sí	salida de la planta
42	222	San Isidro Alto (bombeo)	6	sí	no hay DP

MEDIDOR BROOKS MODELO 356132AC1				Convertidor con	
ORD.	CODIGO	U B I C A C I O N	Ø[plg]	Salida 4-20ma	Diferencial Presión
43	42	Carolina Alta (L. B. Granja Alto)	10	no	no hay DP
44	44	Carolina Alta (L. B. Granja Bajo)	6	no	no hay DP
45	46	Carolina Alta (L. B. Granja Medio)	10	no	no hay DP

Need more information?
ibm.com/netfinity

Options for your Netfinity 5600 server
ibm.com/pc/us/accessories/netfinity/index.html

Reminders for Year 2000 Readiness
ibm.com/pc/year2000 (worldwide)

IBM Netfinity 5600 at a glance

Models	8664-21Y 8664-2RY	8664-31Y 8664-3RY	8664-41Y 8664-4RY	8664-51Y 8664-5RY	8664-61Y 8664-6RY	8664-71Y 8664-7RY
Form factor	Tower/Rack					
Intel Pentium III processor	600/133MHz ²	667/133MHz	733/133MHz	800/133MHz	866/133MHz	933/133MHz
Number of processors (std/max)	1/2					
Level 2 cache (per processor)	256KB full speed					
ECC SDRAM memory (std/max)	128MB/4GB	256MB/4GB	256MB/4GB	256MB/4GB	256MB/4GB	
I/O slots	3x64-bit Active PCI, 2x32-bit					
PCI disk controller	Integrated dual-channel Ultra2 SCSI LVD (80MBps per channel)					
Advanced System Management Processor	Integrated					
Bays	10 (6 slim-high hot-plug; 2 half-high; 40x-17x ⁶ IDE CD ROM; 1.44MB diskette drive)					
Hard disk drive (standard)	Open bay					
Internal storage (max)	218.4GB ⁷					
RAID support	Optional-ServeRAID™ 3HB or ServeRAID-3L adapters					
Network	PCI 10/100 Ethernet integrated					
I/O ports	2 serial, parallel, mouse, video, management, keyboard, 2 USB					
Power supply	500W (2x250W hot-plug); Optional 250W hot-plug for full redundancy					
Cooling fans	3 hot-plug/redundant					
Light Path Diagnostics	Yes					
Predictive Failure Analysis support	Hard disk drives, microprocessors, VRMs, fans and memory					
Operating systems supported	Microsoft® Windows® 2000 Server/Advanced Server, Microsoft Windows NT®, Novell® NetWare®, SCO UNIX®, OS/2®, Citrix WinFrame®, MSCS, Red Hat Linux® 6.1; Microsoft and Novell certified					
Software⁸	IBM Netfinity Director, IBM Netfinity Manager™, IBM ServerGuide™, Norton Antivirus™ (OEM version), Lotus® Domino™ Application Server®, five Lotus Notes® client licenses and five Lotus iNotes® client licenses					
Service, support and offerings	3-year limited onsite warranty, IBM Server Start Up Support, Netfinity 99.9% Availability Guarantee Program, TechConnect®, Update Connector					

A single "U" or rack unit is approximately 175" or 444.5mm. For terms and conditions or copies of IBM's Statement of Limited Warranty call 1 800 772-2227 in the U.S. and in Canada call 1 800 426-2255. Limited warranty includes International Warranty Service in those countries where this product is offered. Telephone support may be subject to additional charges. Available only on select Netfinity servers meeting predefined criteria: to include Netfinity 5600 having completed Microsoft Cluster Service certification as listed on ServerProven Web site, requires additional service package. IBM reserves the right to change the terms and conditions of the program at any time, without notice. For more information, refer to ibm.com/pc/ww/netfinity/9999guarantee.html or see your IBM PSG marketing representative. IBM makes no warranties, express or implied, regarding non-IBM products and services which are ServerProven or ClusterProven™, including but not limited to Year 2000 readiness and the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. These products are offered and warranted solely by third parties. MHz only measures internal clock speed, not application performance. Many factors affect application performance. Variable read rate. Actual playback speed will vary and is often less than the maximum possible. When referring to hard disk drive capacity, GB means one billion bytes. Total user-accessible capacity may vary depending on operating environments. Some software may differ from its retail version (if any) and may not include user manuals or all program functionality. Warranty, service and support for non-IBM products are provided directly to you by third parties.

not IBM. IBM makes no representations or warranties regarding non-IBM products. For non-IBM software applicable third-party software licenses may apply. Domino Server offer valid until December 31, 2000. Refer to Netfinity Web site for details.

IBM reserves the right to change specifications or other product information without notice. This publication could include technical inaccuracies or typographical errors. References herein to IBM products and services do not imply that IBM intends to make them available in other countries. IBM PROVIDES THIS PUBLICATION "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Some jurisdictions do not allow disclaimer of express or implied warranties in certain transactions, therefore this disclaimer may not apply to you.

IBM Netfinity systems are assembled in the U.S., Great Britain, Japan, Australia and Brazil and are comprised of U.S. and non-U.S. components.

IBM Active PCI, ClusterProven, the e-business logo, Light Path Diagnostics, Netfinity, Netfinity Director, Netfinity Manager, OS/2, Predictive Failure Analysis, ServeRAID, ServerGuide, ServerProven and TechConnect are trademarks of IBM Corporation in the United States and/or other countries.

Intel and Pentium are trademarks of Intel Corporation. Linux is a trademark of Linus Torvalds. Lotus Domino, Lotus Notes and Lotus iNotes are trademarks of Lotus Development Corporation. Microsoft, Windows, Windows NT and the Windows logo are trademarks



© Copyright IBM Corporation 2000

IBM Personal Systems Group
 3039 Cornwallis Road
 Research Triangle Park, NC 27709

Printed in the United States of America
 6-00
 All Rights Reserved

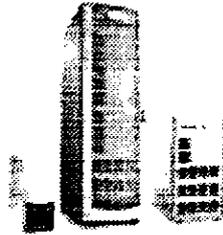
of Microsoft Corporation in the U.S., other countries, or both UNIX is a registered trademark in the U.S. and other countries licensed exclusively through The Open Group. Other company product and service names may be trademarks or service marks of others.

Printed on recycled paper containing 10% recovered post-consumer fiber.

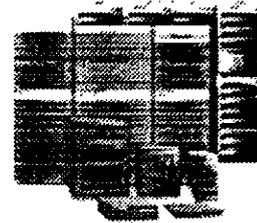
COMPAQ

servers

- ▶ desktops
- ▶ notebooks
- ▶ options
- ▶ handhelds
- ▶ iPAQ devices
- ▶ servers
- ▶ workstations
- ▶ networking & wireless
- ▶ storage
- ▶ software
- ▶ Compaq Global Services
- ▶ Internet Business Resources

ProLiant**Industry Standard Servers**

- Intel® processors
- 1 to 8 processors
- Microsoft Windows® 2000 & Windows NT, Novell Netware, Linux, SCO UnixWare
- Affordable packaged clusters

[Product Info](#) | [Support](#)AlphaServer**64-bit AlphaPowered**

- 1 to 512 processors
- Tru64 UNIX, OpenVMS, Linux
- Solutions for HPC, e-business, Telco
- High availability clustering

[Product Info](#) | [Support](#)NonStop™**Fault-Tolerant S**

- Linear scalability processors
- Java and UNIX NonStop™ Kernel
- Hub for ZLE im
- Full 24 x 7 ava

[Product Info](#)TaskSmart**Appliance Servers**

- Optimized for single tasks
- Web acceleration
 - **C Series**
- Network Attached Storage
 - **N Series**

[Product Info](#) | [Support](#)NonStop™ Integrity**Telecommunication Servers**

- Carrier-grade features for central office environments
- Meets all NEBS requirements
- UNIX operating systems
- High-performance interconnects

[Product Info](#) | [Support](#)

Need more information?
ibm.com/netfinity

Options for your Netfinity 5100 server
ibm.com/pc/us/accessories/netfinity

Reminders for Year 2000 Readiness
ibm.com/pc/year2000 (worldwide)

IBM Netfinity 5100 at a glance

Models	8658-11Y/ 8658-1RY	8658-21Y 8658-2RY	8658-31Y/ 8658-3RY	8658-41Y/ 8658-4RY	8658-51Y/ 8658-5RY
Form factor/height	Tower/Rack 5U	Tower/Rack 5U	Tower/Rack 5U	Tower/Rack 5U	Tower/Rack 5U
Intel Pentium III processor	667/133MHz ⁵	733/133MHz	800/133MHz	866/133MHz	933/133MHz
Number of processors (std/max)	1/2				
Level 2 cache (per processor)	256KB				
ECC SDRAM memory (std/max)	128MB/4GB				
I/O slots	5 PCI (3x64-bit, 2x32-bit)				
PCI disk controller	Integrated dual-channel Ultra160 LVD SCSI				
Advanced System Management Processor	Integrated				
Bays	10 bays (6 hot-plug, 2 half-high, 40X-17X ⁶ IDE CD-ROM; 1.44MB diskette drive)				
Hard-disk drive (standard)	Open bay				
Internal storage (max)	218.4GB ⁷				
RAID support	Optional ServeRAID™-4H, -4M and -4L Ultra160 SCSI Adapters				
Network	10/100 Ethernet integrated				
I/O ports	2 serial, parallel, mouse, keyboard, video, Ethernet, 2 USB				
Power supply	250W (optional hot-plug, redundant)				
Cooling fans	2				
Light Path Diagnostics	Yes				
Predictive Failure Analysis support	Hard disk drives, processors, VRMs, fans and memory				
Operating systems supported	Microsoft® Windows NT®, Microsoft Windows® 2000 Server/Advanced Server, Novell® NetWare®, SCO UnixWare, Citrix WinFrame, and Linux®				
Software	IBM Netfinity Director, IBM Netfinity Manager™, IBM ServerGuide™, Norton AntiVirus (OEM version), Lotus Domino Application Server ⁷ , five Lotus Notes® client licenses and five Lotus iNotes® client licenses				
Service, support and offerings	3-year limited onsite warranty, IBM Server Start Up Support, TechConnect®, Update Connector				

A single "U" or rack unit is 1.75" or 44.45mm.
 When referring to hard disk drive capacity GB means one billion bytes. Total user accessible capacity may vary depending on operating environments.
 For terms and conditions or copies of IBM's Statement of Limited Warranty call 1 800 772-2227 in the U.S. and in Canada, call 1 800 426-2255. Limited warranty includes International Warranty Service in those countries where this product is offered. Telephone support may be subject to additional charges. Some software may differ from its retail version (if any) and may not include user manuals or all program functionality. Warranty, service and support for non-IBM products are provided directly to you by third parties, not IBM. IBM makes no representations or warranties regarding non-IBM products. For non-IBM software applicable third-party software licenses may apply.
 MHz only measures microprocessor internal clock speed, not application performance. Many factors affect application performance.
 Variable read rate. Actual playback speed may vary and is often less than the maximum possible.
 Domino Server offer valid until December 31, 2000. Refer to Netfinity Web site for details.
 IBM reserves the right to change specifications or other product information without notice. This publication could include technical inaccuracies or typo-

graphical errors. References herein to IBM products and services do not imply that IBM intends to make them available in other countries. IBM PROVIDES THIS PUBLICATION "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Some jurisdictions do not allow disclaimer of express or implied warranties in certain transactions, therefore this disclaimer may not apply to you.
 IBM Netfinity servers are assembled in the U.S., Great Britain, Japan, Australia and Brazil and are comprised of U.S. and non-U.S. components.
 IBM, the e-business logo, Light Path Diagnostics, Netfinity, Netfinity Director, Netfinity Manager, Predictive Failure Analysis, ServeRAID, ServerGuide and TechConnect are trademarks of IBM Corporation in the United States and/or other countries.
 Intel and Pentium are trademarks of Intel Corporation. Linux is a registered trademark of Linus Torvalds. Lotus Domino, Lotus Notes and Lotus iNotes are trademarks of Lotus Development Corporation. Microsoft Windows, Windows NT and the Windows Logo are trademarks of Microsoft Corporation. Other company, product and service names may be trademarks or service marks of others.



© Copyright IBM Corporation 2000

IBM Personal Systems Group
 3039 Cornwallis Road
 Research Triangle Park, NC 27709

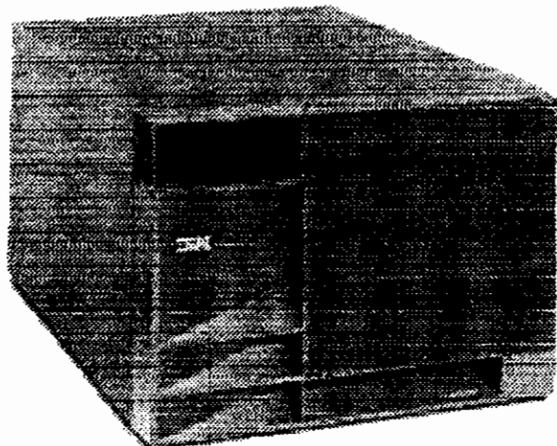
Printed in the United States of America
 6-00
 All Rights Reserved

Printed on recycled paper containing 10% recovered post-consumer fiber

*Extreme availability—Universal design, 4-way server
for business critical applications*

IBM

IBM @server xSeries 250



Highlights

- *4-way performance with scalable internal storage*
- *Universal design for tower and rack deployment*
- *High availability built around innovative IBM X-architecture technology*
- *Optional ServeRAID™ solutions to protect business-critical operations*

Extreme flexibility

The IBM @server xSeries is a high-performance, 4-way, Intel®-based server built for environments running business-critical applications subject to rapid growth. This makes the x250 ideal for corporate e-mail messaging and workgroup collaboration solutions as well as data mining, data warehousing and other heavy-duty business analysis.

The x250 provides high performance for IT departments using desk-side deployments and can be converted in just minutes to fit within your industry-standard racks. With support for up to 360GB¹ of internal disk capacity and multiple tape offerings, the server makes systems expansion and backup simple.

Key features include:

- 900MHz² Intel Pentium® III Xeon™ Processors
- Ten hot-plug hard disk drives
- Super reliable Chipkill™ memory

Expandable technology

The x250 can expand as your needs grow. It supports up to 16GB of super-reliable Chipkill memory, plus a new integrated Ultra160 split backplane (supporting up to 10 slim-high hot-plug drives) and optional ServeRAID-4 family of Ultra160 SCSI RAID controller, making storage expansion easy. Four of the six PCI slots are Active™ PCI (hot-plug PCI) slots, allowing you to expand your system on the fly. Thanks to flexible mechanical design, the x250 is simple to house or expand—it can be deployed either as a rack-mounted or tower server.

Impressive capabilities

IBM Options are tested to ensure compatibility and enhance the x250. Critical backup chores are simplified with optional internal Digital Linear Tape (DLT) or Linear Tape Open (LTO) solutions—ranging from an individual tape drive to an automated deck of multiple drives.

Get it now

go to **ibm.com/eserver/xseries** or call 1 888 **ShopIBM**
to buy direct or to locate an IBM reseller.

Simple deployment—extensive support

ServerGuide™ helps get your system up and running quickly. IBM Director systems management software, a three-year limited warranty³ and technology-enabled services and support make operation and maintenance easy.



© Copyright IBM Corporation 2001

Printed in the USA
3-01
All Rights Reserved

xSeries 250 at a glance

Models	8665-61Y 8665-6RY	8665-71Y 8665-7RY	8665-81Y 8665-8RY
Form factor/height	Rack/8U ⁴		
Intel Pentium III Xeon processor	700/100MHz	700/100MHz	900/100MHz
Level 2 cache (per processor)	1MB	2MB	2MB
Number of processors (std/max)	1/4		
Chipkill memory (std/max)	512MB/16GB		
I/O slots	6 PCI (4x64-bit 33MHz Active PCI, 2x64-bit 66MHz)		
Split Backplane	2 sets of 5 Ultra160 hot-plug drive bays.		
Bays	Up to 14 bays (Including 10 slim-high hot-plug, 40X-17X ⁶ IDE CD-ROM, 1.44MB diskette drive)		
Internal storage (max)	364GB		
SCSI RAID	Optional ServeRAID-4 family of Ultra160, Active PCI SCSI RAID Controllers		
Network	10/100 Ethernet integrated		
I/O ports	2 serial, parallel, mouse, keyboard, video, management, SCSI, Ethernet, 2 USB		
Power supply	500W (2x250W hot-plug, redundant); 4 250W supplies max.		
Cooling fans	4 hot-plug assembly (7 fans)		
Advanced System Management Processor	Integrated		
Light Path Diagnostics™	Yes/Enhanced		
Predictive Failure Analysis® support	HDDs, processors, VRMs, fans, power supplies and memory		
Operating systems supported	Microsoft® Windows® 2000 Server/Advanced Server, Microsoft Windows NT®, Novell NetWare, SCO UnixWare, Citrix MetaFrame and Linux® (Red Hat, SuSE, Caldera, TurboLinux)		
Software⁵	IBM Director, IBM ServerGuide, Norton AntiVirus (OEM version)		
Service, support and offerings	3-year limited onsite warranty, IBM High Availability Service for Business Critical Systems ⁷ , TechConnect®, Remote Connect		
Options for your xSeries 250 server	Visit ibm.com/pc/us/eserver/xseries/storage		

¹When referring to hard disk drive capacity, GB equals one billion bytes. Total user-accessible capacity may vary depending on operating environments.

²MHz only measures microprocessor internal clock speed, not application performance. Many factors affect application performance.

³For terms and conditions or copies of the IBM Statement of Limited Warranty, call 1 800 772-2227 in the U.S. and in Canada call 1 800 426-2255. Limited warranty includes International Warranty Service in those countries where this product is offered. Telephone support may be subject to additional charges.

⁴A single U or rack unit is 1.75" or 44.5mm.

⁵Variable read rate. Actual playback speed will vary and is often less than the maximum possible.

⁶Some software may differ from its retail version (if any) and may not include user manuals or all program functionality. Warranty, service and support for non-IBM products are provided directly to you by third parties, not IBM. IBM makes no representations or warranties regarding non-IBM products. For non-IBM software, applicable third-party software licenses may apply.

⁷The High Availability Services for Business Critical Systems offering for an availability guarantee is an optional service and is only offered for eligible @server xSeries environments at this time. IBM reserves the right to change the terms and conditions of the program at any time, without notice. For more details, refer to ibm.com/services/its/us/highavail2.html.

IBM reserves the right to change specifications or other product information without notice. This publication could include technical inaccuracies or typographical errors. References herein to IBM products and services do not imply that IBM intends to make them available in other countries. IBM PROVIDES THIS PUBLICATION "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. SOME JURISDICTIONS DO NOT ALLOW DISCLAIMER OF EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES IN CERTAIN TRANSACTIONS, THEREFORE, THIS DISCLAIMER MAY NOT APPLY TO YOU.

xSeries systems are assembled in the U.S., Great Britain, Japan, Australia and Brazil and are comprised of U.S. and non-U.S. components.

IBM Active PCI, Chipkill, the e-business logo, Light Path Diagnostics, Predictive Failure Analysis, ServeRAID, ServerGuide, ServerProven, TechConnect and xSeries are trademarks of IBM Corporation in the United States and/or other countries.

Intel and Pentium are registered trademarks and Xeon is a trademark of Intel Corporation. Linux is a registered trademark of Linus Torvalds. Microsoft, Windows, Windows NT and the Windows logo are registered trademarks of Microsoft Corporation. Other company, product and service names may be trademarks or service marks of others.



Printed on recycled paper containing 10% recovered post-consumer fiber.

IBM @server xSeries 200



Highlights

- **Affordable technology in a solid system**
- **Reliable, complete solutions to keep your business up and running**
- **Fits easily into any environment at only 51cm (20") deep and 4U high with a rack option**
- **Flexible configuration helps achieve a desirable balance of function and price**

Value for small businesses

The IBM @server xSeries 200 is designed to meet the computing needs and budgets of even the smallest business. It offers performance and scalability to grow with applications such as file-and-print, e-mail, order processing and e-commerce. With its easy-to-use design and the acclaimed service you expect from IBM, the x200 can help get your business up and running quickly and help keep it running smoothly.

A server you can count on

As the most affordable xSeries server solution, the x200 provides industry-leading IBM quality and reliability to help run your business. Engineered for around-the-clock operations, the x200 delivers robust performance for application serving.

Building a complete solution

The x200 offers integrated Ultra160 SCSI, 10/100 Ethernet, extensive memory expansion and up to 145.6GB² of internal data storage. Add IBM hardware and software options to build complete, reliable solutions.

- RAID protects your data and helps maintain system uptime
- SCSI and IDE tape drives provide added assurance by backing up your data
- Microsoft® Exchange 2000 mail and messaging applications are also available

Get it now

go to **ibm.com/eserver/xseries** or call 1 888 **ShopIBM** to buy direct or to locate an IBM reseller.



technical
specifications

unprecedented value in a high-performance enterprise server

performance, built-in expandability, and value are what the new hp netserver lh 6000 is all about. it's a six-way-capable server based on standard chipset technology—and hp offers it for a price comparable to four-way-capable systems.

The HP Netserver LH 6000/6000r provides superior performance and scalability to meet your enterprise needs. The next generation of the award-winning HP Netserver LH 4, the HP Netserver LH 6000 builds on the industry-leading features of its predecessor. The HP Netserver LH 6000 offers blazing I/O system performance, a full suite of high availability features, and the expandability to handle the needs of even the fastest-growing departments and corporate data centers—all for an unprecedented value.

