

SCADA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Ing. Rosario Rosero Castillo

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

RESUMEN

En este trabajo se presenta un diseño del Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System) para la distribución de agua potable en la ciudad de Quito, sin dejar la perspectiva como empresa, de un sistema de Integración Total de Automatización en todos sus procesos y luego a un sistema Empresarial basado en un modelo de gestión.

1. INTRODUCCIÓN

La Empresa de Agua Potable y Saneamiento maneja los siguientes procesos operativos: Cuencas Hidrográficas, Captaciones y Conducciones, Tratamiento o Producción, Distribución y Saneamiento.

El alcance del presente proyecto no considera el diseño de la integración de todos los procesos, pero sí del intercambio de información más relevante. La visión a futuro de la Empresa considera un tiempo de maduración del proceso total de automatización e integración de la información hasta que se tenga una validación total del sistema, por lo cual la primera fase será la Telemetría del Sistema de Distribución.

Para esto se han especificado las características del software SCADA, que deberá conceptualizarse con una Base de Datos fuerte y confiable, arquitectura Cliente/Servidor y abierto.

Otro aspecto fundamental es el intercambio de información entre centros de control que gestionan procesos específicos como es el caso de tratamiento de agua (Plantas Bellavista, El Troje, Puengasí, Bellavista, etc) y la presentación de la misma de manera resumida, pero suficientemente clara, en el wall-visión previsto en el Centro de Control, para entender la situación en tiempo real de todos los procesos que se están desarrollando.

A este efecto y como parte de las actividades de diseño, se analizaron las interfaces con los SCADA existentes con los cuales por ahora se recibirá información (Caudales de Procesos de Plantas, Niveles de Cisternas de Agua Tratada y Niveles de Piletas de Agua Cruda).

1.1 PROCESO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Existen estaciones Hidrometeorológicas (EH) instaladas en puntos estratégicos dentro y fuera del Distrito Metropolitano de Quito, las mismas realizan el monitoreo de las condiciones atmosféricas y climáticas de esos lugares.

Se ha determinado 20 estaciones pluviométricas las mismas que entregan sus datos en tiempo real.

1.2 PROCESO DE CAPTACIONES Y CONDUCCIONES

El proceso de Captaciones y Conducciones mantiene 4 sistemas SCADA:

- Sistema Papallacta integrado;
- Sistema Mica – Quito Sur;
- Conducciones Occidentales;
- Conducciones Orientales.

Cabe señalar, a efecto del presente informe, que las principales características de estos sistemas son:

- Software SCADA INTOUCH
- Una sola plataforma hardware.
- Una Base de Datos SQL

1.3 PROCESO DE TRATAMIENTO O PRODUCCIÓN

La Planta de Tratamiento de Bellavista se encuentra totalmente automatizada con el software SCADA INTOUCH; las demás Plantas de Tratamiento soportan su proceso interno con sistemas de control, además manejan instrumentación de última generación.

1.4 PROCESO DISTRIBUCIÓN

En el Proceso de Distribución se han realizado sistemas SCADA aislados, utilizando la plataforma de INTOUCH.

La necesidad imperante de visualizar y controlar en tiempo real la medición de los niveles de tanques, caudales de distribución en sectores y subsectores y presiones en las líneas con los objetivos de optimizar operaciones y evitar desbordes de agua tratada ha llevado a instalar sistemas de automatización en varios distritos, ver tabla 1 y figura 1.

Tabla 1 Lista de Subsistemas con SCADA Aislado

DISTRITO	BOMBEO	POZO	TANQUE
Sur ciudad	1		4
Norte ciudad	1		1
Centro rural	1	2	3
Mica (en proceso)	2		6