- **Unprecedented expandability to protect your investment**—true scalability with up to six Intel® Pentium® III Xeon processors, up to 8GB PC-133 ECC SDRAM memory, and up to 12 Ultra3 SCSI hot-swap drives—far 440.4GB of internal hot-swap disk storage
- **Blazing I/O system performance**—eight 64-bit PCI slots (two run at 66MHz) and three-peer PCI buses deliver the performance you need for your most I/O-intensive applications
- **Full suite of high availability features**—including an integrated, hardware-based HP NetRAID Controller with up to 128MB of cache, 100MHz clock speed, and up to 72 hours of optional battery backup; four hot-plug PCI slots; and hot-swappable disk drives, power supplies, and fans
- **Intelligent manageability**—including HP Tootools for Servers, HP OpenView Managex Event Manager, integrated HP Remote Assistant, Automatic Server Restart (ASR), Optional HP Tootools Remote Control card, front panel “traffic light” system status control panel, and smart interrupt request (Smart IRQ) hardware routing
- **Simple installation and servicing**—with an 8U rack-optimized form factor, easy-to-remove SPU board, and a suite of hot-swappable components

features

performance

processor	Up to six Intel Pentium III Xeon 700MHz processors with 100MHz system bus
cache	512KB, 1MB, or 2MB L2 cache per processor
ECC memory	<ul style="list-style-type: none">• 256MB PC-133 ECC SDRAM standard• 8GB maximum capacity¹
I/O expansion slots	Eight free full-length, 64-bit PCI slots (six 33MHz and two 66MHz, four hat-plug)
controllers	<ul style="list-style-type: none">• Integrated, dual-channel Ultra2 SCSI HP Net-RAID Controller with 32MB cache (expandable to 128MB) and optional battery backup• Additional single-channel Ultra Wide SCSI controller
mass storage system	<ul style="list-style-type: none">• Four front-accessible (half-height) shelves:<ul style="list-style-type: none">– One for 3.5-inch floppy disk drive (preinstalled)– One for CD-ROM drive (preinstalled)– Two open common tray (non-hot-swap) shelves, suitable for drives or tape backup (DLT, DDS, autoloader)• 12 front-accessible hot-swap shelves:<ul style="list-style-type: none">– Six low-profile standard (also supports three half-height or mixed low-profile and half-height)– Six additional low-profile (or three half-height) with optional cage for full duplex capability• Hot-swap drive backplane supports Ultra3 SCSI
maximum internal storage	<ul style="list-style-type: none">• 440.4GB maximum hot-swap (6x73.4GB half-height drives), plus two 36.4GB common tray drives for maximum internal storage of 513.2GB• Optional duplexing backplane
video	<ul style="list-style-type: none">• Integrated 1024x768, 256-color resolution at 60–75Hz• 2MB standard video memory• Super VGA drivers available with operating system
CD-ROM drive	32X max-speed EIDE CD-ROM drive
flexible disk drive	3.5-inch 1.44MB flexible disk drive
built-in I/O ports	<ul style="list-style-type: none">• One 25-pin parallel port• One 9-pin serial/RS-232 port• One NIC port• Mini-DIN keyboard and mouse ports• One 9-pin server management port or second serial/RS-232 port
keyboard and mouse	Localized keyboard and two-button mouse on pedestal models

¹ For memory configurations of 4GB and above, 776MB are typically reserved for PCI use, including 600MB dedicated to supporting the standard on-board RAID controller.

features (continued)

availability

hot-swap power supplies	<ul style="list-style-type: none">• Three hot-swap power supplies standard• Optional N + 1 redundancy
high availability/ clustering support	Offered as basic platform for HP Netserver high availability solutions (for further information on cluster support, go to: www.netserver.hp.com/netserver/products/highlights_ha.asp)
self-restart capability	Automatic Server Restart (ASR) reboots the server in the event of a NOS hang
self-correcting memory	Manageable error-checking and -correcting (ECC) system and cache memory with memory-scrubbing feature
hot-swap disk drives	<ul style="list-style-type: none">• Supports 9.1GB and 18GB, 7,200rpm Ultra3 SCSI disk drives• Supports 9.1GB, 18GB, and 36GB, 10,000rpm Ultra3 SCSI disk drives• Supports 18.2GB, 15,000rpm Ultra3 SCSI disk drives• Supports 73.4GB, 10,000rpm Ultra3 SCSI disk drives• Hot-swap and hot-spore support• Ultra3 ready
integrated hp net-RAID controller	<ul style="list-style-type: none">• Integrated, dual-channel, Ultra2 SCSI HP NetRAID Controller• 32MB SDRAM write-back cache, expandable to 128MB• Optional battery backup• Supports RAID 0, 1, 3, 5, 10, 30, 50
advanced cooling system	<ul style="list-style-type: none">• Eight hot-swap fans standard for true, redundant system cooling• Two additional hot-swap fans with optional secondary fan tray• Active fan-speed control and failure sensing• Superior air-flow design for low internal temperature rise
intelligent platform management interface (IPMI)	<ul style="list-style-type: none">• Open specification for system component monitoring• Foundation for self healing
network interface	Integrated 10/100TX network interface card with support for optional network interface card to support redundancy

intelligent management

installation and configuration	<ul style="list-style-type: none">• HP Netserver Navigator with automated, menu-driven system setup and configuration• Guided network operating system installation• Automatic installation of monitoring tools
management software	<ul style="list-style-type: none">• HP Tiptools for Servers—a comprehensive server management solution with an intuitive, browser-based user interface—facilitates troubleshooting, administration, and detailed inventory information• Industry-leading HP OpenView Managex Event Manager for NOS management• Easy integration with other leading network and system management products
remote administration	<ul style="list-style-type: none">• Integrated HP Remote Assistant provides emergency remote access over a modem with a single unified event log for faster troubleshooting• Optional HP Tiptools Remote Control card for even more powerful remote management, including remote LAN access, advanced security, online diagnostics, and group actions• File transfer capabilities for secure and easy remote updates

features (continued)

expandability

design features

- Tool-free access and interchangeable side covers
- All major assemblies easy to remove for upgrades or repair
- Simple conversion from pedestal to rack configuration
- Physically compatible with standard 19-inch racks

flexibility

supported operating systems

Microsoft® Windows NT® 4.0, Windows® 2000; Novell NetWare 4.2, 5, 5.1; Red Hat Linux 6.1; SCO OpenServer 5.05 or UnixWare 7.1

security and safety

system security

- Startup password
- Network server mode
- Power reset switch cover and keyboard lock button
- Enable or disable serial port, floppy disk drives, and write operations to floppy disk drives
- Chassis intrusion detection
- System lock and hot-swap hard disk drive lock

service and support

warranty

- 3-year, next-business-day, onsite limited warranty from HP or authorized resellers (standard business hours) worldwide
- Pre-failure warranty/notification
- Free telephone support for basic setup, installation, and troubleshooting for the life of the product

hp instant support

Fast, Web-based support that automates and speeds resolution of most computing problems. Available at no charge, HP Instant Support includes:

- Automated—Web-based problem identification, diagnosis, and resolution
- Personalized—Ability to select your preferred support experience
- Relevant—Seamless transmission of hardware information and case history to hp support specialists at any time
- Reliable—it's there when you need it, 24 hours a day

For more information, visit the HP Instant Support Web site at:
<http://www.hp.com/go/instantSupport>

hardware maintenance

- Optional HP Supportpack for 3- or 5-year, 4-hour response during standard business hours
- Optional HP Supportpack for 3- or 5-year, 4-hour response, 24 hours a day, 7 days a week
- Optional HP Supportpack for 3- or 5-year Call-to-Repair Commitment Service within 6 hours, 24 hours a day, 7 days a week
- Optional HP Supportpacks for installation and configuration of servers and clusters
- Optional HP Supportpacks for racking the HP Netserver solutions and clusters
- HP Netserver Documentation CD-ROM—a comprehensive reference source that includes information on installing, configuring, and supporting your HP Netserver and accessories

software maintenance

- HP Personalized Systems Support for PC Servers for proactive software support in mission-sensitive environments
- HP Critical Systems Support for Microsoft Windows Servers for high availability support in mission-critical environments

reseller support services

Comprehensive reseller support framework to ensure successful support of HP Netservers, including:

- Proactive Notification e-mail service
- Service and support Web site
- HP STAR Certification classes for IT professionals
- Troubleshooting Toolkit

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL

ORD	NOMBRE	DISTRITO	FUNCION	ENTRADAS		SALIDAS	CANAL DE SERVICIO	
				DIGITALES	ANALOGICAS	DIGITALES	SI	NO
1	29 de Abril	NORTE	Tanque	3	3	4		X
2	Alma Lojana Alta	CENTRO	Est Bombeo y Tanque	5	7	6		X
3	Alma Lojana Bajo	CENTRO	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
4	Alma Lojana Medio	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
5	Alpahuasi alto (Distrito Sur)	SUR	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
6	Americano	NORTE	Tanque	3	3	4		X
7	Argelia Alta	SUR	Tanque	3	3	4		X
8	Argelia Baja	SUR	Est Bombeo y Tanque	7	11	8		X
9	Arruyo Delgado	NORTE	Tanque	3	3	4		X
10	Balcón del Norte	NORTE	Tanque	3	3	4		X
11	Barcino	NORTE	Tanque	3	3	4		X
12	Bellavista	NORTE	Planta de tratamiento	3	6	6	X	
13	Bellavista Alto	NORTE	Tanque	3	3	4		X
14	Bellavista Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
15	Bellavista Medio	NORTE	Tanque	3	3	4		X
16	Cangahua Alto	NORTE	Tanque	3	3	4		X
17	Cangahua Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
18	Cangahua Medio	NORTE	Tanque	3	3	4		X
19	Carcelén Alto (Distrito Norte)	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
20	Carcelén JNV(salida)	NORTE	Tanque	3	3	4		X
21	Carcelén Medio	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
22	Carolina Alto (Distrito Centro)	CENTRO	Est Bombeo y Tanque	12	21	13	X	
23	Carolina Bajo	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
24	Carolina Medio	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
25	Chaupicruz 1	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
26	Chaupicruz 2	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
27	Chilibuto	SUR	Planta de tratamiento	3	3	3	X	
28	Chillogallo Alto #1	SUR	Tanque	3	3	4	X	
29	Chillogallo Alto #2	SUR	Tanque	3	3	4		X
30	Chillogallo Alto #3	SUR	Tanque	3	3	4		X
31	Chillogallo Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
32	Chillogallo Medio	SUR	Est Bombeo y Tanque	7	11	8		X
33	Chiriyacu Alto	SUR	Est Bombeo y Tanque	7	11	8	X	
34	Chiriyacu Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
35	Chiriyacu Medio	SUR	Est Bombeo y Tanque	5	7	6		X
36	Cochapamba alto	NORTE	Planta de tratamiento	3	3	3	X	
37	Cochapamba Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
38	Cochapamba Medio	NORTE	Tanque	3	3	4		X
39	Colinas del Norte Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
40	Colinas del Norte Medio	NORTE	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
41	Collaloma Alto	NORTE	Tanque	3	3	4		X
42	Collaloma Bajo #1	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
43	Collaloma Bajo #2	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
44	Collaloma Medio	NORTE	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
45	Comité del Pueblo #1	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
46	Comité del Pueblo (TRP#1)	NORTE	Tanque	3	4	4		X
47	Comité del Pueblo (TRP#2)	NORTE	Tanque	3	4	4		X
48	Comité del Pueblo (TRP#3)	NORTE	Tanque	3	4	4		X
49	Condado Alto	NORTE	Est Bombeo y Tanque	7	11	8		X
50	Condado Bajo	NORTE	Est Bombeo y Tanque	5	7	6		X
51	Condado Medio	NORTE	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
52	Corazón de Jesús (29 de Julio)	NORTE	Tanque	3	3	4		X
53	Cotacollao Alto	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
54	Cotacollao Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
55	Edén del Valle	SUR	Tanque	3	3	4		X
56	El Bosque	NORTE	Est Bombeo	3	6	6	X	
57	El Pedregal	NORTE	Est Bombeo	3	6	6		X
58	El Porvenir	NORTE	Est Bombeo	3	6	6	X	
59	El Troje	SUR	Planta de tratamiento	3	5	5	X	
60	Ferroviana Alta	SUR	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
61	Ferroviana Baja	SUR	Tanque	3	3	4		X
62	Ferroviana Medio #1	SUR	Tanque	3	3	4		X
63	Ferroviana Medio #2	SUR	Tanque	3	3	4		X
64	Ferroviana Medio #3	SUR	Tanque	3	3	4		X
65	Forestal Alto	SUR	Est Bombeo y Tanque	6	9	7	X	
66	Forestal Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
67	Forestal Medio	SUR	Tanque	3	3	4		X
68	Granda Garcés	NORTE	3 Tanques	9	9	12		X
69	Granja Alto	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
70	Granja Bajo	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
71	Granja Medio	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
72	Guajaló Alto	SUR	Tanque	3	3	4		X
73	Guajaló Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
74	Guajaló Medio	SUR	Tanque	3	3	4		X
75	Guamani Alto	SUR	Tanque	3	3	4		X
76	Guamani Bajo #1	SUR	Est Bombeo y Tanque	7	11	8	X	
77	Guamani Medio	SUR	Tanque	3	3	4		X
78	Guápulo No 2	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
79	Guápulo No 1	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
80	Guápulo No 3	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
81	Itchimbia Alto	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
82	Itchimbia Bajo (TRP)	CENTRO	Tanque	3	4	4		X
83	Itchimbia Medio	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
84	La Libertad Alta	CENTRO	Est Bombeo y Tanque	5	7	6	X	
85	La Libertad Baja	CENTRO	Est Bombeo	2	4	5		X
86	Las Casas Alto	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
87	Los Pinos Alto	SUR	Tanque	3	3	4		X
88	Marisol Alto	NORTE	Tanque	3	3	4		X
89	Marisol Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
90	Mena 2	SUR	Tanque	3	3	4		X
91	Miravalle	SUR	Tanque	3	3	4		X
92	Monjas Alto #1	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
93	Monjas Alto #2	CENTRO	Est Bombeo y Tanque	4	5	5	X	
94	Monjas TRP1	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
95	Monjas TRP2	CENTRO	Tanque	3	3	4		X

PROYECTO DE TELEMETRIA Y TELECONTROL

ORD	NOMBRE	DISTRITO	FUNCION	ENTRADAS		SALIDAS	CANAL DE SERVICIO	
				DIGITALES	ANALOGICAS		SI	No
96	Monjas TRP3	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
97	Noroccidente	NORTE	Planta de tratamiento	3	3	3	X	
98	Noroccidente Alto	NORTE	Tanque	3	3	4		X
99	Noroccidente Bajo #1	NORTE	Tanque	3	3	4		X
100	Noroccidente Bajo #2	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
101	Noroccidente Medio	NORTE	Tanque	3	3	4		X
102	Panecillo	CENTRO	Est Bombeo y Tanque	4	5	5		X
103	Parcayacu	NORTE	Tanque	3	3	4		X
104	Parque Recuerdos	NORTE	Tanque	3	3	4		X
105	Placer Alto	CENTRO	Planta tratamiento y Tanq	3	3	3	X	
106	Placer Bajo	CENTRO	Tanque	3	3	4	X	
107	Placer Medio	CENTRO	Est de Bombeo y Tanque	6	9	7		X
108	Ponceano Alto #1	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
109	Ponceano Alto #2	NORTE	Tanque	3	3	4		X
110	Ponceano Bajo #1	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
111	Ponceano Medio	NORTE	Tanque	3	3	4		X
112	Primavera	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
113	Puengasí	SUR	Planta de tratamiento	7	14	10	X	
114	Puengasí Alto	SUR	Tanque	3	3	4		X
115	Quito Tenis Alto	NORTE	Tanque	3	3	4	X	
116	Quito Tenis Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
117	Reino de Quito Alto	SUR	Tanque	3	3	4		X
118	Reino de Quito Bajo	SUR	Tanque	3	3	4	X	
119	Roldós Alto	NORTE	Tanque	3	3	4		X
120	Roldós Bajo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
121	Roldós Medio	NORTE	Est Bombeo y Tanque	5	9	7	X	
122	Rumpamba	CENTRO	Planta de tratamiento	3	3	3	X	
123	Salida a Calderón	NORTE	Tanque	3	3	4		X
124	San Bartolo	SUR	Tanque	3	3	4		X
125	San Eduardo	NORTE	Tanque	3	3	4		X
126	San Fernando	SUR	Tanque	3	3	4		X
127	San Ignacio Alto	SUR	Tanque	3	3	4	X	
128	San Ignacio Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
129	San Ignacio Medio	SUR	Tanque	3	3	4		X
130	San Isidro Alto	SUR	Est Bombeo y Tanque	6	9	7	X	
131	San Isidro Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
132	San Juan Alto	CENTRO	Tanque	3	3	4		X
133	San Juan Bajo	CENTRO	Est Bombeo	3	6	6	X	
134	San Juan Medio	CENTRO	Est Bombeo	3	6	6	X	
135	Santa Rosa #1	SUR	Tanque	3	3	4		X
136	Santa Rosa #2	SUR	Tanque	3	3	4		X
137	Solanda #1	SUR	Tanque	3	3	4	X	
138	Solanda No 2	SUR	Tanque	3	3	4	X	
139	Toctuco	CENTRO	Planta de tratamiento	3	4	3	X	
140	Troje	SUR	Planta de tratamiento	3	5	4	X	
141	Troje Alto	SUR	Tanque	3	3	4		X
142	Troje Medio	SUR	Tanque	3	3	4		X
143	Troje Bajo	SUR	Tanque	3	3	4		X
144	Turubamba alto # 2	SUR	Tanque	3	3	4		X
145	Turubamba Alto #1	SUR	Tanque	3	3	4		X
146	Turubamba bajo # 2	SUR	Tanque	3	3	4	X	
147	Turubamba Bajo N°1	SUR	Tanque	3	3	4		X
148	Turubamba Medio 1	SUR	Tanque	3	3	4		X
149	Turubamba Medio 2	SUR	Tanque	3	3	4		X
150	Wilson Monge	NORTE	Tanque	3	3	4	X	

CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
335,4 - 410 MHz

REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
335,4 - 387 FIJO MÓVIL S5.254	335,4 - 387 FIJO MÓVIL S5.254	EQA.75
387 - 390 FIJO MÓVIL Móvil por satélite (espacio-Tierra) S5.208A S5.254 S5.255	387 - 390 FIJO MÓVIL Móvil por satélite (espacio-Tierra) S5.208A S5.254 S5.255	EQA.40
390 - 399,9 FIJO MÓVIL S5.254	390 - 399,9 FIJO MÓVIL S5.254	
399,9 - 400,05 MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.209 S5.224A RADIONAVEGACIÓN POR SATELITE S5.222 S5.224B S5.280 S5.220	399,9 - 400,05 MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.209 S5.224A RADIONAVEGACIÓN POR SATELITE S5.222 S5.224B S5.280 S5.220	
400,05 - 400,15 FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz) S5.261 S5.262	400,05 - 400,15 FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz) FIJO MÓVIL S5.261 S5.262	
400,15 - 401 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-Tierra) MÓVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) S5.208A S5.209 INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio-Tierra) S5.263 Operaciones espaciales (espacio-Tierra) S5.262 S5.264	400,15 - 401 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-Tierra) MÓVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) S5.208A S5.209 INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio-Tierra) S5.263 Operaciones espaciales (espacio-Tierra) FIJO MÓVIL S5.262 S5.264	EQA.40
401 - 402 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio) METEOROLOGÍA POR SATELITE (Tierra-espacio) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	401 - 402 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio) METEOROLOGÍA POR SATELITE (Tierra-espacio) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	
402 - 403 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio) METEOROLOGÍA POR SATELITE (Tierra-espacio) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	402 - 403 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio) METEOROLOGÍA POR SATELITE (Tierra-espacio) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	
403 - 406 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	403 - 406 AYUDAS A LA METEOROLOGÍA Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	
406 - 406,1 MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.266 S5.267	406 - 406,1 MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.266 S5.267	
406,1 - 410 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMÍA S5.149	406,1 - 410 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMÍA S5.149	EQA.80

**CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
410 - 470 MHz**

REGIÓN 2	ECUADOR	NOTAS
Banda MHz 410 - 420 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio-espacio) S5.268	Banda MHz 410 - 420 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio-espacio) S5.268	EQA.85
420 - 430 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S.269 S5.270	420 - 430 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	EQA.90 EQA.95
430 - 440 RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados S5.276 S5.278 S5.279 S5.281 S5.282	430 - 440 RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados FIJO MÓVIL S5.276 S5.281 S5.282	EQA.100
440 - 450 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S5.269 S5.270 S5.284 S5.285 S5.286	440 - 450 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S5.286	EQA.105
450 - 455 FIJO MÓVIL S5.209 S5.286 S5.286A S5.286B S5.286C S5.286D	450 - 455 FIJO MÓVIL S5.209 S5.286 S5.286A S5.286B S5.286C	EQA.55
455 - 456 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.286A S5.286B S5.286C S5.209	455 - 456 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.286A S5.286B S5.286C S5.209	EQA.110
456 - 459 FIJO MÓVIL S5.287 S5.288	456 - 459 FIJO MÓVIL S5.287	EQA.55
459 - 460 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.286A S5.286B S5.286C S5.209	459 - 460 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.286A S5.286B S5.286C S5.209	EQA.110
460 - 470 FIJO MÓVIL Meteorología por satélite (espacio-Tierra) S5.287 S5.288 S5.289	460 - 470 FIJO MÓVIL Meteorología por satélite (espacio-Tierra) S5.287 S5.289	EQA.55

**CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
470 - 890 MHz**

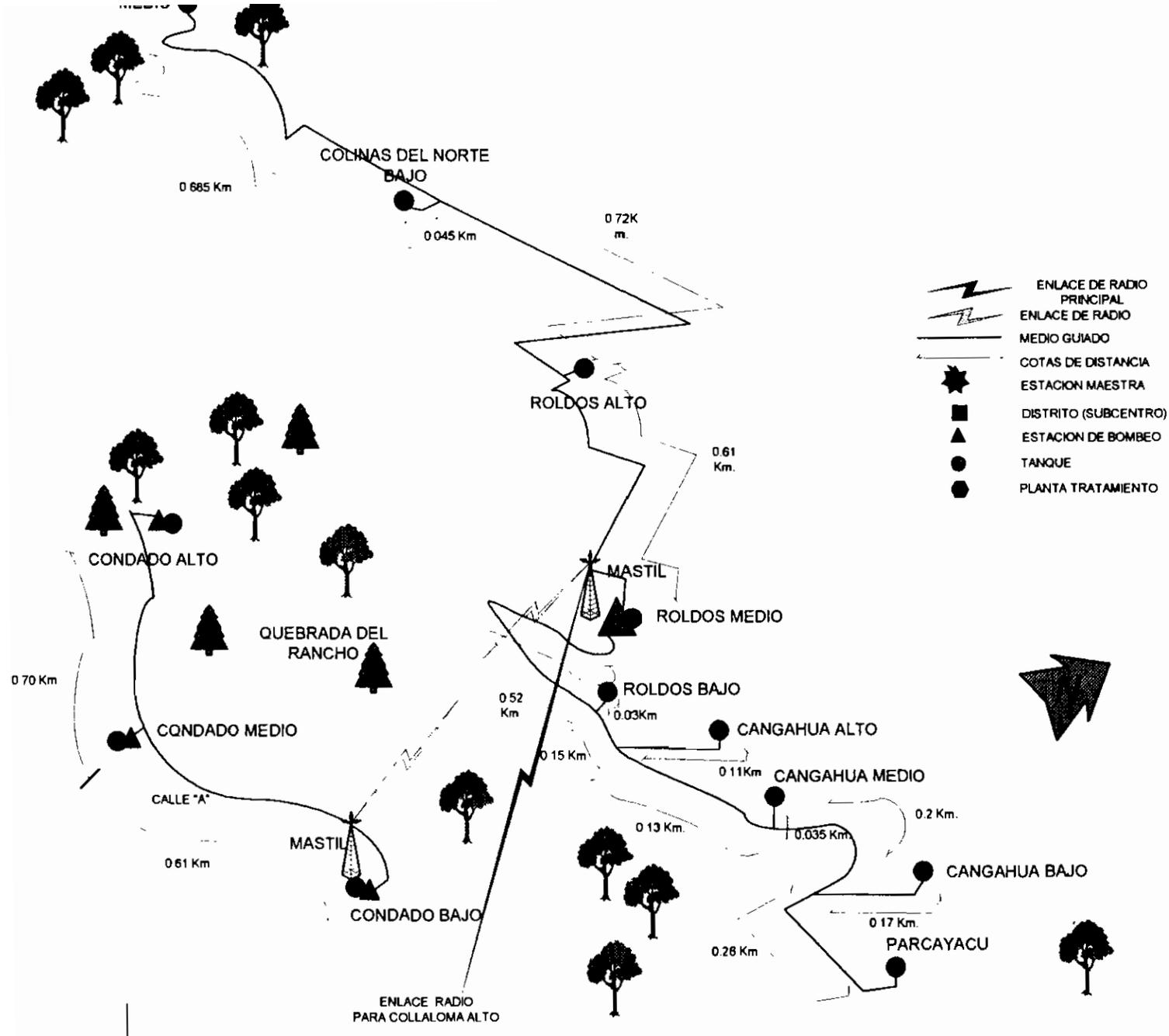
REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
470 - 812 RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 88.292 88.293	470 - 812 FIJO MOVIL 88.293	EQA.88 EQA.89 EQA.118
812 - 808 RADIODIFUSIÓN 88.297	812 - 808 RADIODIFUSIÓN	EQA.120
808 - 814 RADIOASTRONOMÍA Móvil por satélite salvo móvil aeronáutico por satélite (Tierra-espacio)	808 - 814 RADIOASTRONOMÍA Móvil por satélite salvo móvil aeronáutico por satélite (Tierra-espacio)	
814 - 806 RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 88.293 88.309 88.311	814 - 806 RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 88.293 88.311	EQA.128 EQA.130
806 - 890 FIJO MOVIL 88.XXX RADIODIFUSIÓN 88.317 88.318	806 - 890 FIJO MOVIL 88.XXX 88.317	EQA.138 EQA.140 EQA.148

**CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
890 - 1350 MHz**

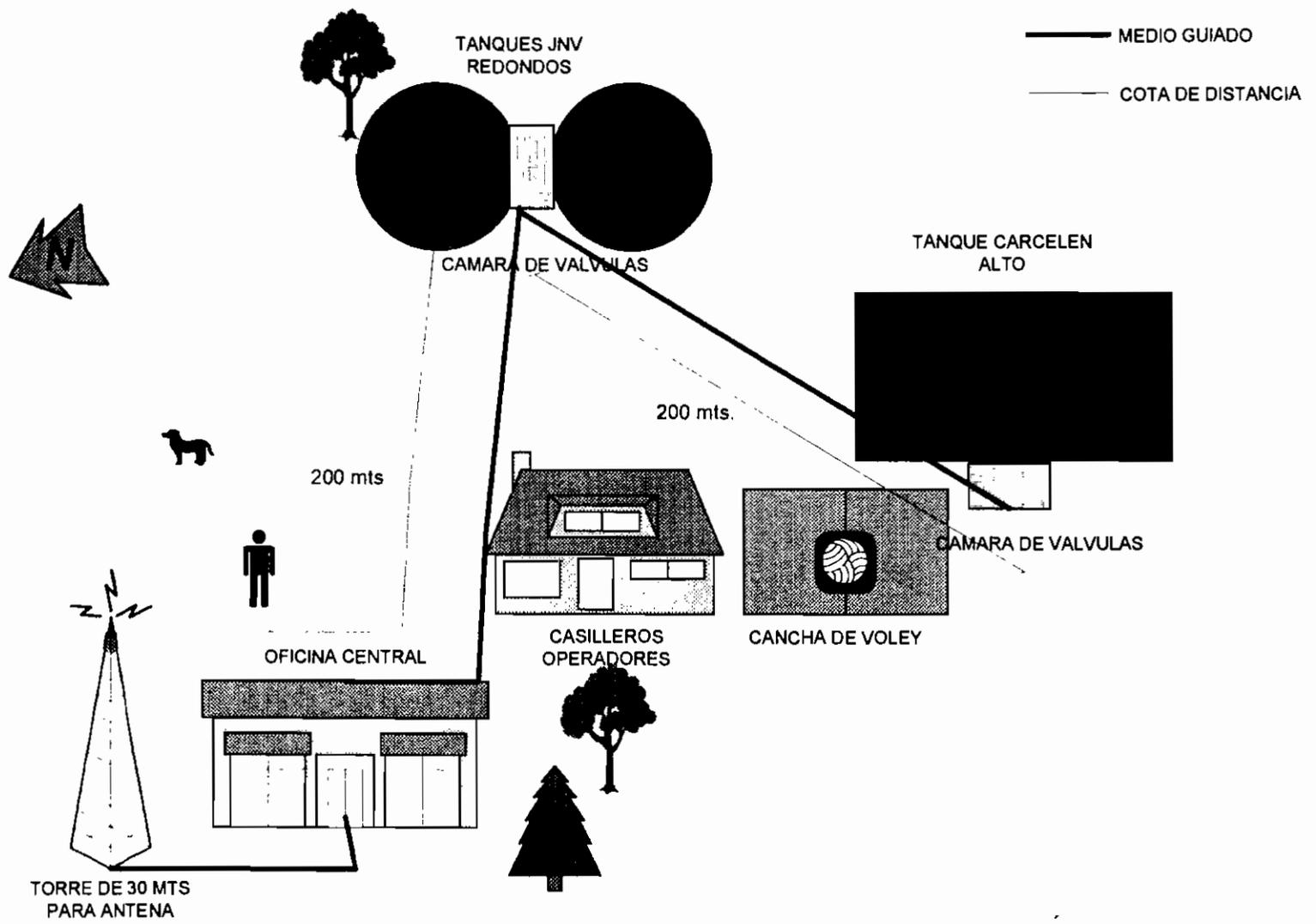
REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
890 - 902 FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico S5.XXX Radiolocalización S5.318 S5.325	890 - 902 FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico S5.XXX Radiolocalización	EQA.140 EQA.145 EQA.166
902 - 928 FIJO Aficionados Móvil salvo móvil aeronáutico S5.CCC Radiolocalización S5.150 S5.325 S5.326	902 - 928 FIJO Aficionados Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S5.150	EQA.140 EQA.150 EQA.155
928 - 942 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico S5.XXX Radiolocalización S5.325	928 - 942 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico S5.XXX Radiolocalización	EQA.140 EQA.155 EQA.160 EQA. 165
942 - 960 FIJO MÓVIL S5.XXX	942 - 960 FIJO MÓVIL S5.XXX	EQA.155 EQA.170
960 - 1215 RADIONAVEGACIÓN AERONAUTICA S5.328 S5.328A	960 - 1215 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA S5.328 S5.328A	
1215 - 1240 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (activo) RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) S5.329 S5.329A INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) S5.332	1215 - 1240 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (activo) RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) S5.329 S5.329A INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) S5.332	
1240 - 1260 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (activo) RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) S5.329 S5.329A INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) Aficionados S5.330 S5.332 S5.334 S5.335	1240 - 1260 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (activo) RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) S5.329 S5.329A INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) Aficionados S5.332	
1260 - 1300 EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATÉLITE (activo) RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) S5.329 S5.329A INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) Aficionados S5.282 S5.333 S5.334 S5.335	1260 - 1300 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (activo) RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATELITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) S5.329 S5.329A INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) Aficionados S5.282 S5.333	
1300 - 1350 RADIONAVEGACIÓN AERONAUTICA S5.337 RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (Tierra-espacio) S5.149 S5.337A	1300 - 1350 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA S5.337 RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATELITE (Tierra-espacio) S5.149 S5.337A	

**CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
1350 - 1525 MHz**

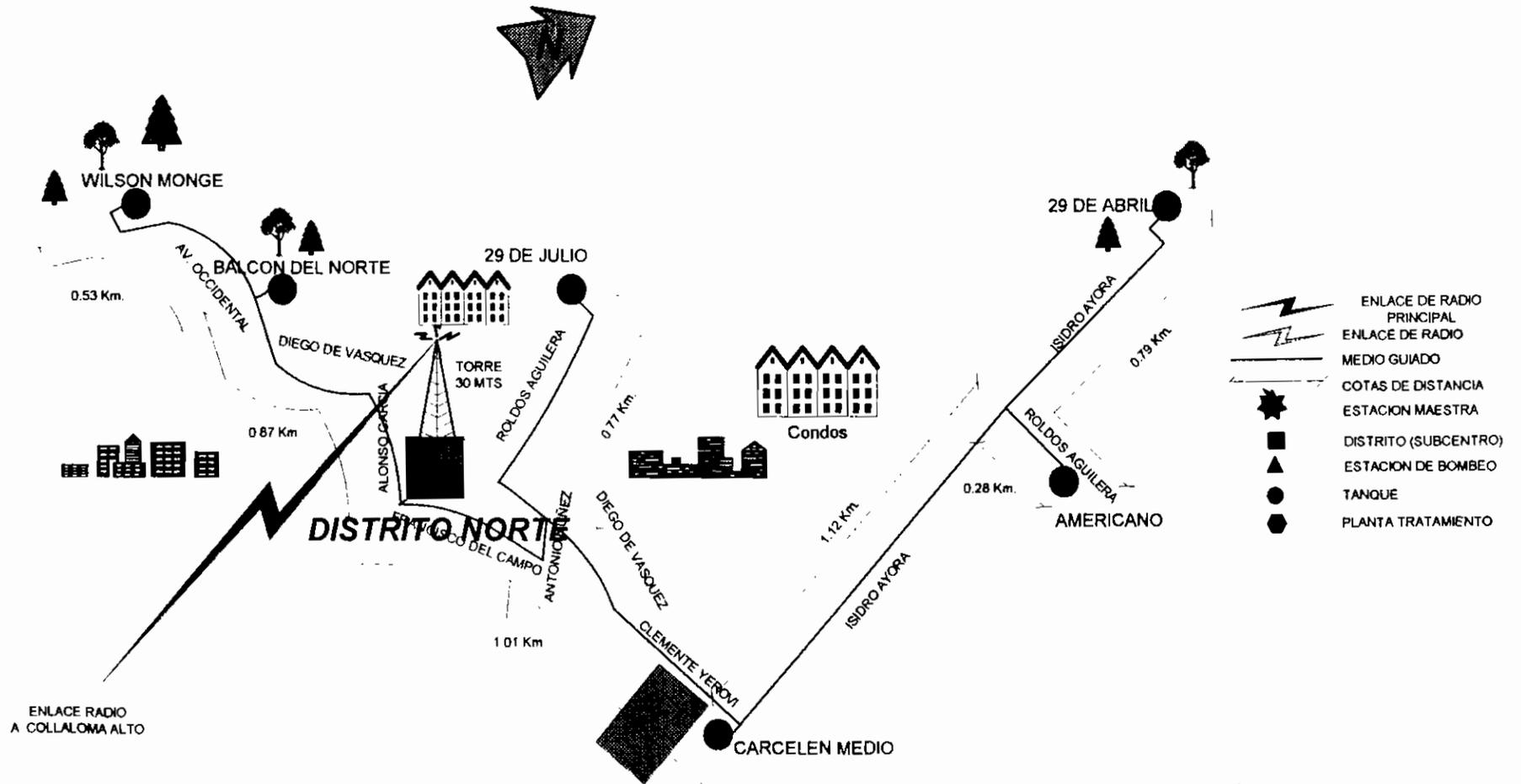
REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
1350 - 1400 RADIOLOCALIZACIÓN S5.149 S5.334 S5.339	1350 - 1400 RADIOLOCALIZACIÓN S5.149 S5.339	
1400 - 1427 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMÍA INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) S5.340 S5.341	1400 - 1427 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMÍA INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) S5.340 S5.341	EQA.155
1427 - 1429 OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico S5.341	1427 - 1429 OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico S5.341	EQA.155
1429 - 1452 FIJO MÓVIL S5.343 S5.341	1429 - 1452 FIJO MÓVIL S5.343 S5.341	EQA.155
1452 - 1492 FIJO MÓVIL S5.343 RADIODIFUSIÓN S5.345 S5.347 RADIODIFUSIÓN POR SATELITE S5.345 S5.347 S5.341 S5.344	1452 - 1492 FIJO MÓVIL S5.343 RADIODIFUSIÓN S5.345 RADIODIFUSIÓN POR SATELITE S5.345 S5.341	
1492 - 1525 FIJO MÓVIL S5.343 MÓVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) S5.348A S5.341 S5.344 S5.348	1492 - 1525 FIJO MÓVIL S5.343 MÓVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) S5.348A S5.341 S5.344 S5.348	EQA.155