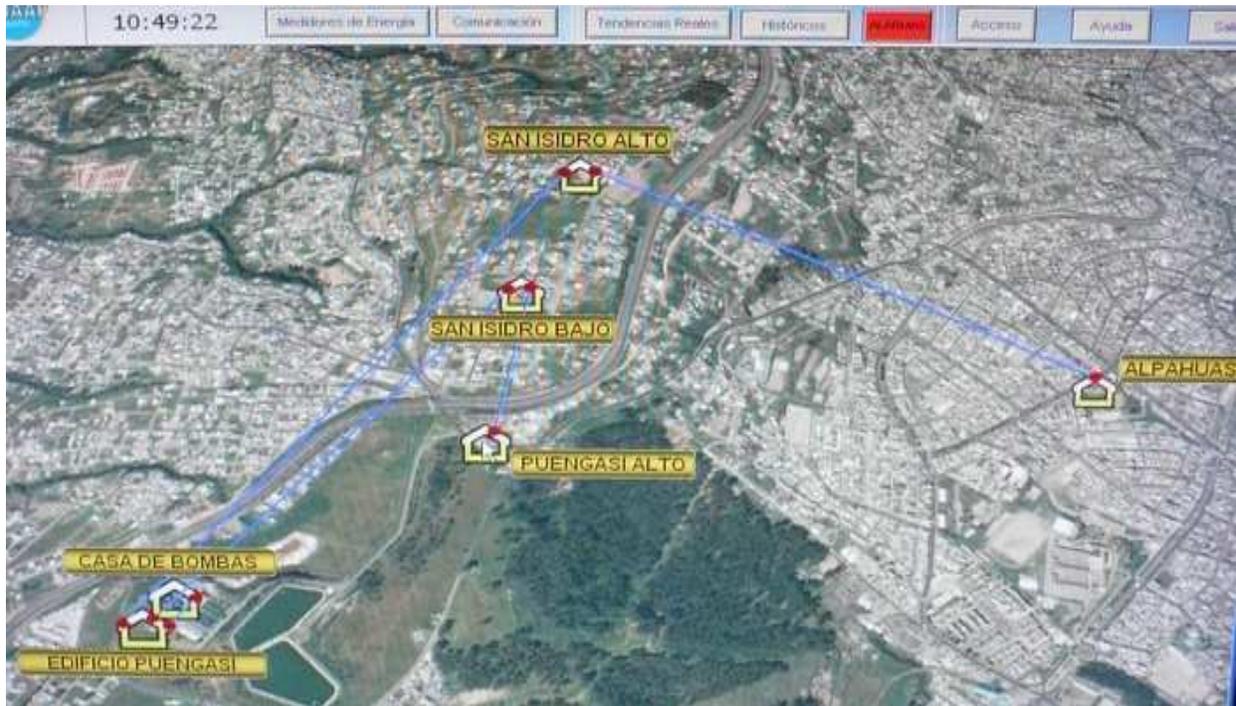


Fig. 1 Pantalla General del SCADA de Puengasí

1.5 MACRO-MEDICIÓN

La Empresa instalará macro-medidores a lo largo de la red de distribución de agua potable. Las especificaciones del equipamiento de macromedición que se incluirá en el proyecto del SCADA de distribución, deberán ser compatibles con el equipamiento existente.

Resulta de suma importancia, para fines del desarrollo del presente proyecto, la coordinación y armonización de las actividades y alcances del sistema SCADA con el propósito de evitar duplicación de esfuerzos.

Con este fin la Empresa a través de una Licitación Pública Internacional, recién asignada prevé instalar, en el transcurso del año, macromedidores de caudal electromagnéticos con registradores de datos y MODEM. Estos equipos estarán enlazados vía conexión GSM/GPRS al Servidor de la Empresa en recursos informáticos, donde se recibirán y procesarán los datos, de manera temporal, hasta que se implemente el Sistema SCADA de Distribución.

Siendo estas las causas por la cual la EPMAPS ha impulsado la realización de estudios de Modelación Hidráulica y de Telecomunicaciones con las siguientes empresas:

El estudio TECOM concierne “Suministro, Instalación, y Servicio de Mantenimiento del Sistema SCADA (Telemetría y Telecontrol) de la Red de Distribución de Agua Potable del Distrito Metropolitano de Quito” – EMAAP-Q 2005.

El estudio Germán González concierne “Servicios de consultoría para evaluación y especificación de equipos de los sistemas de distribución de agua potable, para el control de agua no contabilizada en el DMQ”, EMAAP-Q 2007.

El estudio de C. LOTTI & ASSOCIATI contiene la “Modelación Hidráulica de los Principales Sistemas de Distribución de Agua Potable de la Ciudad de Quito”, EMAAP-Q 2008.

2 SISTEMA SCADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El objetivo principal de un Sistema de Telemetría y Telecontrol de una Empresa es monitorear y controlar de manera centralizada las estaciones remotas ubicadas a lo largo de los sistemas de distribución de agua potable que alimentan la ciudad de Quito.

El Sistema de Telemetría y Telecontrol tendrá a cargo las siguientes funciones.

- Optimizar la producción de las plantas de tratamiento.
- Mejorar el equilibrio en la distribución del agua entre los diferentes tanques que pertenecen al mismo sistema.
- Controlar los niveles de los tanques para la eliminación de desbordes.
- Monitorear el caudal y presión del agua distribuida a los sectores y sub-sectores en la ciudad.
- Mejorar la seguridad y eficiencia en la operación de los sistemas de distribución.