SECTOR JAIME ROLDOS Y EL CONDADO

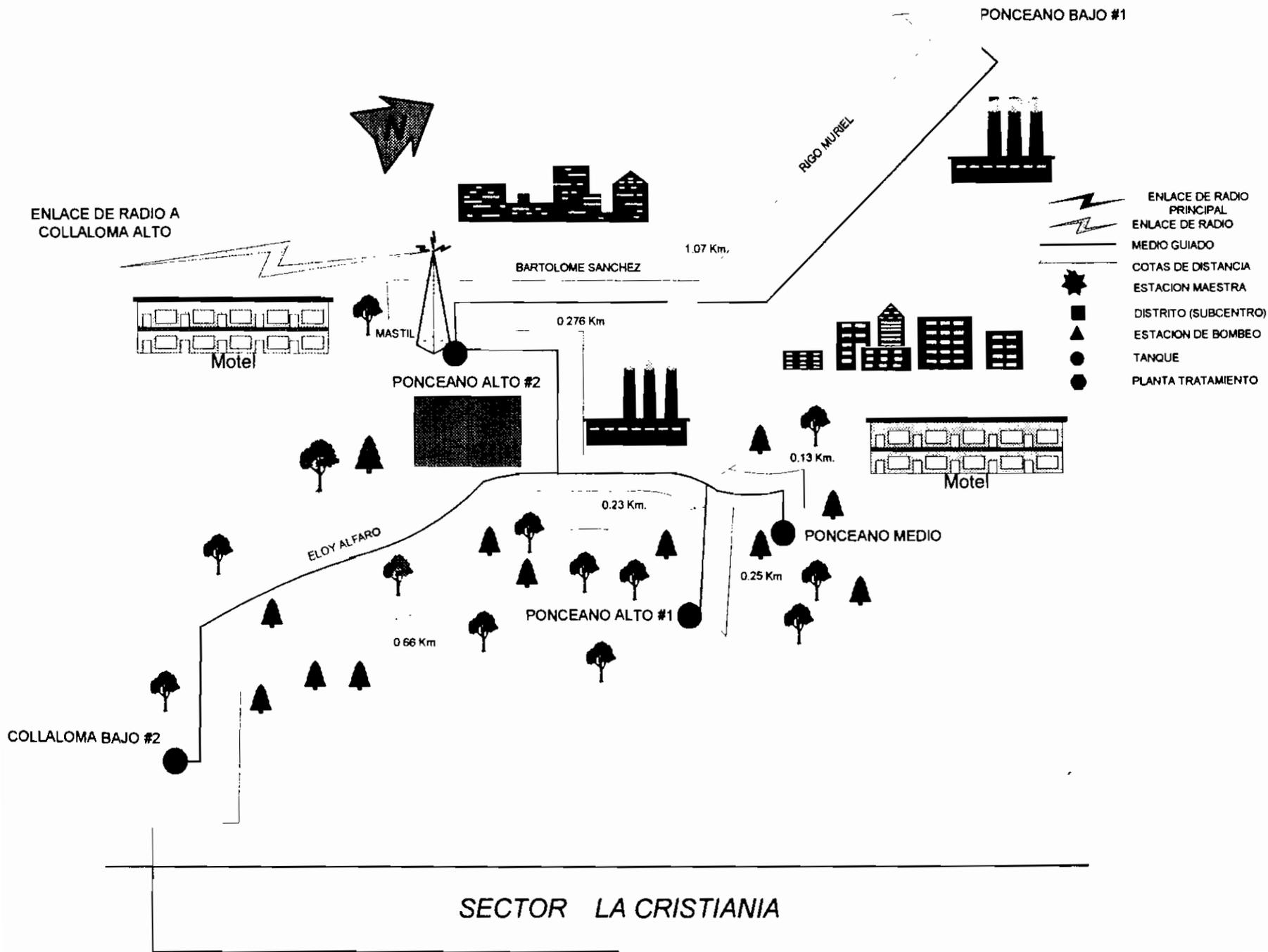


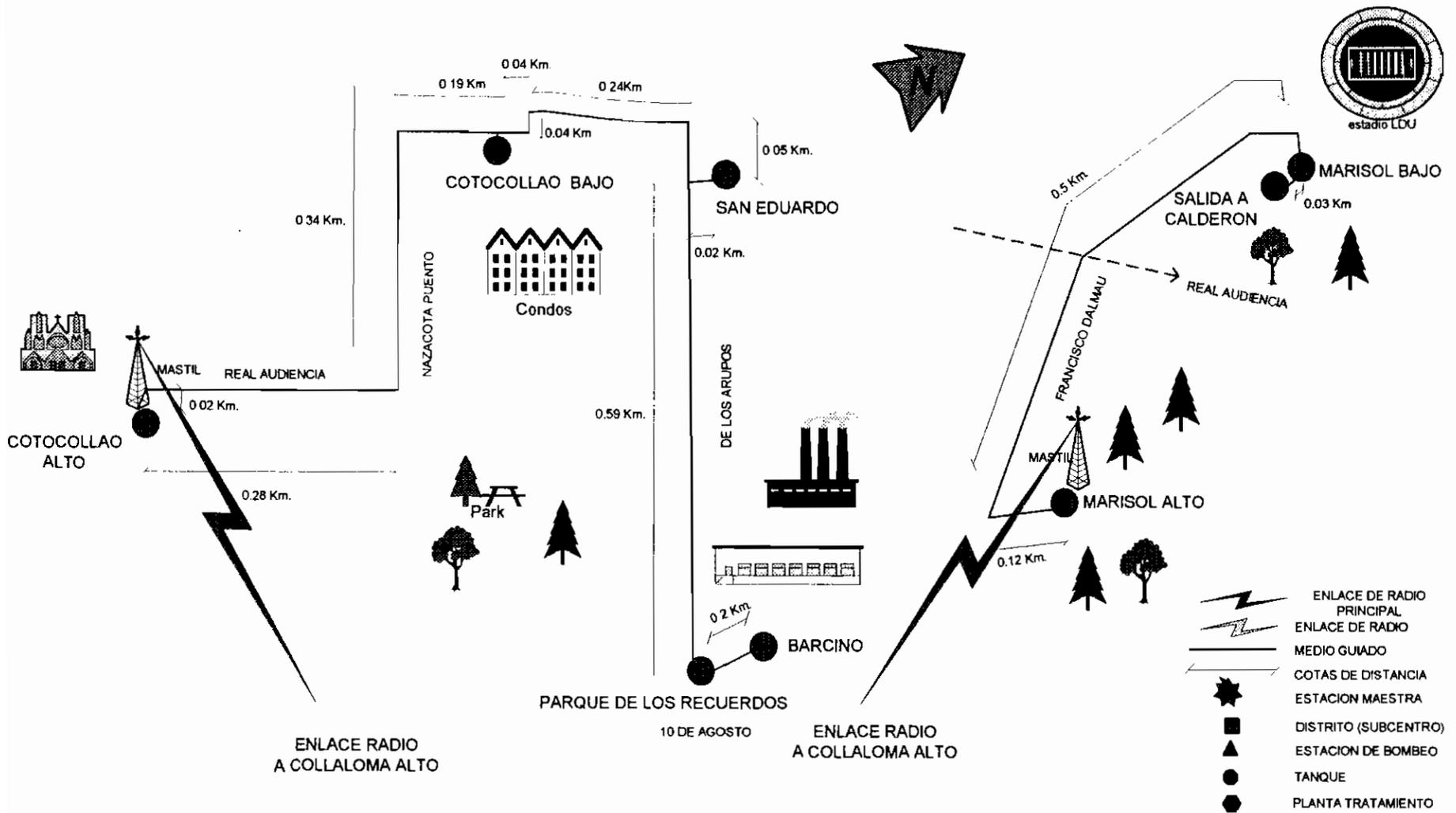
DISTRITO NORTE



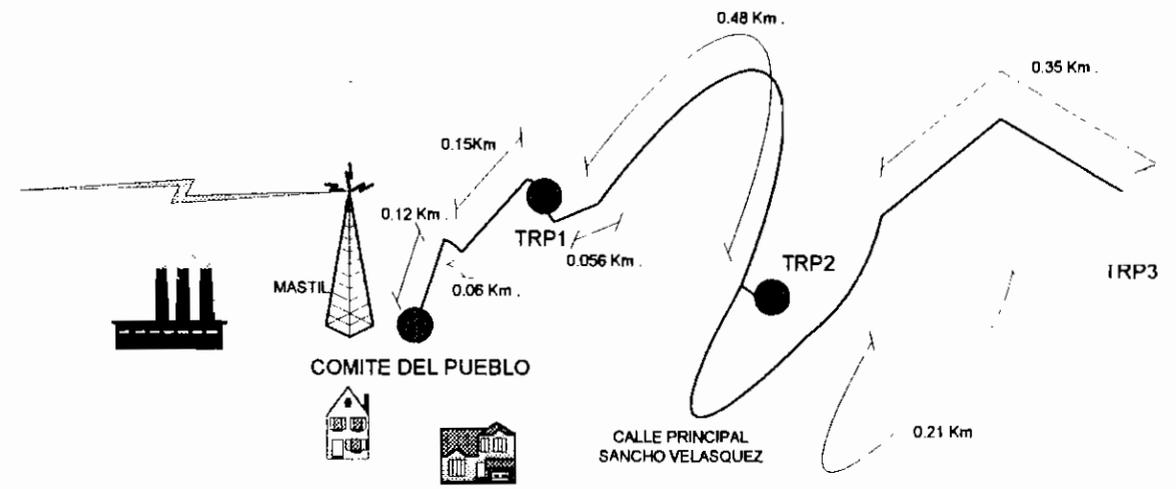
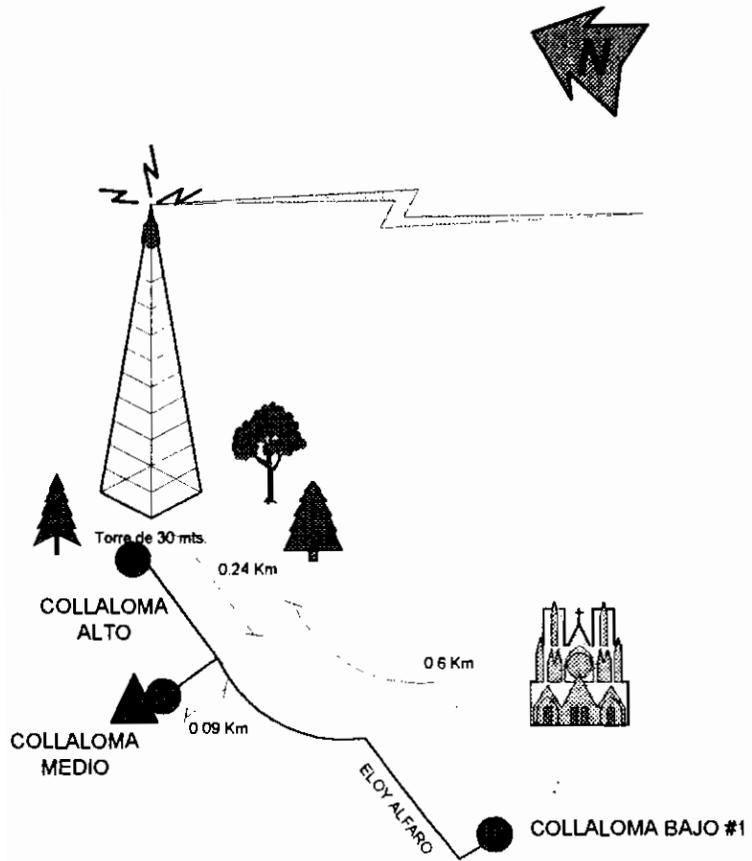
ENLACE RADIO
A COLLALOMA ALTO

SECTOR CARCELEN - DISTRITO NORTE



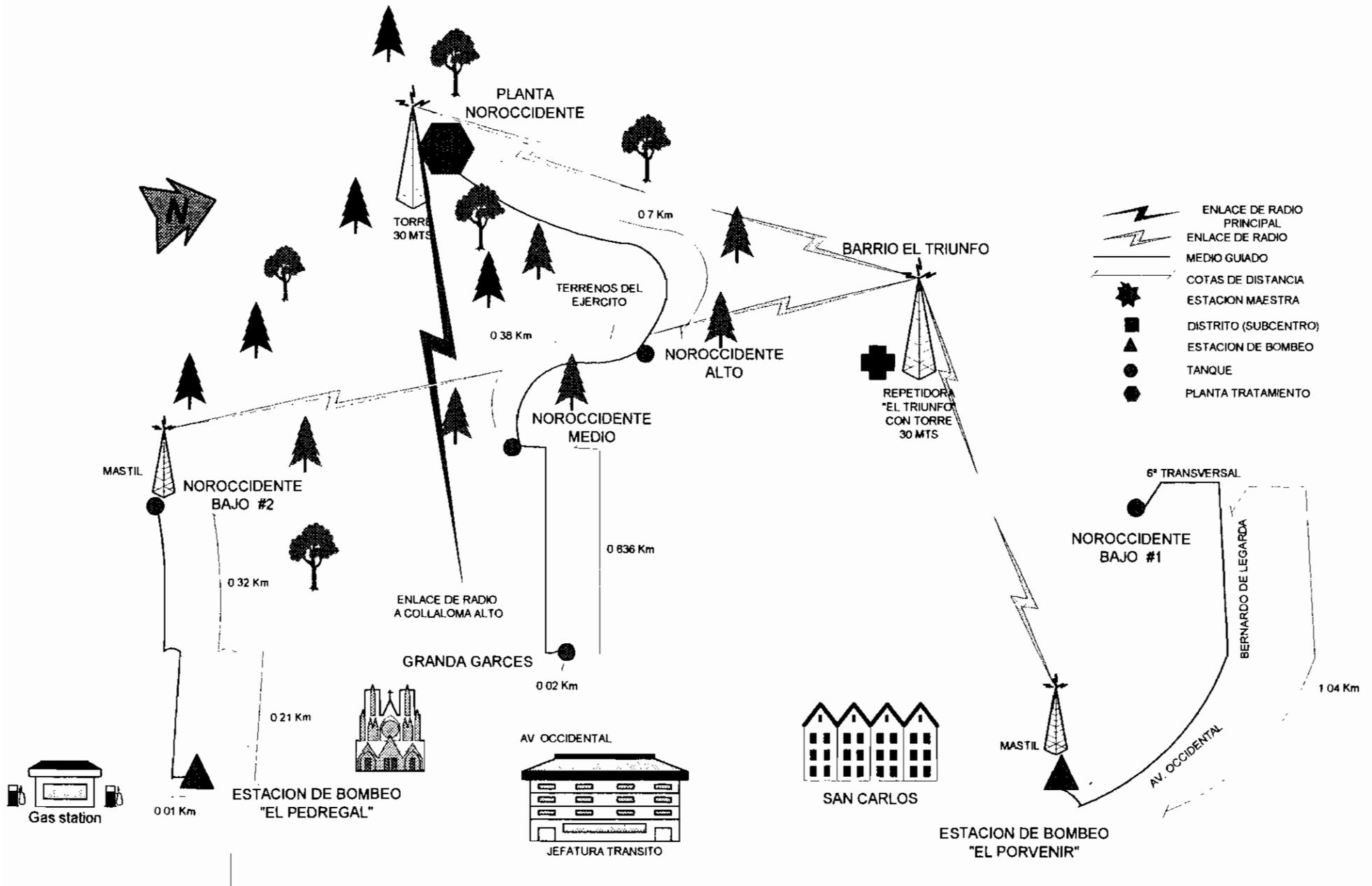


SECTOR MARISOLES - REAL AUDIENCIA

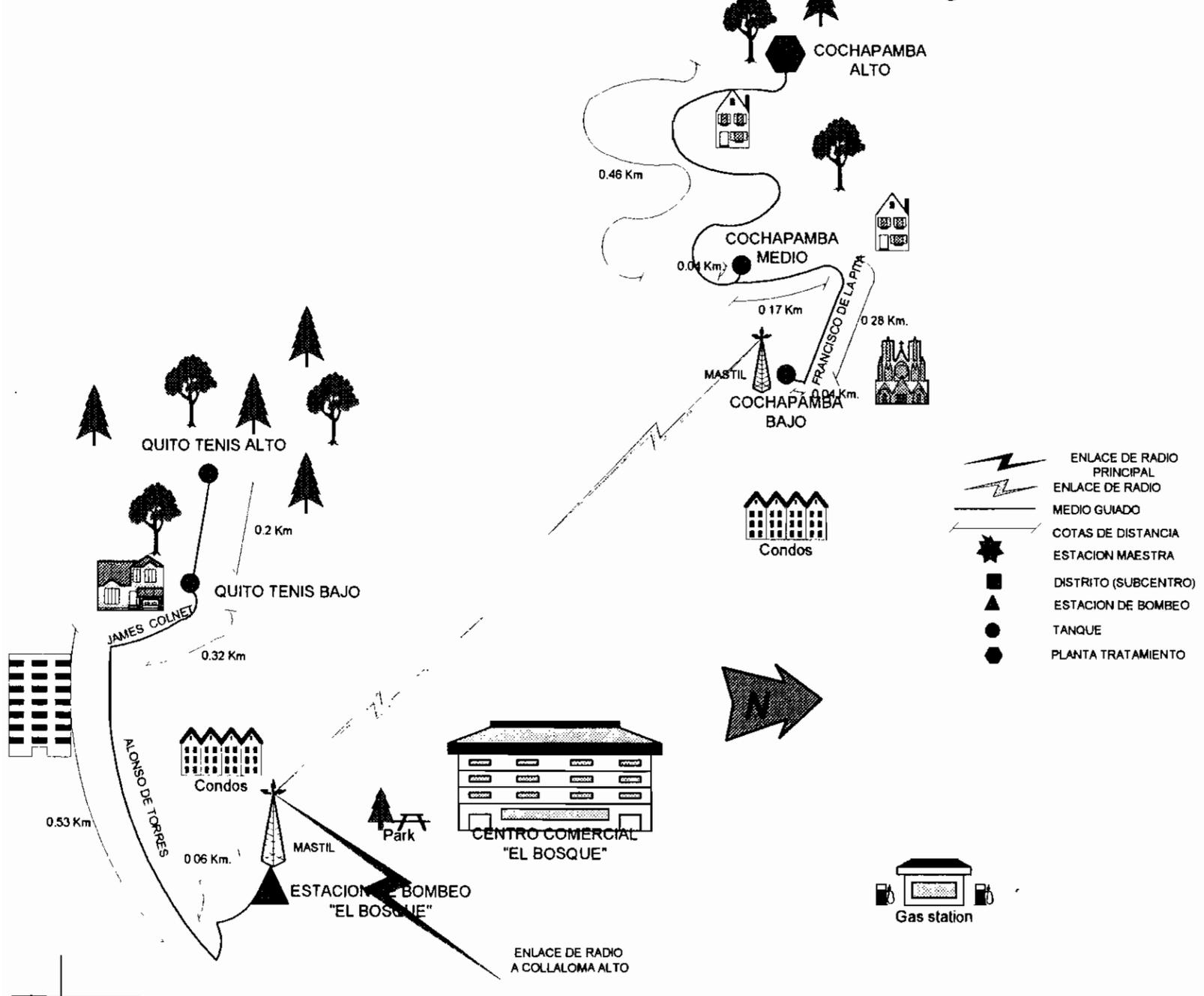


-  ENLACE DE RADIO PRINCIPAL
-  ENLACE DE RADIO
-  MEDIO GUIADO
-  COTAS DE DISTANCIA
-  ESTACION MAESTRA
-  DISTRITO (SUBCENTRO)
-  ESTACION DE BOMBEO
-  TANQUE
-  PLANTA TRATAMIENTO

SECTOR COLLALOMA - TRPs

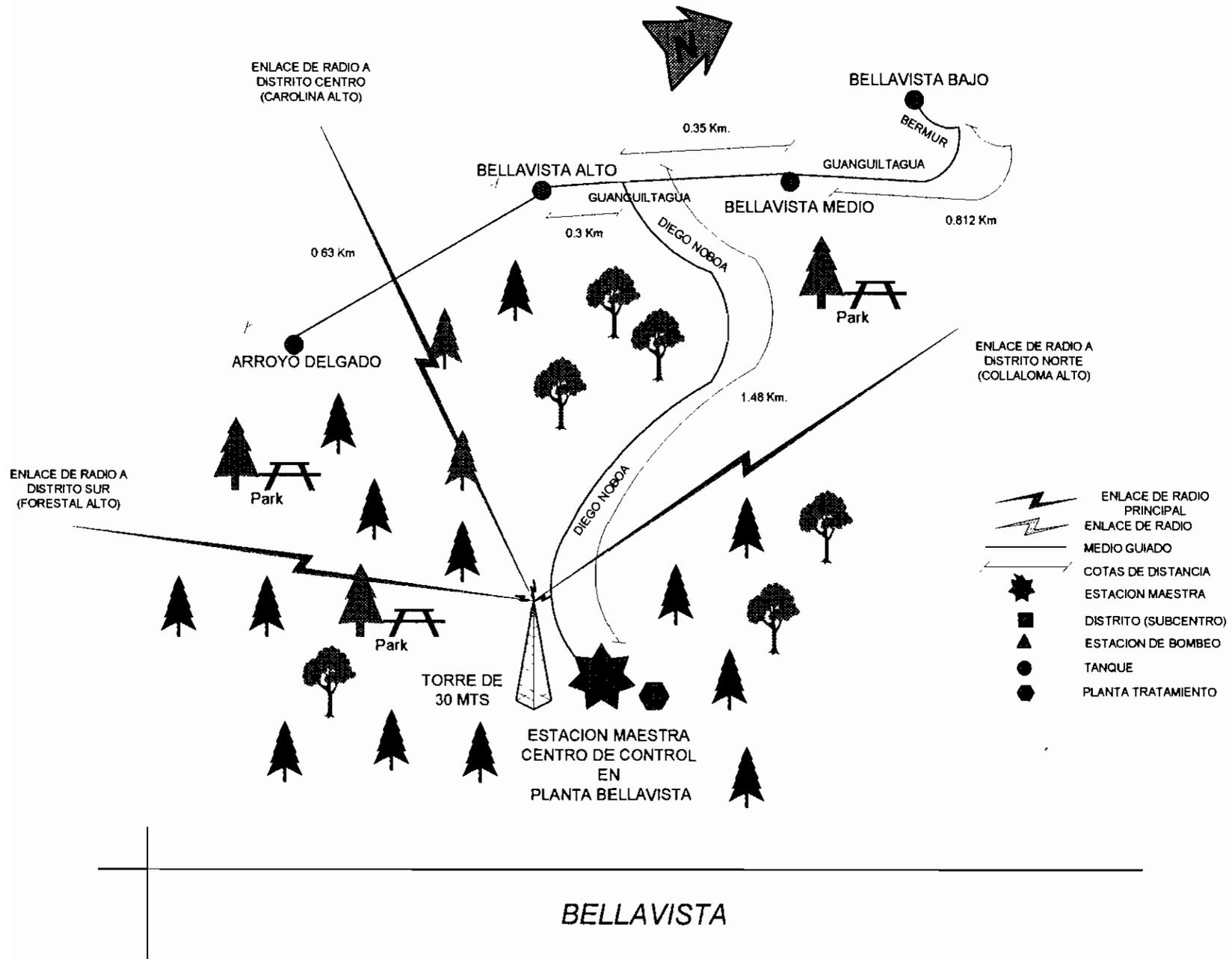


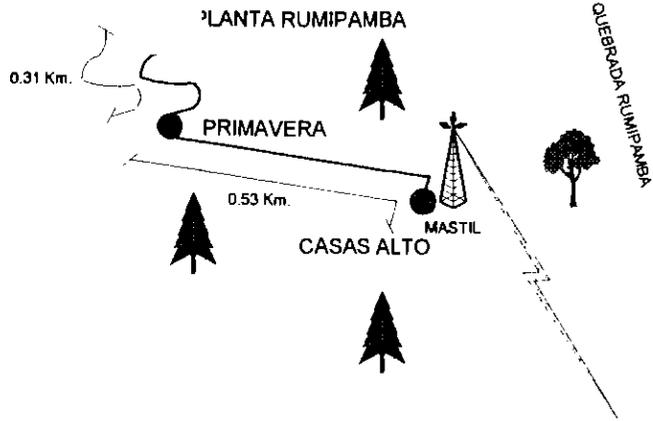
PLANTA NOROCCIDENTE-PORVENIR-PEDREGAL



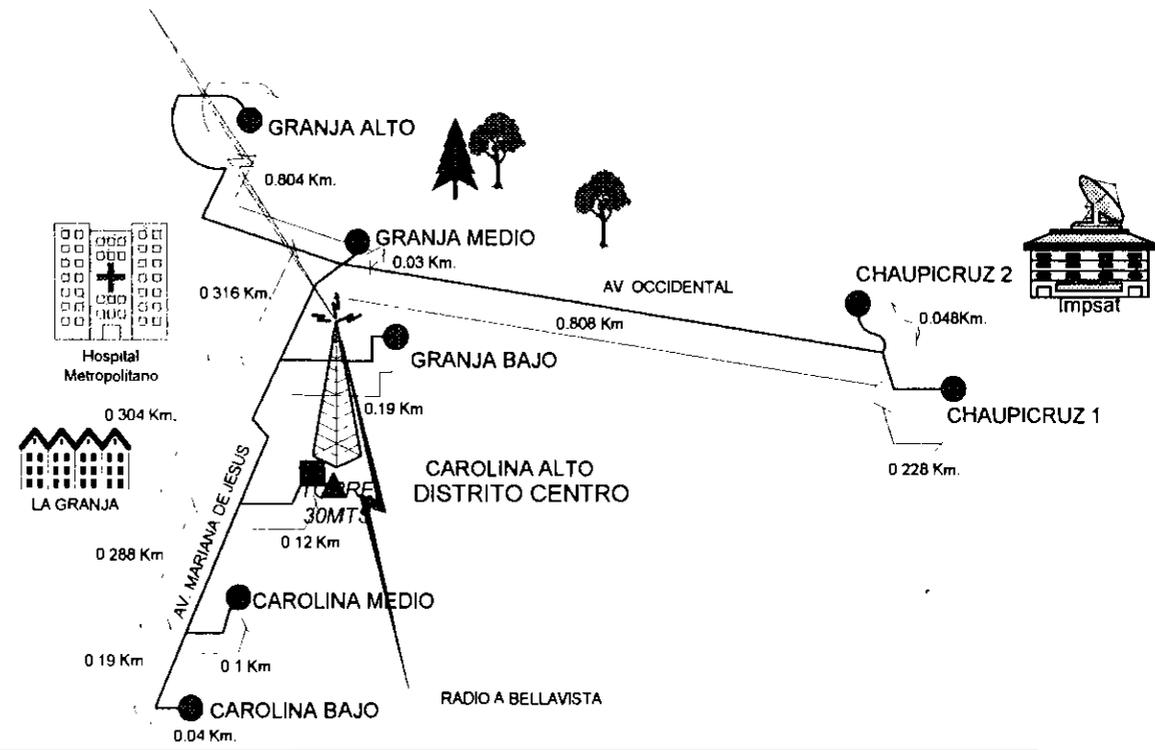
-  ENLACE DE RADIO PRINCIPAL
-  ENLACE DE RADIO MEDIO GUIADO
-  COTAS DE DISTANCIA
-  ESTACION MAESTRA
-  DISTRITO (SUBCENTRO)
-  ESTACION DE BOMBEO
-  TANQUE
-  PLANTA TRATAMIENTO