- Controlar la calidad del agua distribuida.

Cabe recalcar que disponer de un sistema SCADA permite:

- Tomar de decisiones en tiempo real, desde el Centros de Control,
- Mejorar en el uso de la modelación hidráulica,
- Mantener un modelo actualizado y calibrado del sistema, basado en la información disponible de la red a través del SIG y aquella generada en campo y adquirida por el SCADA.

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA SCADA

El diseño conceptual del Sistema SCADA está basado en 4 componentes principales:

- Control centralizado con posibilidad de duplicar funciones y atribuciones a centros de control periféricos
- Sistema de comunicaciones
- Control local de las Estaciones Remotas a través de Programable Logic Controllers (PLC)
- Instrumentación de campo y actuadores.

La figura 2 muestra la jerarquía de los componentes antes mencionados.

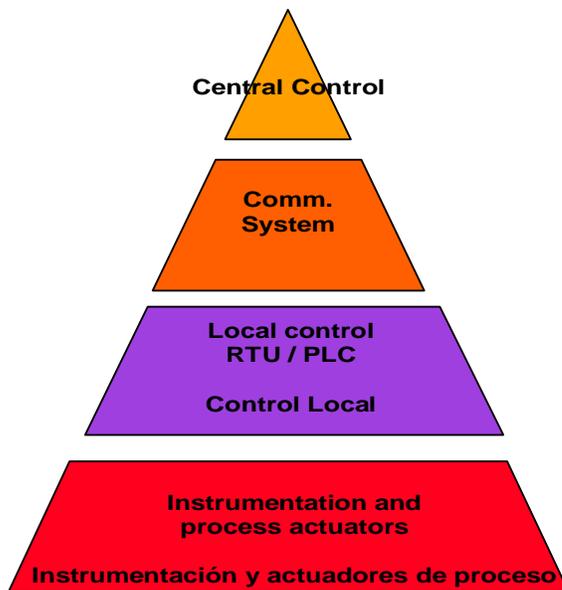


Figura 2 Componentes de un Sistema SCADA

La filosofía general SCADA, basado en el esquema ilustrado en la figura 2, consiste en que la distribución del agua potable es un “proceso continuo” y que por lo tanto debe ser asegurada la independencia de los cuatro elementos indicados: es decir que si por ejemplo falla el sistema de comunicaciones por

cualquier motivo, el proceso deberá seguir funcionando por el tiempo necesario a reparar la falla y deberá ser posible efectuar los controles oportunos a través de otros medios.

2.2 OBJETIVOS DEL SISTEMA SCADA

Los Sistemas de Distribución son subdivididos en sectores y sub-sectores. Se considera que al momento en que se efectuó el estudio de modelación hidráulica de la red de Quito, los sectores o sub-sectores no estaban totalmente aislados hidráulicamente, es decir que tenían varias entradas e interconexiones, como por ejemplo se muestra en la figura 3.

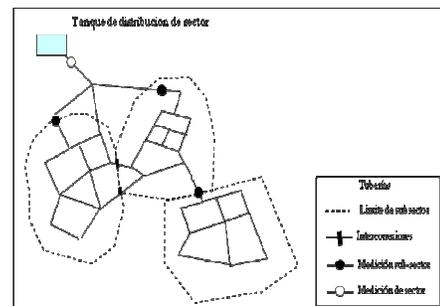


Figura 3 Esquema de sector/sub-sectores con interconexiones y más entradas

En la situación de la figura 3 resulta imposible efectuar balances hídricos a nivel de sector o subsector. Por lo tanto, la implementación de un sistema de telecontrol debe estar acompañada lo más pronto posible por las intervenciones que permitan aislar definitivamente los sectores o sub-sectores.

Sin embargo, el aislamiento efectivo y total no es una condición previa para el monitoreo de un sector o sub-sector hidráulico, sino más bien un instrumento para el control de su correcto funcionamiento.

La automatización a través del SCADA prevé la automatización y el monitoreo de todos los componentes de los sectores (tanques, bombeos, pozos) y el control de los sub-sectores de la red de distribución de la ciudad de Quito.

La finalidad es de permitir el manejo de la red de distribución a nivel de operación de las estaciones remotas en forma centralizada.

El sistema permitirá efectuar balances hídricos a nivel de sectores y de sub-sectores, así como regulación de presiones, de caudales y de control de la calidad del agua en los tanques.