COCHAPAMBA-BOSQUE-QUITO TENIS

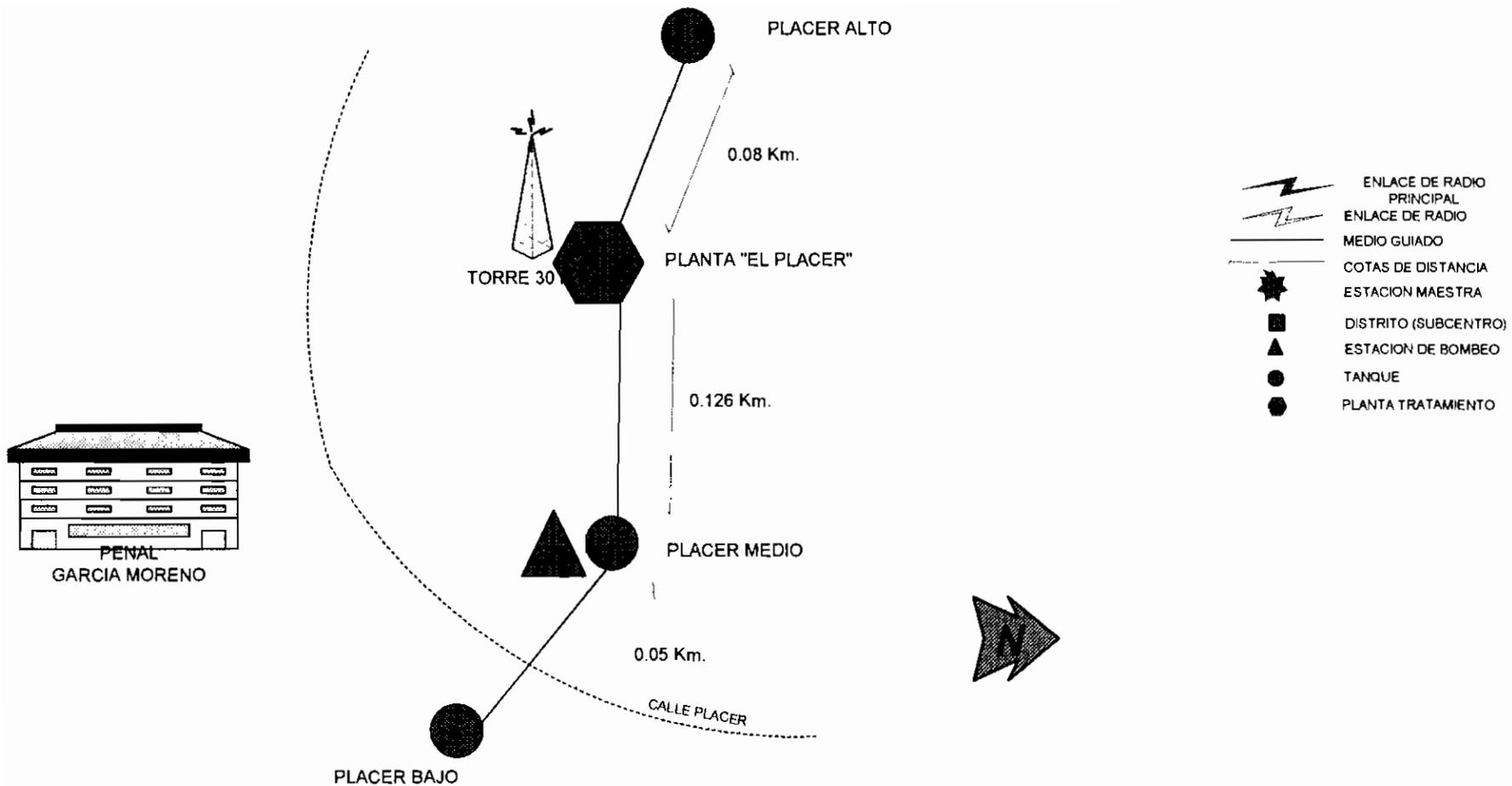




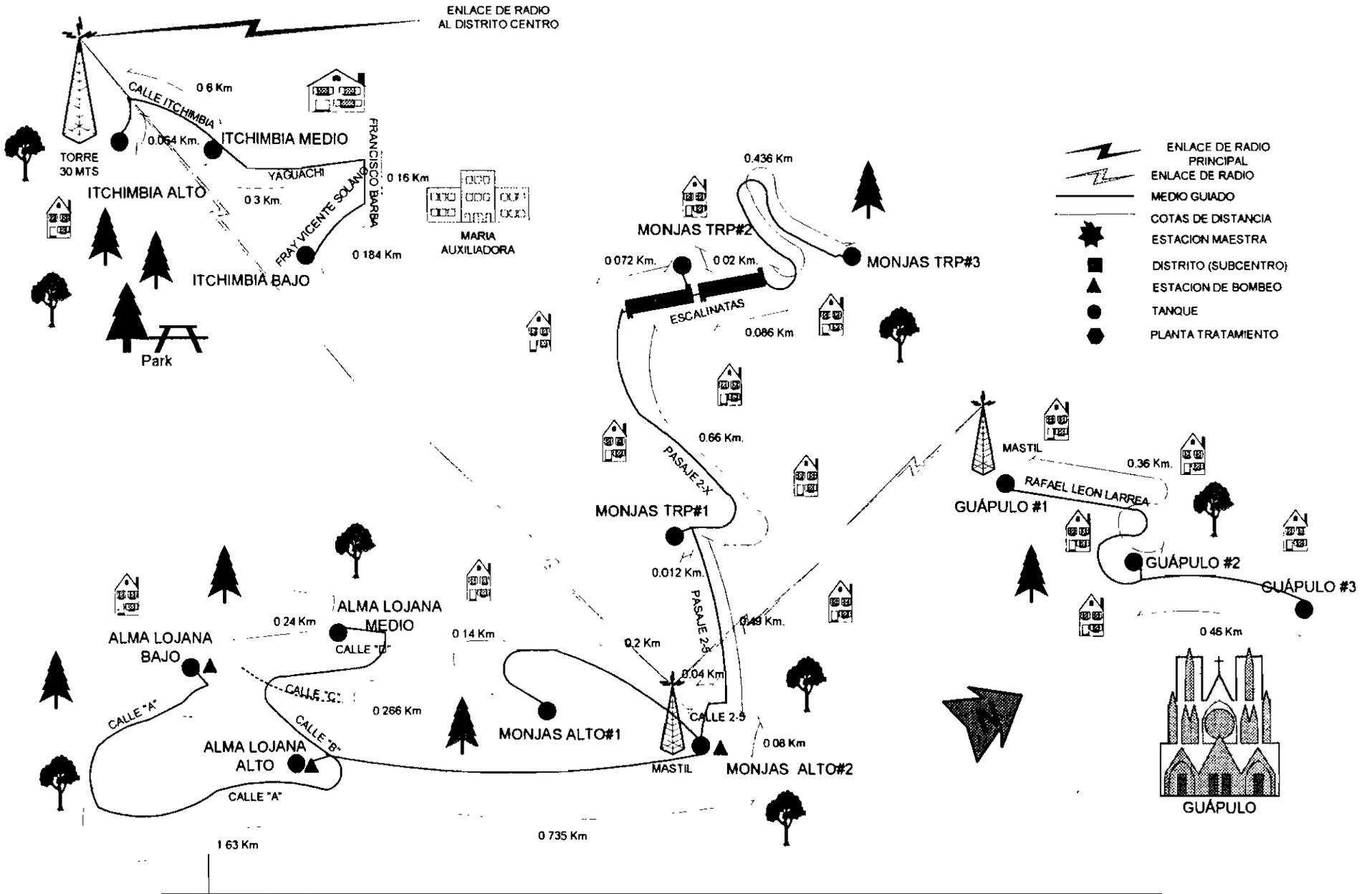
-  ENLACE DE RADIO PRINCIPAL
-  ENLACE DE RADIO
-  MEDIO GUIADO
-  COTAS DE DISTANCIA
-  ESTACION MAESTRA
-  DISTRITO (SUBCENTRO)
-  ESTACION DE BOMBEO
-  TANQUE
-  PLANTA TRATAMIENTO



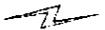
SECTOR DISTRITO CENTRO

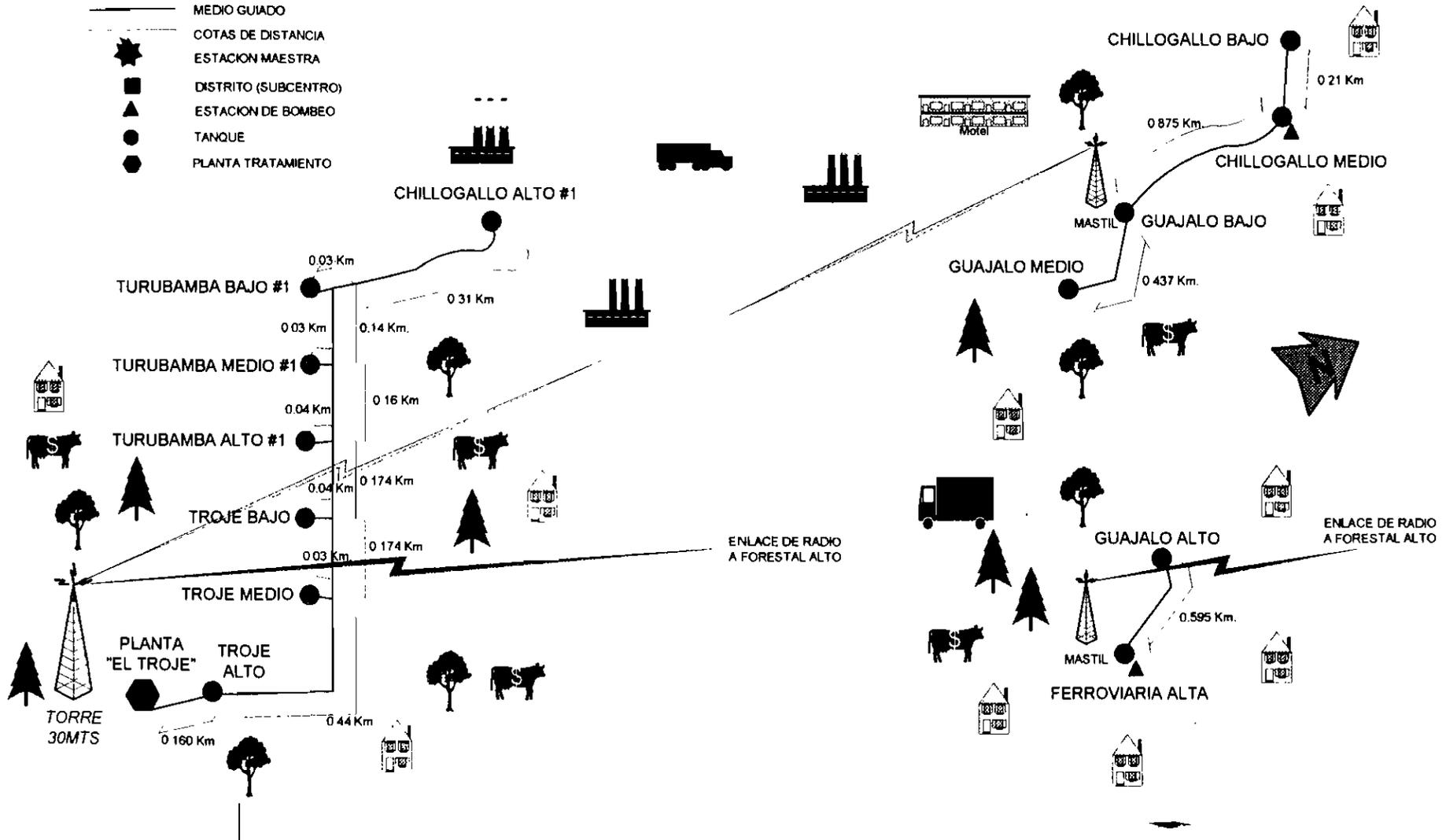


PLANTA " EL PLACER "

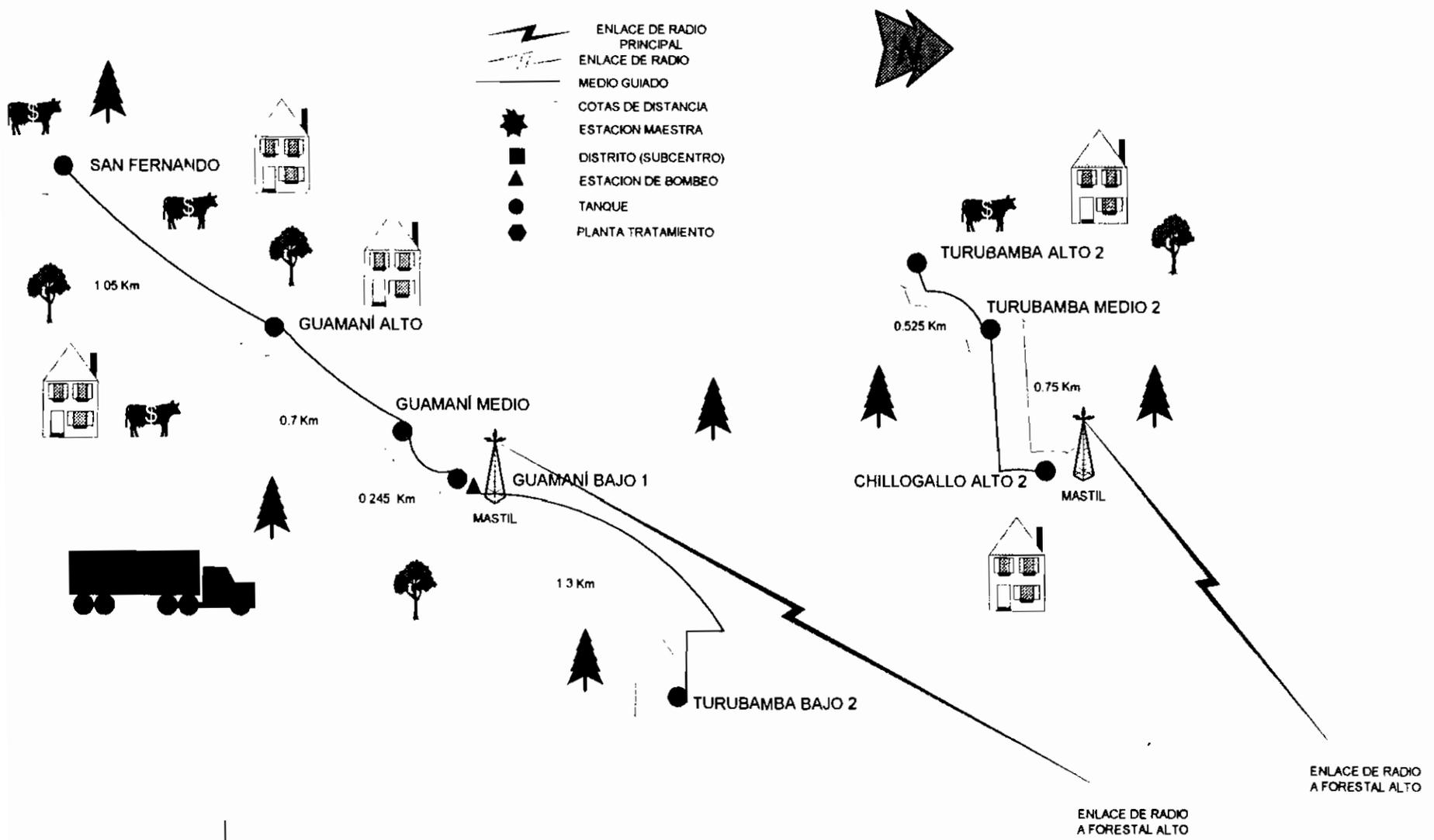


SECTOR "ALMAS MONJAS"

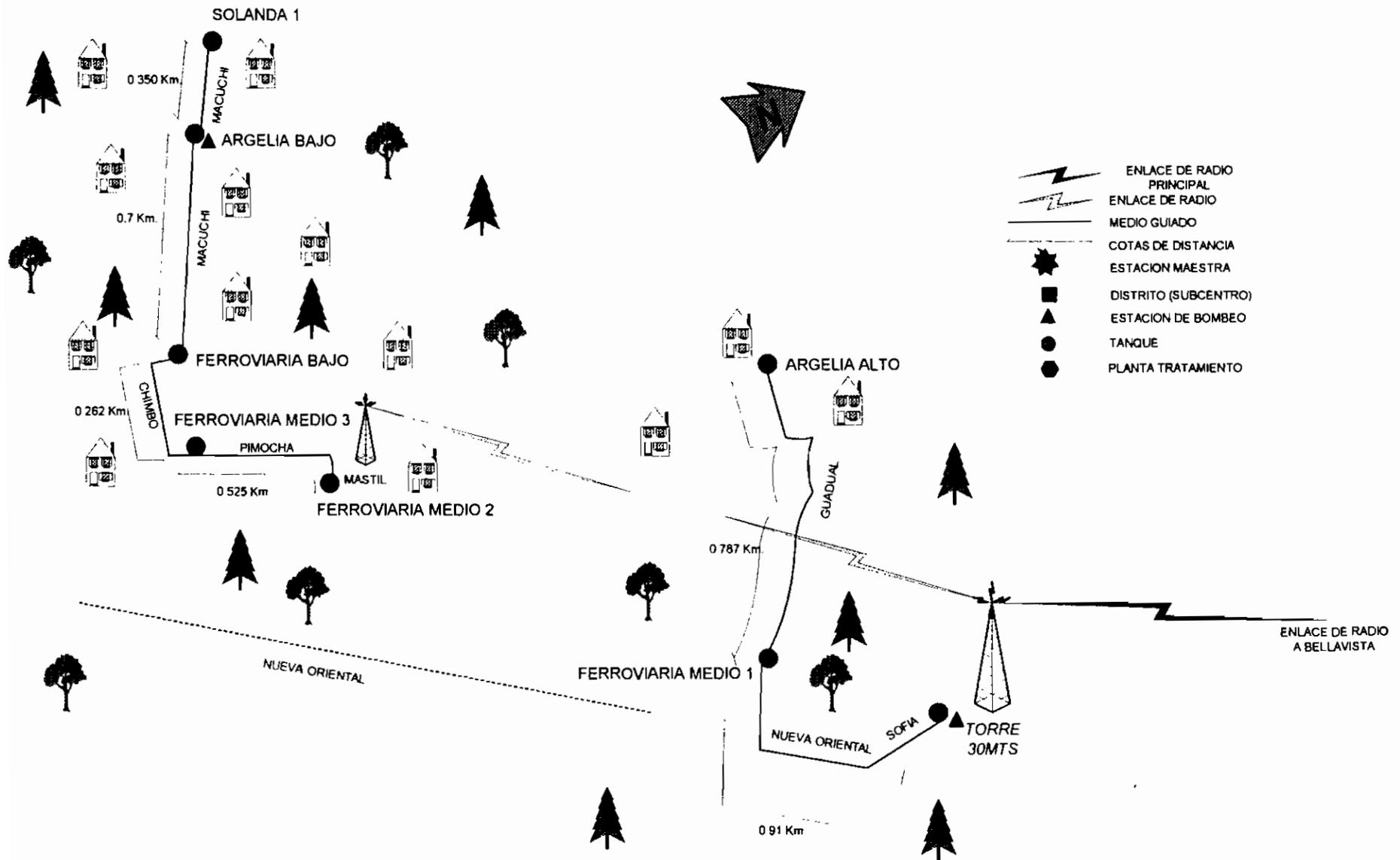
-  ENLACE DE RADIO PRINCIPAL
-  ENLACE DE RADIO MEDIO GUIADO
-  COTAS DE DISTANCIA
-  ESTACION MAESTRA
-  DISTRITO (SUBCENTRO)
-  ESTACION DE BOMBEO
-  TANQUE
-  PLANTA TRATAMIENTO

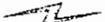


SECTOR "EL TROJE"

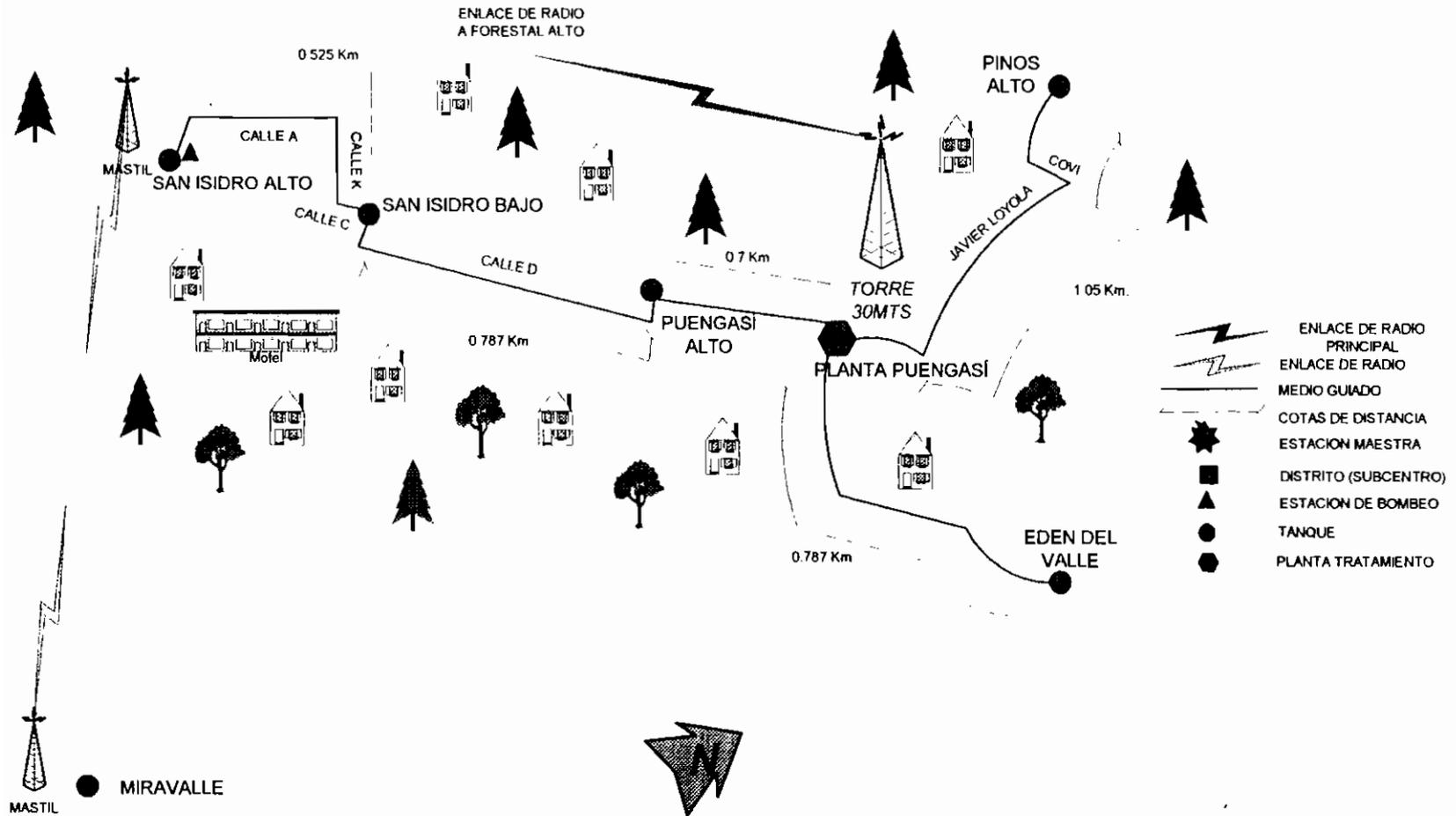


SECTOR SAN FERNANDO - GUAMANÍ

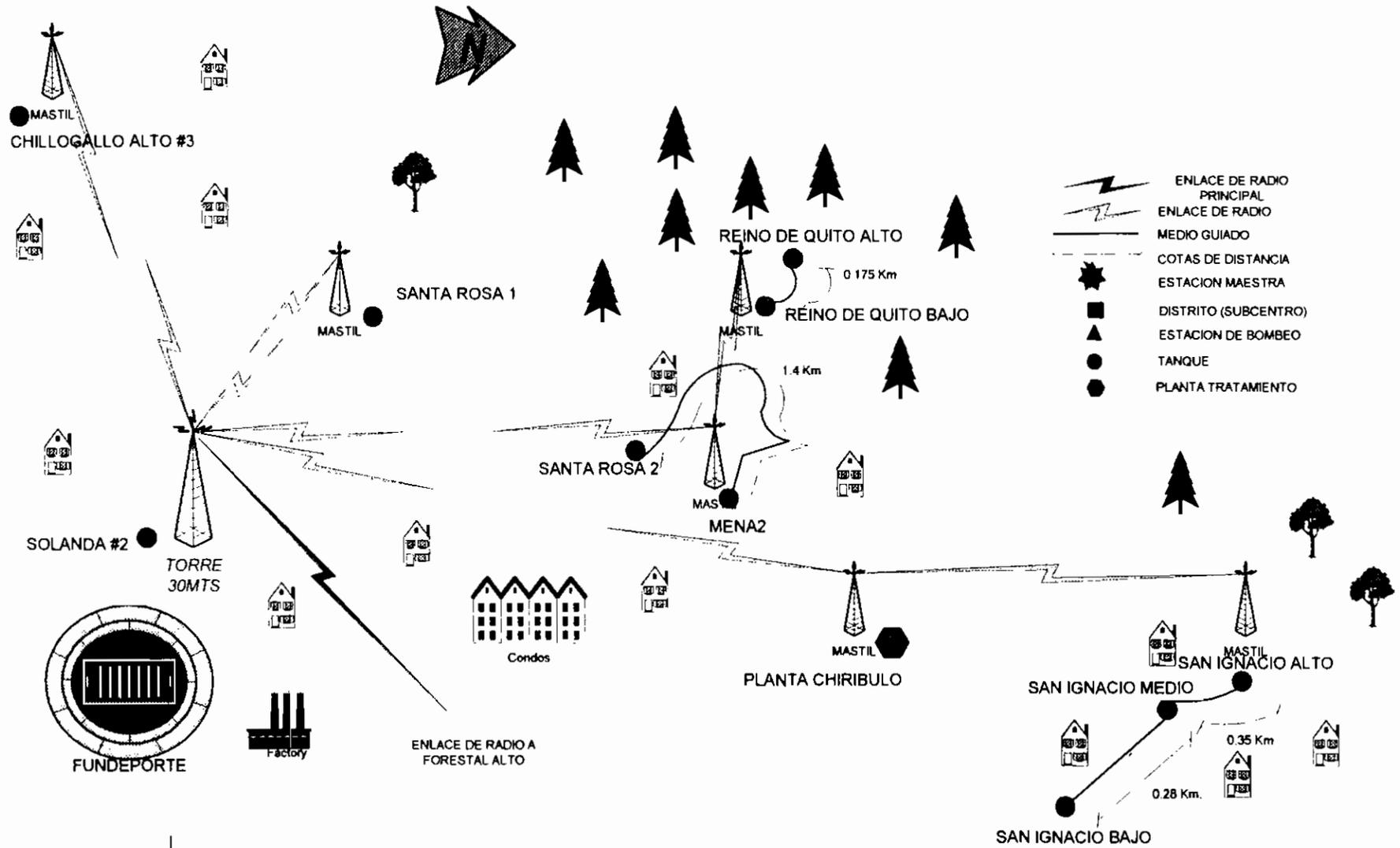


-  ENLACE DE RADIO PRINCIPAL
-  ENLACE DE RADIO
-  MEDIO GUIADO
-  COTAS DE DISTANCIA
-  ESTACION MAESTRA
-  DISTRITO (SUBCENTRO)
-  ESTACION DE BOMBEO
-  TANQUE
-  PLANTA TRATAMIENTO

SECTOR FORESTAL ALTO

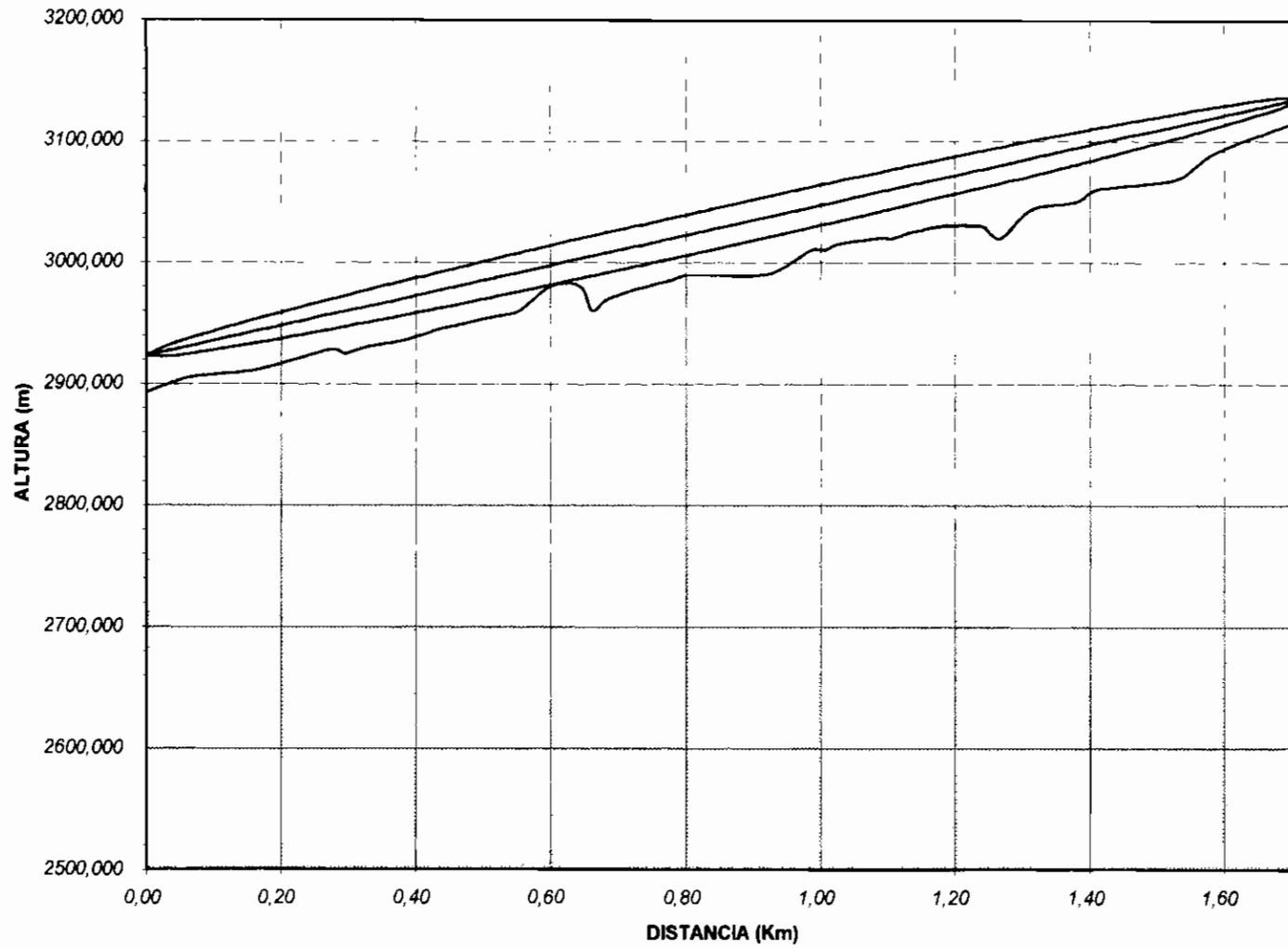


SECTOR PUENGASÍ

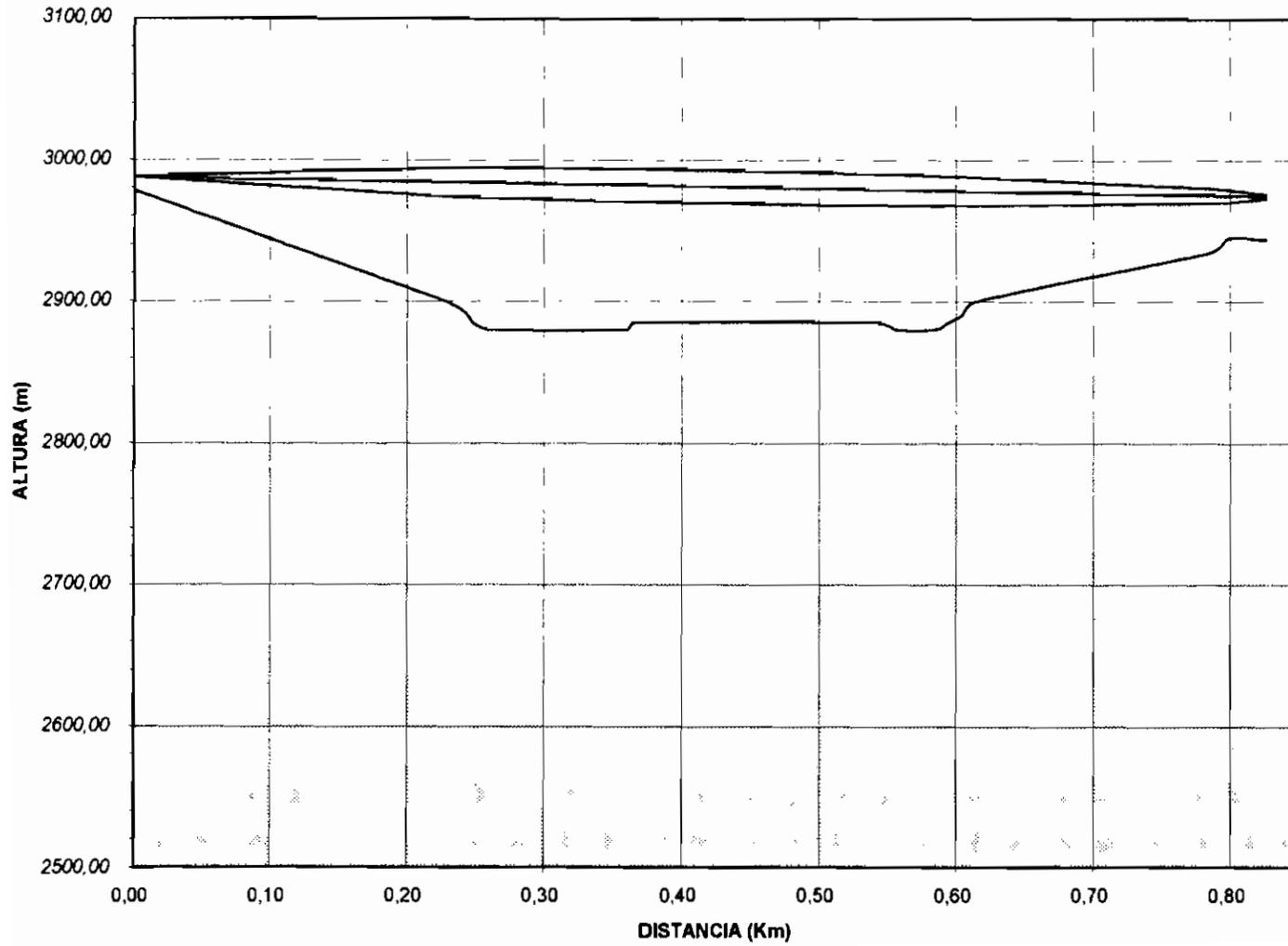


SAN IGNACIO-CHIRIBULO-SANTA ROSA

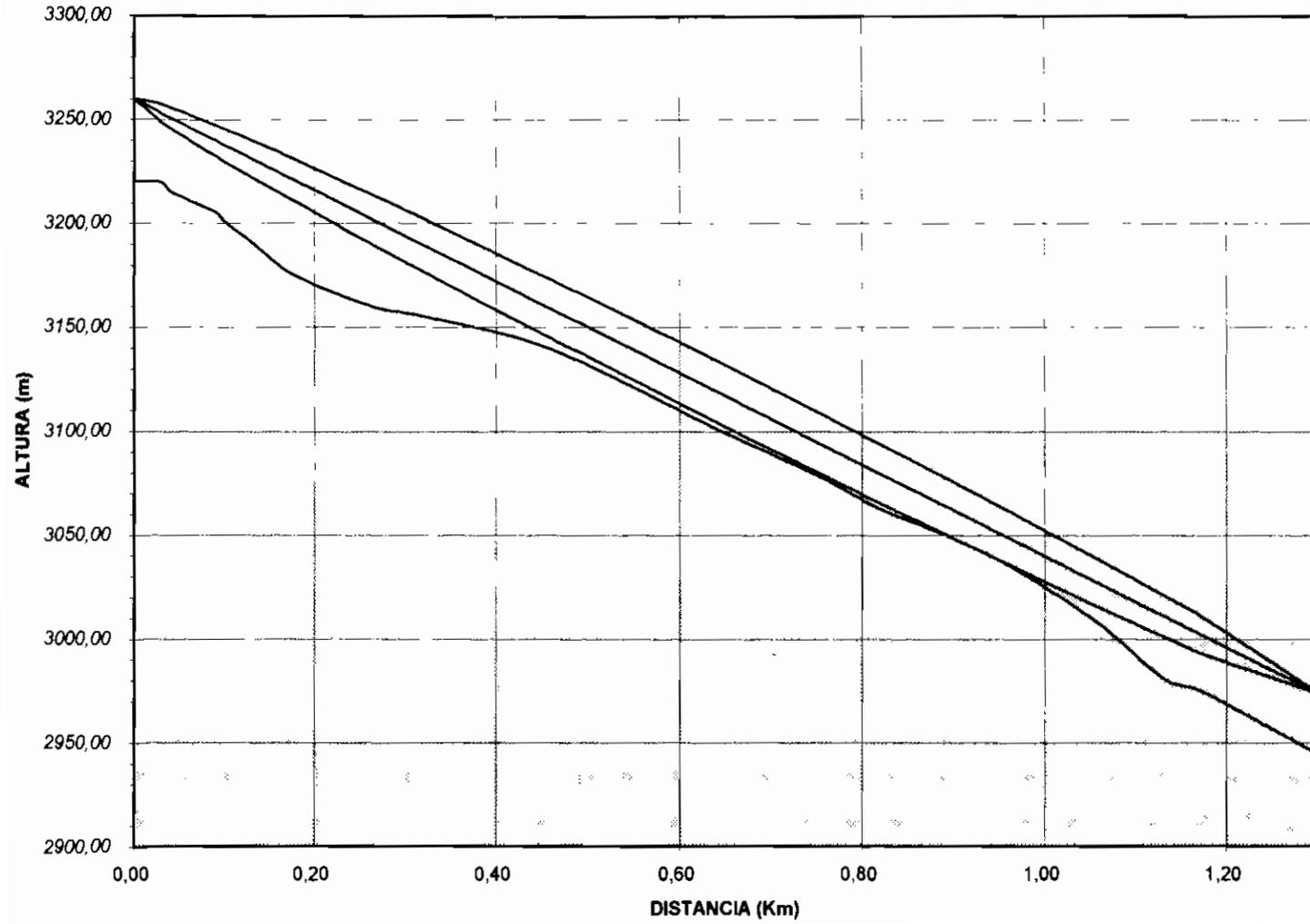
ENLACE CASAS ALTO - DISTRITO CENTRO



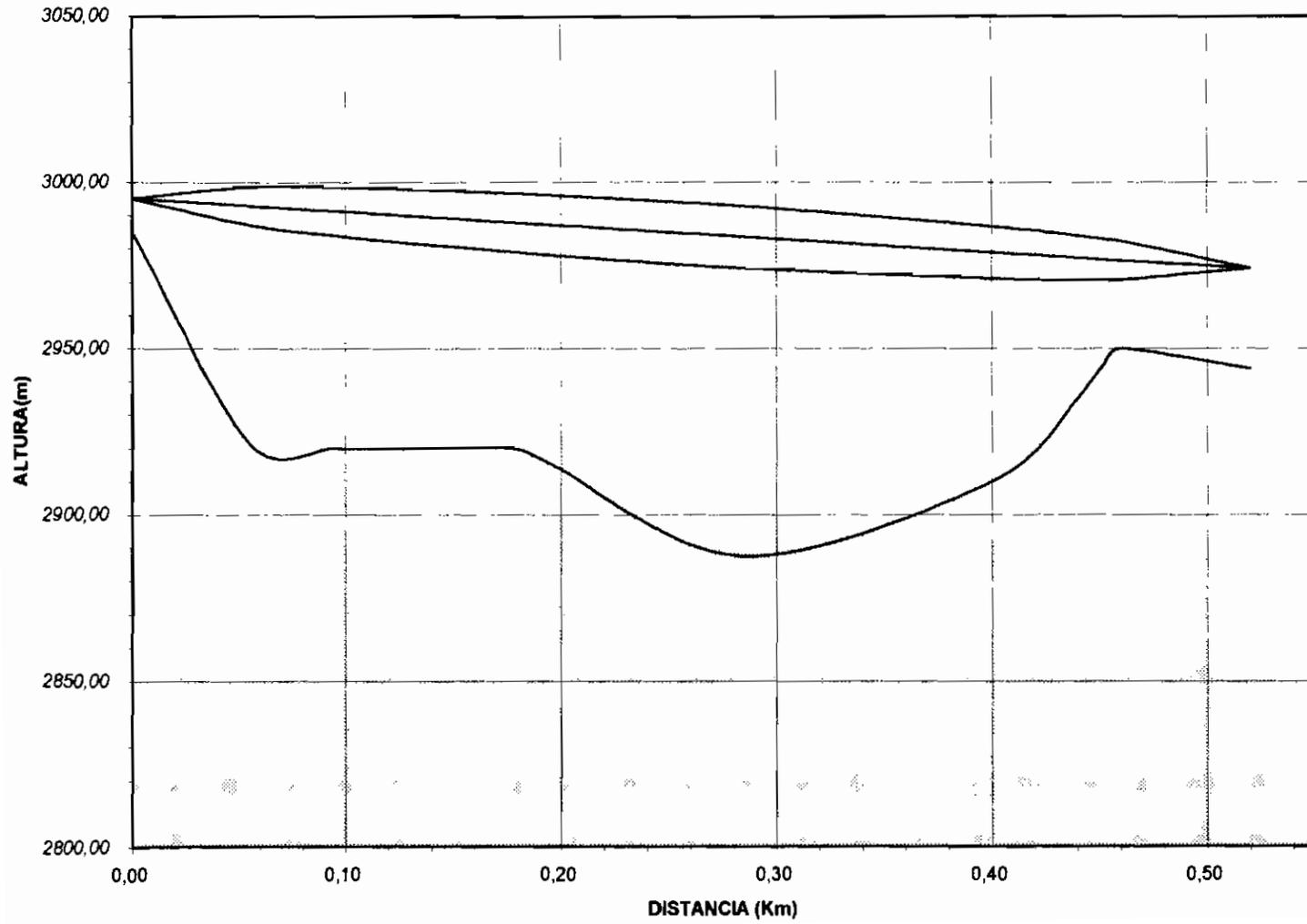
ENLACE S.J.ALTO - EL PLACER



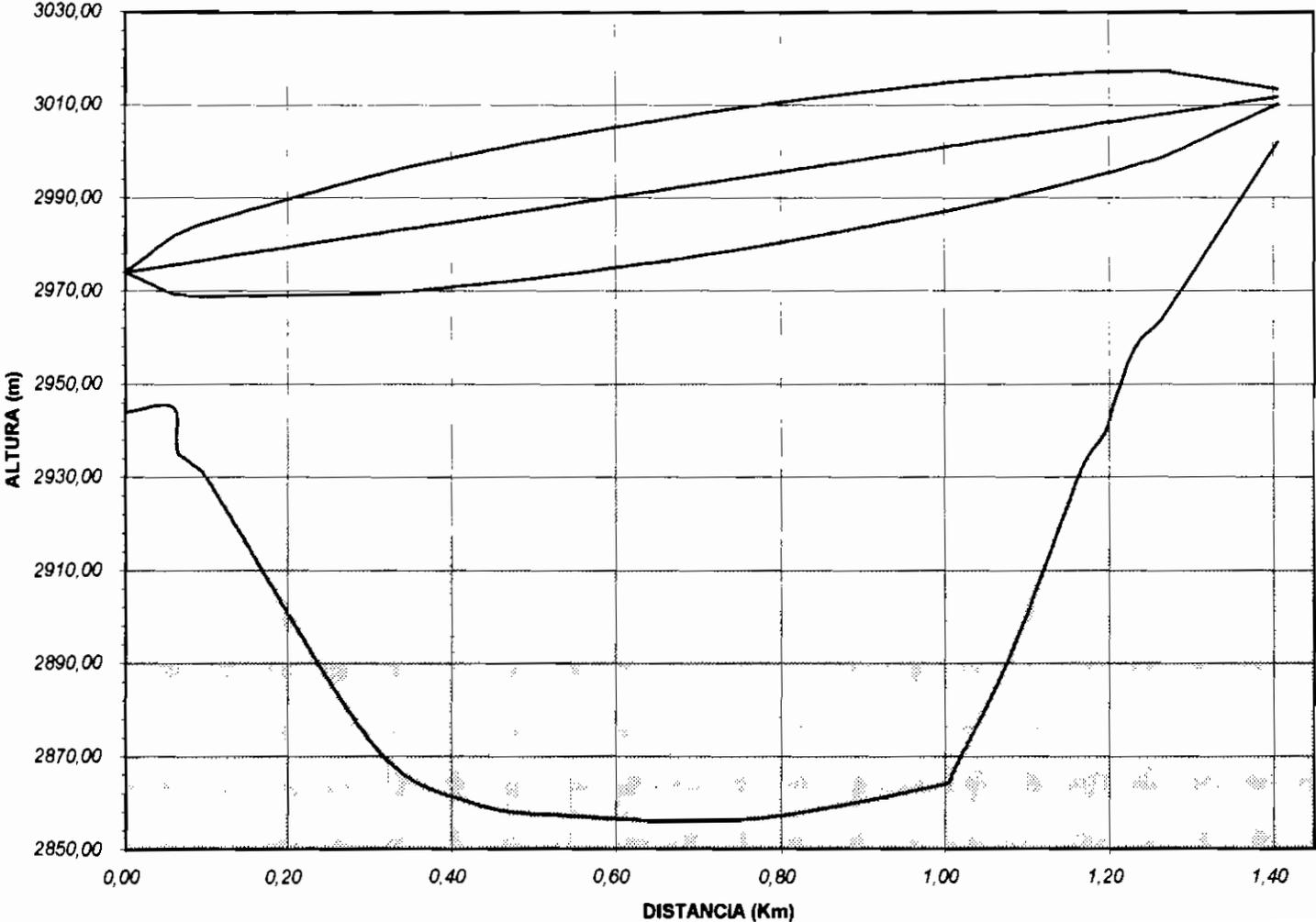
ENLACE TOCTIUCO - EL PLACER



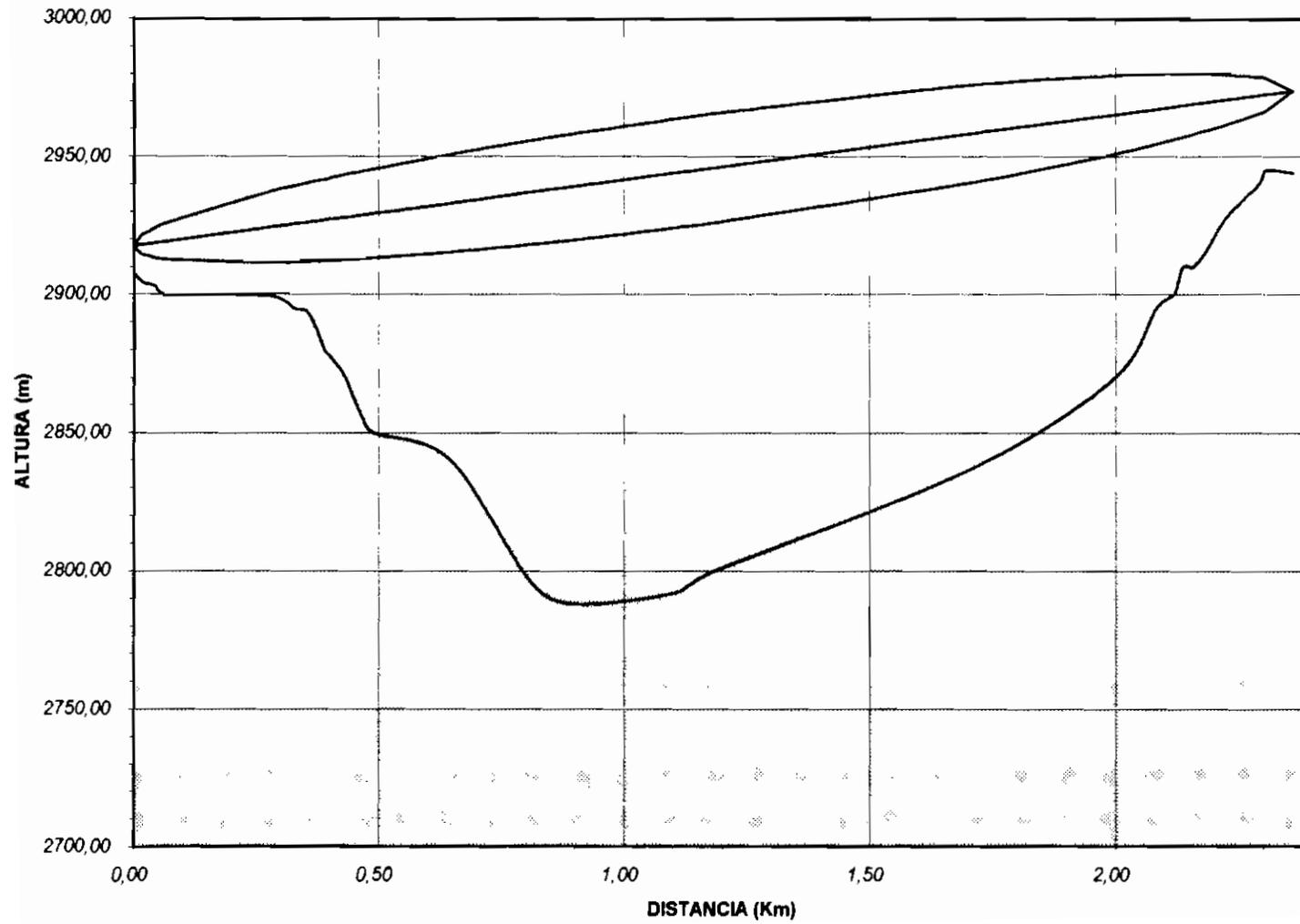
ENLACE LIBERTAD BAJO - EL PLACER



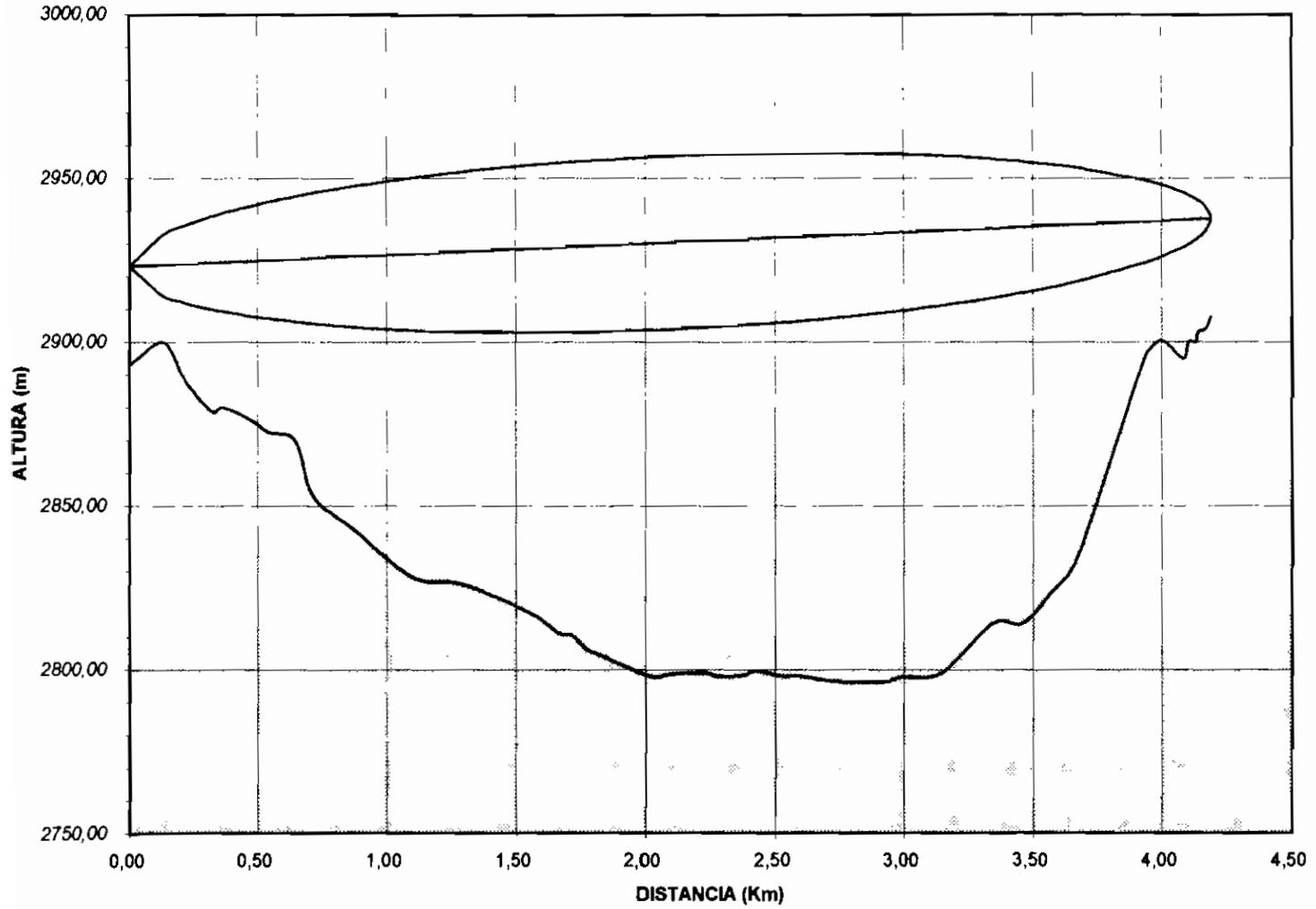
ENLACE EL PLACER - PANECILLO



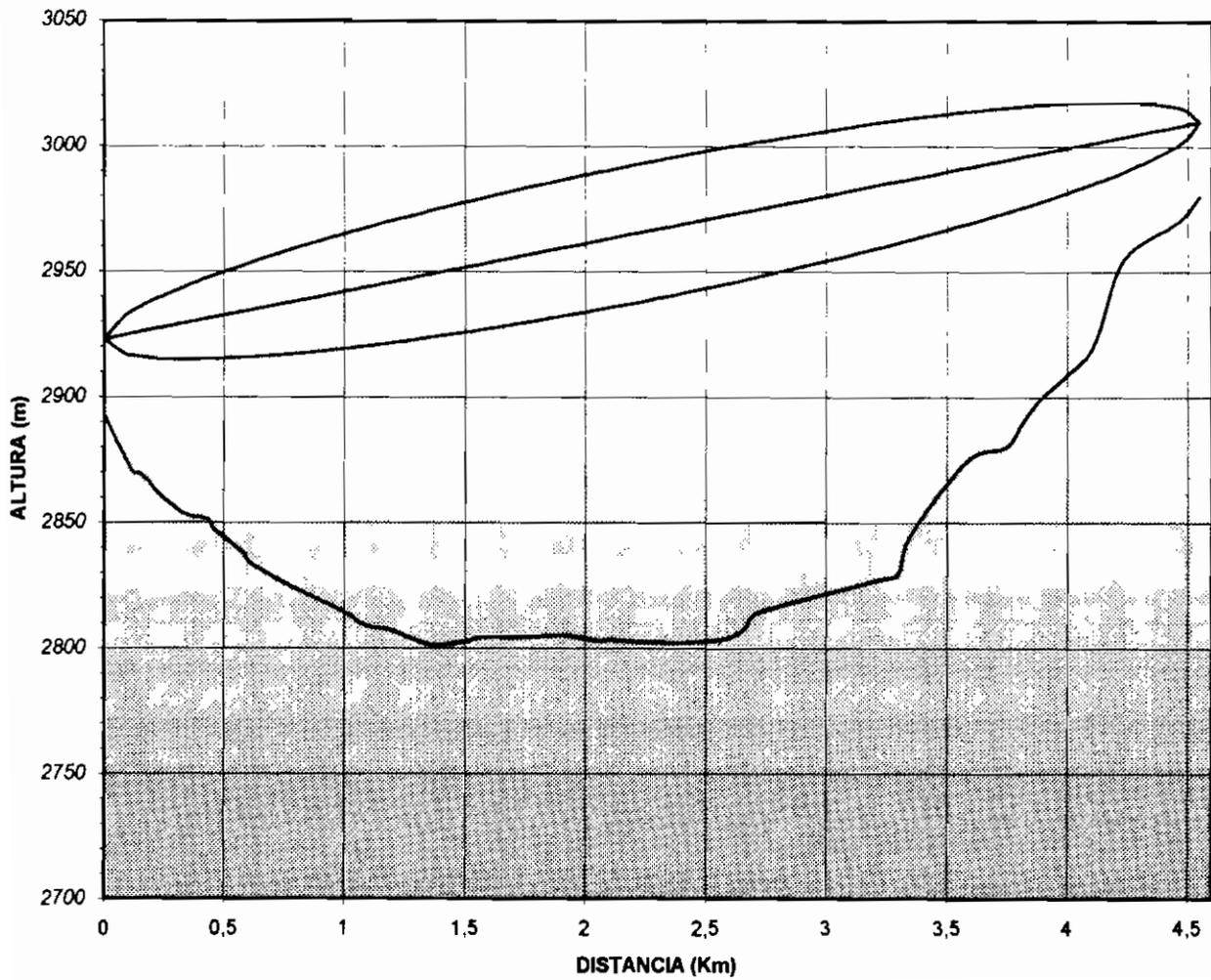
ENLACE ITCHIMBIA ALTO - EL PLACER



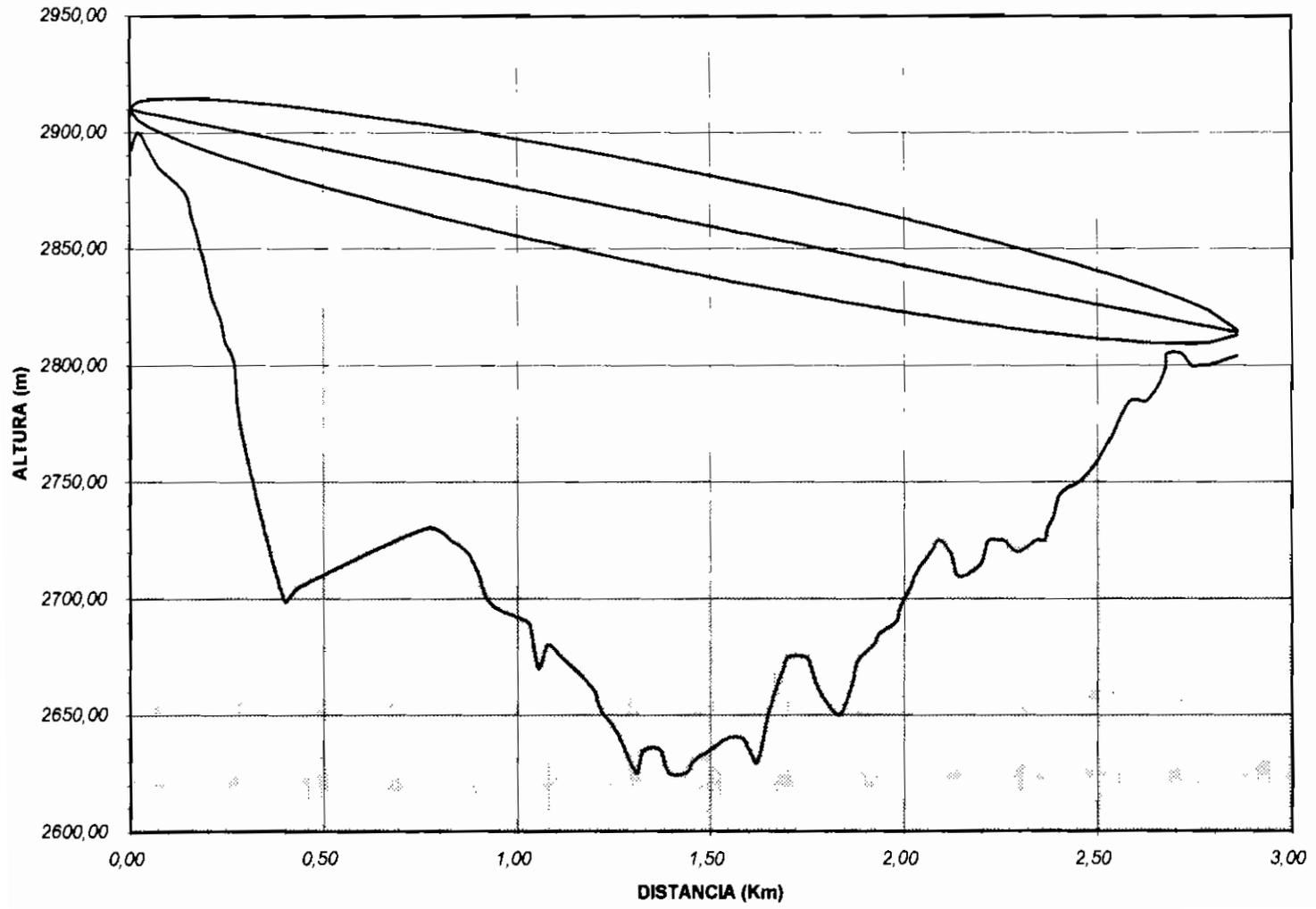
ENLACE ITCHIMBIA ALTO - DISTRITO CENTRO



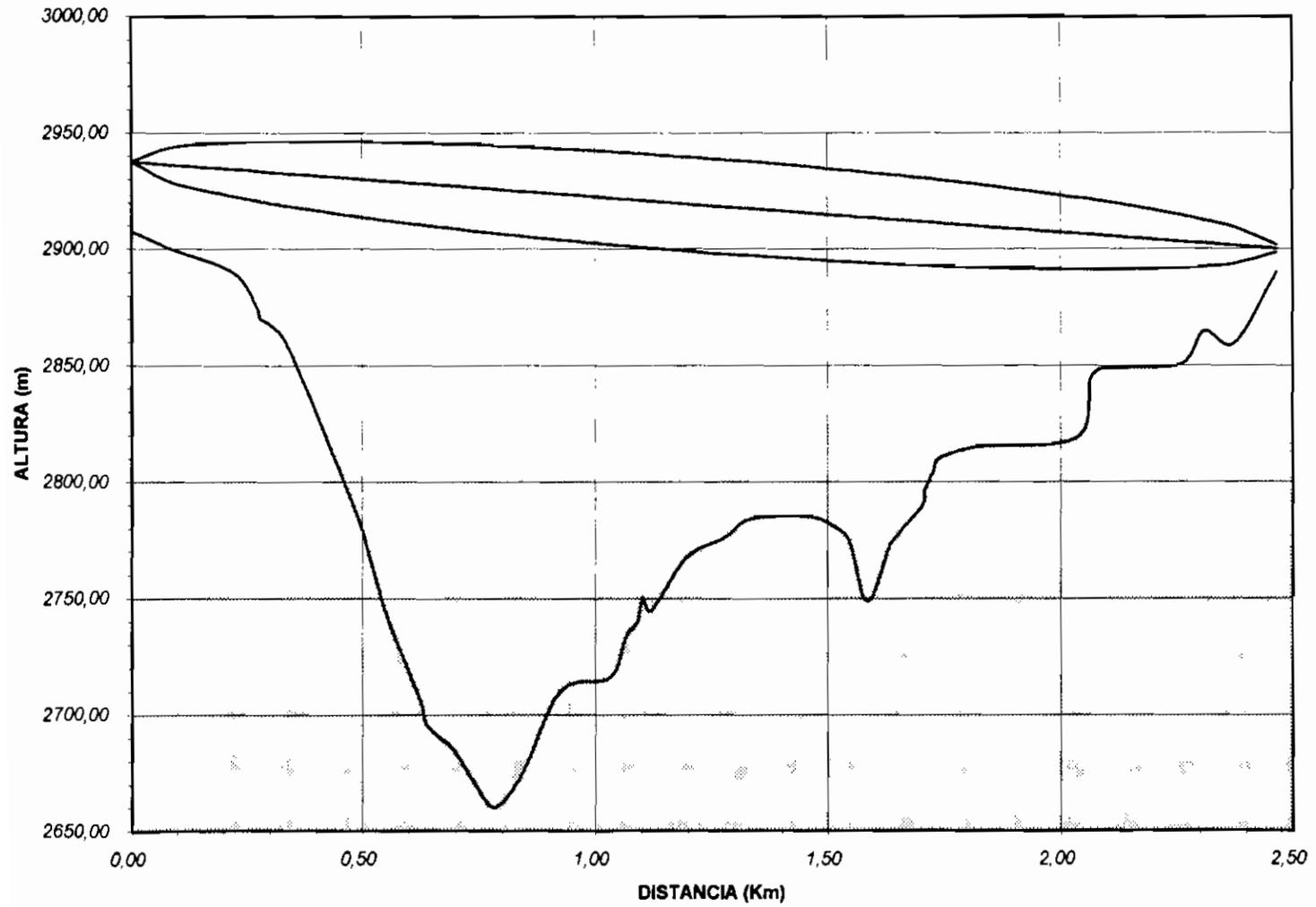
PERFIL BELLAVISTA- DISTRITO CENTRO



ENLACE MONJAS ALTO #2 - GUAPULO #1



ENLACE ITCHIMBIA ALTO - MONJAS ALTO #2



En este último caso (tasa de oportunidad igual a la tasa de interés del crédito), el VPN de la transacción de recibir y repagar el crédito es igual a cero. En general, se puede afirmar que cualquier crédito que cause intereses a una tasa igual a la tasa de oportunidad del dinero, no afecta el VPN del proyecto¹.

5.3 LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

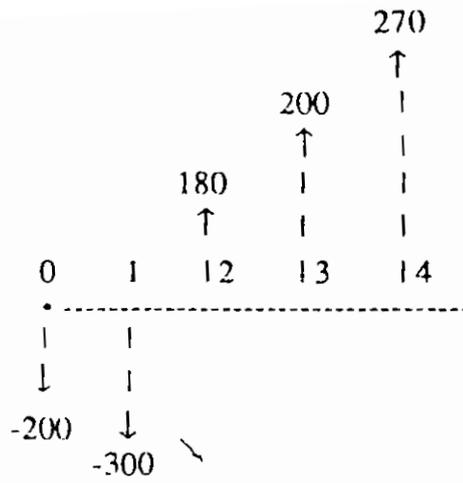
5.3.1 Definición e Interpretación

Otro criterio utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión es la tasa interna de retorno (TIR), que se define como la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. En otras palabras, indica la tasa de interés de oportunidad para la cual el proyecto apenas será aceptable. La TIR es, entonces, un "valor crítico" de la tasa de interés de oportunidad; trata dicha tasa como una incógnita cuya solución señala la tasa de rentabilidad generada de los fondos invertidos y los que son liberados por él se mantienen "internos" al proyecto. Es decir, se mide la rentabilidad del dinero mantenido dentro del proyecto.

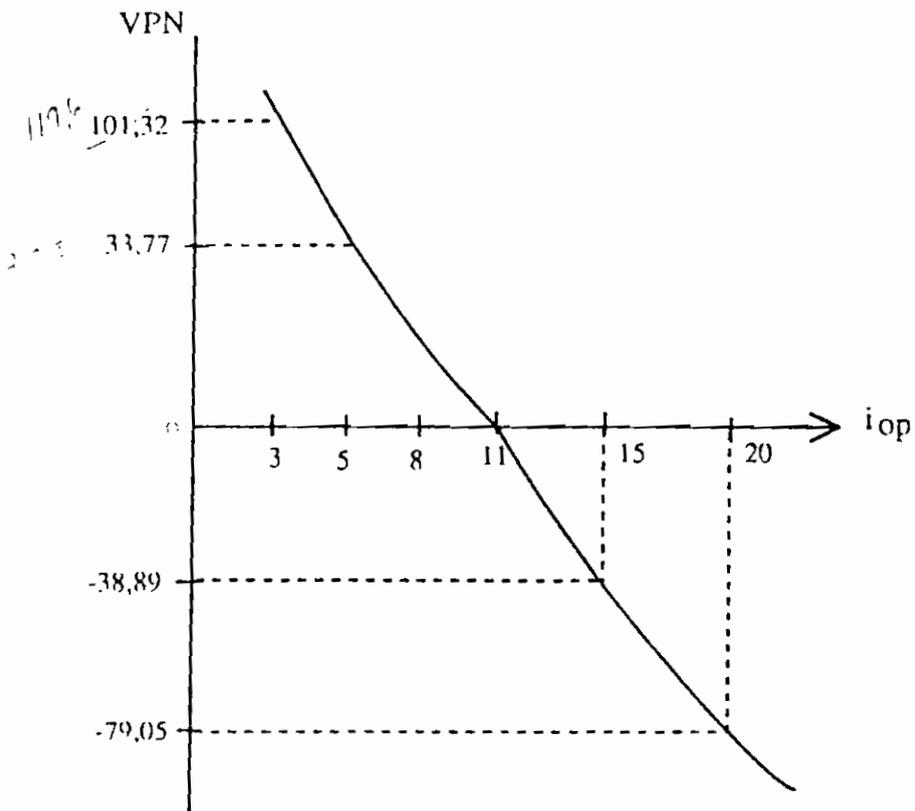
El criterio que se utiliza para la toma de decisiones con base en la TIR depende del tipo de flujo del proyecto, como se explica más adelante.

La interpretación de la TIR se puede ilustrar con un ejemplo. Se tiene el flujo siguiente:

¹ Es necesario condicionar esta conclusión: el crédito que cause intereses iguales al costo de oportunidad del dinero no afecta la rentabilidad del proyecto, a no ser que modifique rubros del flujo diferentes a los de la transacción crediticia (ingreso del crédito, amortización e intereses). Si el crédito afecta otros rubros, como el monto de impuestos sobre la renta, por ejemplo, esta conclusión deja de ser válida.



La gráfica del VPN para diferentes tasas de oportunidad es la siguiente:



Se obtiene una TIR de 11%. Ello significa, en un flujo de la forma del ejemplo, que el proyecto arroja VPN positivo para tasas de oportunidad inferiores al 11%. En cambio si la tasa de oportunidad es superior a la TIR, el proyecto no es atractivo porque no se compensa dicho costos de oportunidad.

Si la TIR es igual a la tasa de interés de oportunidad, realizar el proyecto es equivalente a seleccionar la "mejor" alternativa financiera y, por tanto, se asume una actitud de indiferencia frente al proyecto.

5.3.2 Cálculo de la TIR

El cálculo de la TIR puede ser un proceso complicado si la vida útil del proyecto es mayor a dos años, ya que la solución se encuentra despejando i de la ecuación del VPN, cuando se hace esta ecuación igual a cero:

$$\sum_{t=0}^T BN_t / (1+i_{op})^t = 0$$

Handwritten note: tasa de oportunidad = TIR

La ecuación llega a ser un polinomio de grado T y la TIR es una de las raíces positivas del polinomio.

Con $T > 2$, el polinomio se vuelve difícil de solucionar y se puede buscar la solución en forma manual a través de un proceso de aproximación, o de prueba y error, mediante interpolaciones o extrapolaciones lineales. Se busca una tasa de interés para la cual el VPN es positivo; se busca otra para la cual el VPN es negativo. La TIR exacta está situada entre las dos tasas:

Por proceso de tanteo se puede buscar la tasa i que hace el VPN sea cero. Sin embargo, si el rango ($i_2 - i_1$) es grande, dicho proceso puede resultar largo y tedioso. Se plantea, entonces, la posibilidad de estimar la TIR por interpolación lineal, basado en las reglas de triangulos similares. En resumen, la regla relevante indica que la razón

de diferencias: $(i_2 - i_1)/(VPN_2 - VPN_1)$ tiene que ser igual a la razón de diferencias correspondientes a la TIR y una de las tasas de interés; $(i_2 - TIR)/(VPN_2 - VPN_{TIR})$. Sabiendo que VPN_{TIR} , por definición, es igual a cero,

$$\text{se tiene: } \frac{i_2 - i_1}{VPN_2 - VPN_1} = \frac{i_2 - TIR}{VPN_2}$$

que es una ecuación con una sola incógnita, TIR. Despejando:

$$TIR^* = i_2 - VPN_2 \left\{ (i_2 - i_1) / (VPN_2 - VPN_1) \right\}$$

Esta TIR es apenas una aproximación, ya que supone que la función que relaciona el VPN y la tasa de interés es lineal, cuando en realidad es un polinomio. Es por esta razón que se agrega el asterisco (*) al símbolo (TIR*); este símbolo señala que no es un valor exacto. Se puede verificar la validez de la aproximación calculando el VPN con esta tasa. Si este valor presente es efectivamente igual a cero, se acepta que la verdadera TIR es igual a la aproximada: $TIR = TIR^*$.

Actualmente, las calculadoras financieras y los microcomputadores hacen este cálculo muy rápidamente.

Considere el siguiente flujo de fondos:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos	0	32.000	32.000	32.000	32.000
Costos	40.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Ingresos Netos	-40.000	12.000	12.000	12.000	12.000

Es el proyecto atractivo? Como se sabe, la respuesta depende del valor de la tasa de interés que refleja el costo de oportunidad del dinero. Si esta tasa es el 6%, se calcula el VPN correspondiente:

$$VPN_{6\%} = -40.000 + \sum_{t=1}^4 12.000/(1,06)^t = 1581,26$$

En cambio, si $i_{op} = 10\%$, el VPN es:

$$VPN_{10\%} = -40.000 + \sum_{t=1}^4 12.000/(1,1)^t = -1961,61$$

En este caso, el proyecto no es atractivo. Se sabe que:

$$6\% < TIR < 10\%$$

y se puede estimar una TIR* (aproximada) a través de la interpolación lineal. Siendo $i_2 = 10\%$ e $i_1 = 6\%$;

se tiene $VPN_2 = -1961,61$ y $VPN_1 = 1581,48$. Así:

$$TIR^* = 0,10 - (-1961,61) \{ (0,10-0,06) / (-1961,61-1581,48) \} = 0,07785 \Rightarrow 7,785\% = 7,8\%$$

Verificando la validez de esta aproximación:

$$VPN_{0,07785} = -40.000 + \sum_{t=1}^4 12.000/(1,07785)^t = -63,9$$

Si el VPN correspondiente a TIR* es negativo, implica que la verdadera TIR es menor que 0,07785. Por lo tanto, se prueban varias tasas de interés menores:

$$i_1 = 0,0778 \quad VPN_1 = -59,066$$

$$i_2 = 0,0775 \quad \text{VPN}_2 = -32,3$$

$$i_3 = 0,077 \quad \text{VPN}_3 = 12,38$$

$$i_4 = 0,0771 \quad \text{VPN}_4 = 3,4$$

$$i_5 = 0,07713 \quad \text{VPN}_5 = 0,757$$

$$i_6 = 0,07714 \quad \text{VPN}_6 = -0,1365 \quad \Rightarrow \text{TIR} = 7,714\%$$

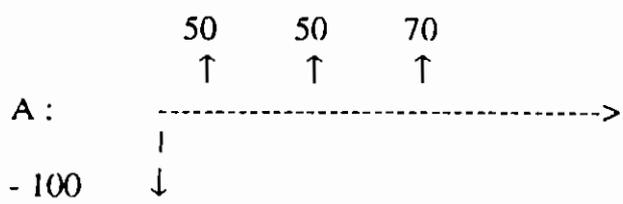
La TIR es aproximadamente 7,714%; se sabe que es ligeramente menor (pero es mayor que 7,713%). De exigirse una mayor precisión se podrían realizar más pruebas de tasas de interés entre estas dos cifras. En la mayoría de los casos, este nivel de precisión sería suficiente.

5.3.3 Ventajas y Desventajas de la Utilización de la TIR

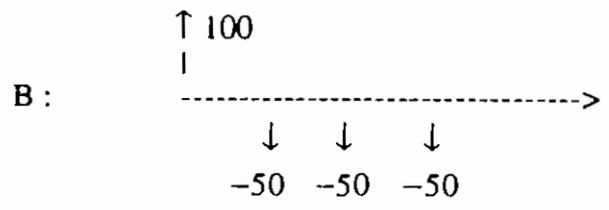
La TIR tiene una gran ventaja en el sentido que no exige ningún valor específico de la tasa de interés de oportunidad. Más bien, se trata como una incógnita. Para los casos en los cuales no hay claridad sobre el valor de la tasa de oportunidad, el cálculo de la TIR facilita el análisis, ya que únicamente es necesario determinar si la tasa relevante es mayor o menor que el valor de la TIR. No hay necesidad de identificar un valor preciso de la tasa de interés; sencillamente se identifica el rango de esta tasa.

Una gran desventaja o limitación en el uso de este indicador, es que el comportamiento de la TIR depende de la forma del Flujo de Fondos del proyecto. Hay casos de flujos para los cuales no hay ninguna solución para la TIR; hay otros flujos que tienen una sola solución para la TIR y hay flujos que generan múltiples soluciones .

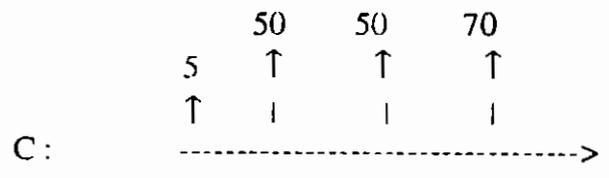
Consideremos los siguientes ejemplos:



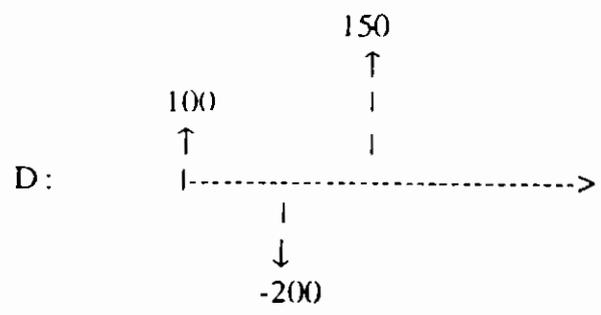
TIR = 29,94%



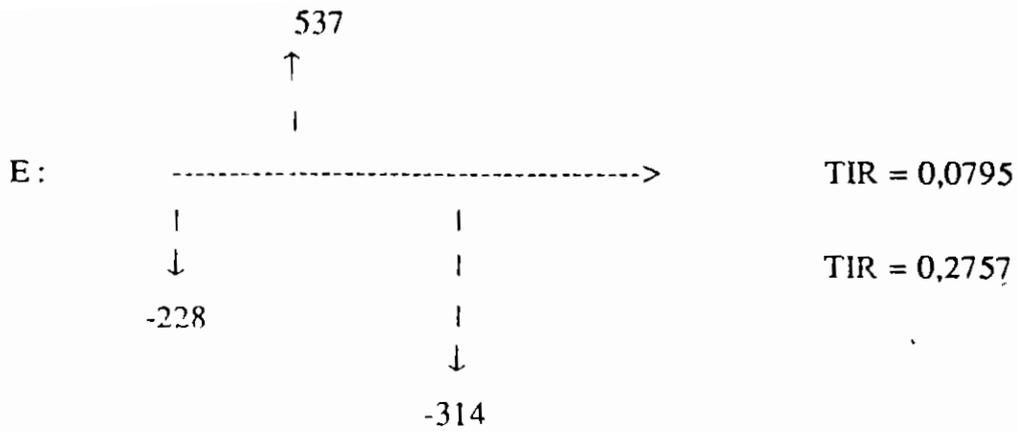
TIR = 23,375%



TIR : No existe



TIR = No existe



Los proyectos A y B tienen flujos que se clasifican como convencionales, en los cuales los beneficios netos anuales negativos se dan en los primeros años del proyecto y luego se vuelven positivos manteniéndose así durante el resto del proyecto, o en los cuales los beneficios netos positivos se presentan inicialmente y luego siguen los beneficios netos negativos. En estos casos no se presenta dificultad en el cálculo de la TIR.

Los ejemplos C y D representan casos para los cuales no existe ninguna TIR. El Caso C es muy claro : el flujo neto es siempre positivo (o, igualmente, se es siempre negativo) es imposible que el VPN sea igual a cero.

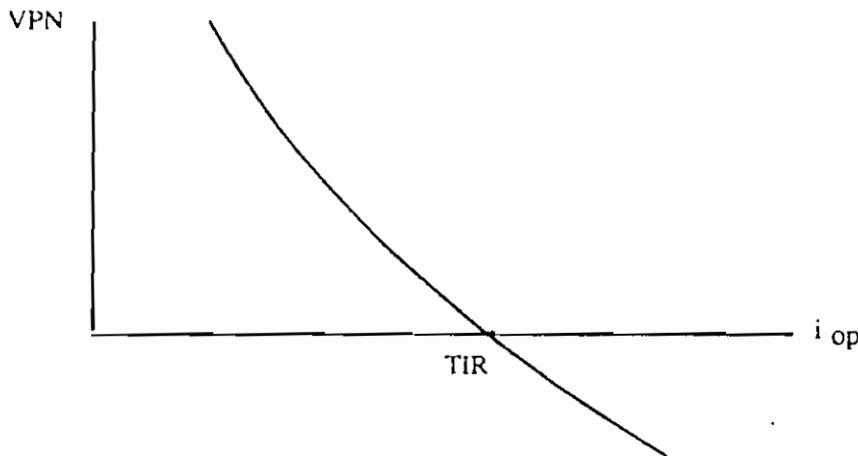
En el Caso D que haya más de un cambio de signo de los beneficios netos anuales anuales (se cambian de negativos a positivos, y nuevamente se hacen negativos, positivos o viceversa) . En estos casos, se presenta la posibilidad de ninguna o múltiples soluciones para la TIR. El ejemplo D muestra un caso de inexistencia de la TIR, pues presenta una ecuación cuadrática sin ninguna raíz real.

El caso E (ejemplo que se tomó de Ignacio Velez, "Decisiones de Inversiones", Uniandes 1979) presenta un flujo no convencional pues se dá un beneficio neto negativo, luego uno positivo seguido por otro negativo. En este ejemplo, la solución cuadrática arroja dos raíces positivas. Para interpretar este resultado debe tenerse en cuenta que en algunos casos el VPN es positivo para las tasas comprendidas en el intervalo fijado por las dos TIR, (0.0795, 0.2757) y negativa para tasa fuera de él, como es el caso del ejemplo. En otras oportunidades sucede lo contrario.

La razón de la existencia de varios valores se halla en la definición de la TIR como una de las raíces positivas del polinomio de grado T que expresa el VPN como función de la tasa de interés. El problema consiste en no poder decir que una sola de estas raíces refleja la verdadera rentabilidad del proyecto.

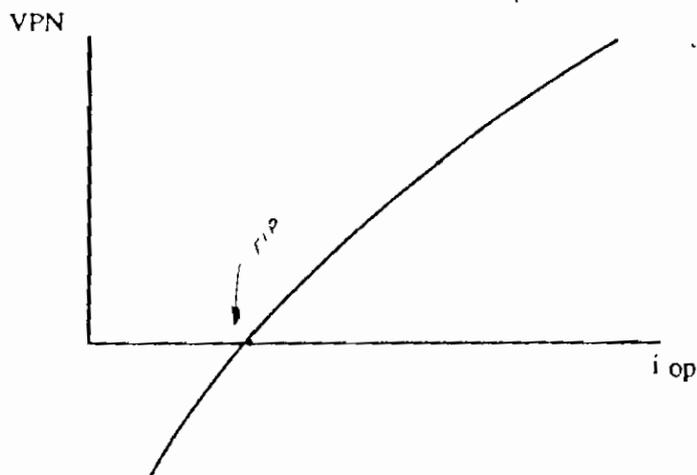
Como consecuencia, se recomienda no utilizar la TIR como criterio de evaluación de los flujos no convencionales. En tales casos, es aconsejable utilizar el criterio del valor presente neto.

Para entender más a fondo el concepto de la existencia de una, ninguna o múltiples TIR, se podría analizar gráficamente la relación entre el VPN y la tasa de interés de oportunidad. Dado que el VPN es función de i , se podrían trazar las variaciones de este valor en la medida que cambie la tasa de interés de oportunidad. En los flujos convencionales, que se caracterizan por flujos netos negativos al inicio del proyecto y flujo netos positivos después (con un solo cambio de signo), la relación es notoriamente inversa :

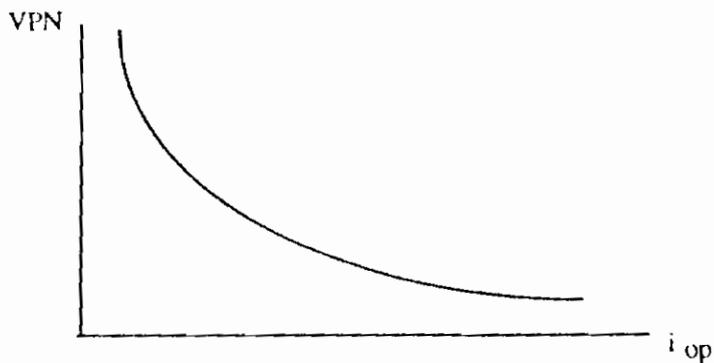


El valor de la tasa de interés de oportunidad en el punto donde la relación cruza el eje horizontal es la TIR.

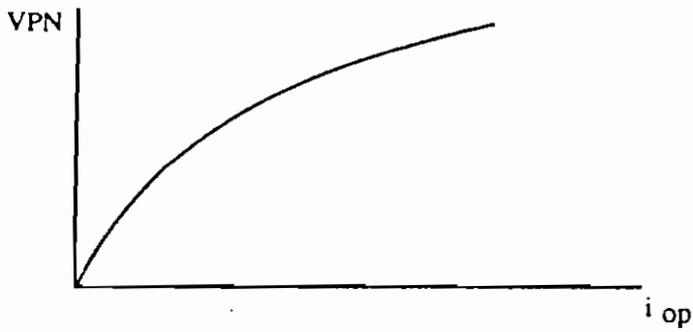
En casos de flujos con un solo cambio en el signo de los beneficios netos, pero donde los valores negativos se encuentran al inicio del proyecto y los positivos, al final, la relación será directa y monótona. Nuevamente, el punto de cruce sobre el eje horizontal indica el valor de la TIR:



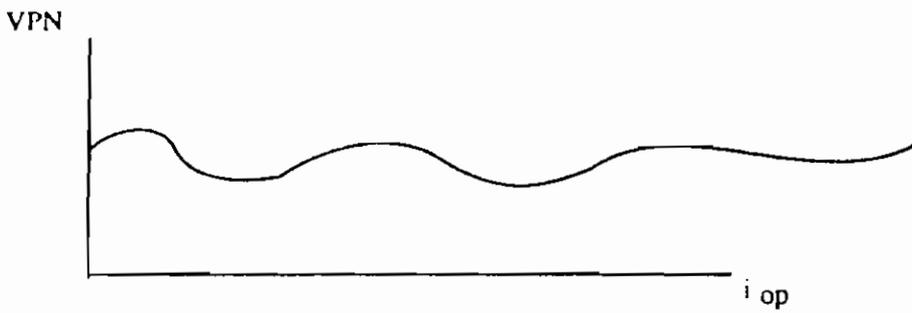
Los flujos de los casos C y D del ejemplo anterior generan relaciones que nunca cruzan el eje horizontal :



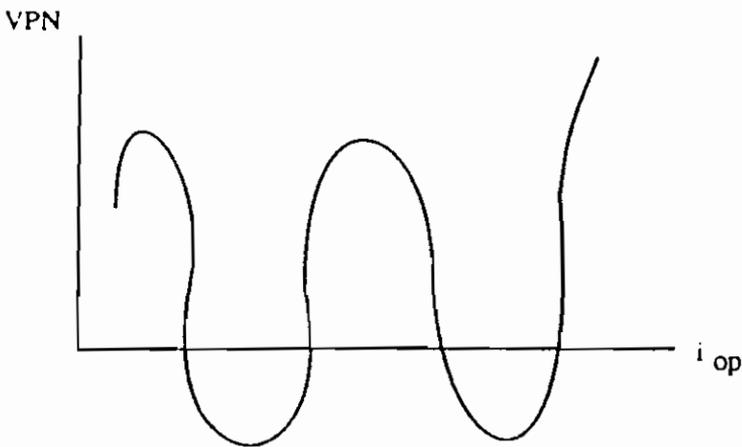
Alternativamente :



ó



En los flujos no convencionales con más de un cambio del signo de los beneficios netos, se puede presentar una relación que cambia de dirección :



Aquí se observan los varios puntos de cruce del eje horizontal, que corresponden a las múltiples soluciones de la TIR.