Más detalladamente el SCADA permitirá:

Regulación de los caudales

La regulación y el control de los caudales a la entrada de los tanques permite conformar la entrega del agua a los sectores al promedio de la

demanda efectiva del área abastecida y así reducir los caudales distribuidos reduciendo las posibles pérdidas por rebose.

Balance hídrico

La finalidad es de conseguir el control y la reducción de las pérdidas en la red a través de un balance hídrico entre:

- Los volúmenes entregados a los sectores y sub-sectores;
- Los datos de consumo real obtenidos de la facturación;
- Los consumos promedios por habitante multiplicados por la población total de la zona servida.
- De esta forma se podrá obtener una estima de las pérdidas (reales + aparentes) a través del control de los balances históricos que permitirán evaluar donde se presenta aumento de pérdidas y por consecuencia tomar las decisiones de intervención y/o reparación.

Regulación de las presiones

- La asignación de presiones predeterminadas a la entrada de los sub-sectores, en particular en horas nocturnas, permite la reducción de pérdidas importantes de acuerdo a una metodología ya comprobada y conocida en un número considerable de redes de distribución.

Control de la calidad del agua

- La utilización de medidores de cloro residual a lo largo del sistema permite conocer en tiempo real las características del agua distribuida.

En cada una de las estaciones remotas de tipo tanque se ha definido la instrumentación necesaria, la filosofía de operación y la lógica de control local y remoto.

Se ha previsto instalar una válvula de control de flujo en la tubería de ingreso del agua en el tanque, o renovar la existente, para que pueda ser comandada a través del SCADA y la instrumentación para la medición del caudal de salida y de los niveles en el tanque.

Utilizando la delimitación en sub-sectores proporcionada por la Empresa ha sido posible evaluar el área, el consumo promedio y el número de conexiones para cada sub-sector.

En los sub-sectores seleccionados es previsto instalar una válvula de control e la instrumentación para la medición del caudal y de las presiones aguas arriba y aguas abajo de la válvula.

Estos aparatos permitirán el control de las presiones diurnas y nocturnas a efecto de disminuir las pérdidas de agua. Asimismo para las estaciones remotas de tipo bombeo o pozos la automatización

prevista permitirá el monitoreo y el control de las operaciones, como:

- ✓ arranque/parada
- ✓ paradas de emergencia
- ✓ control de fallas de bombas, etc.

La red de distribución de agua potable presenta en algunos puntos válvulas de interconexión de líneas y válvulas de control que regulan el suministro de agua hacia las Parroquias y por lo tanto se prevé automatizar dichas válvulas con actuadores e instrumentar con medidores de flujo y de presión.

2.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El informe de la Empresa LOTTI, en el estudio “Modelación Hidráulica de los Principales Sistemas de Distribución de Agua Potable de la Ciudad de Quito” tuvo como meta el desarrollo de un diseño conceptual de un Sistema SCADA para la red de distribución de agua potable de la ciudad de Quito.

La actividad de investigación de campo ha sido iniciada en el mes de marzo de 2010 y fue terminada el 15 de junio de 2010.

La metodología adoptada y concordada con la Empresa, ha comportado la preparación de una “Hoja Técnica de Datos” la misma que se presenta en las monografías de cada estación remota. Dicha hoja técnica ha permitido recopilar la información de la situación existente de cada estación remota:

- Distrito
- Nombre de Estación Remota.
- Descripción General: (capacidad, estado, disponibilidad de espacio, seguridad, etc.)
- Localización: Coordenadas, Cota
- Plano de Planta de la Estación Actualizado: Situación actual y contrastar con plano existente
- Funcionamiento Actual (Comentarios de personal de la Empresa, operación de la estación en diferentes temporadas, de quien recibe órdenes, que niveles de referencia.)
 - ✓ Pozo de tierra existente
 - ✓ Pararrayos existente
 - ✓ Tensión de alimentación
 - ✓ Incremento de potencia
- Equipamiento Existente (solo que interviene en el proceso de automatización)
 - ✓ Válvulas
 - ✓ Bombas
 - ✓ Caudalímetro
 - ✓ Sensor de presión
 - ✓ Sensor de Nivel
 - ✓ Sensores de Seguridad
 - ✓ Sensores de cloro
 - ✓ Otra instrumentación

Una vez establecida la situación existente se ha procedido a diseñar la automatización necesaria de acuerdo a los requerimientos generales, y se ha producido, de acuerdo a los términos de referencia de la consultoría:

- Descripción del proceso a automatizar
- P&I Drawing (esquema de proceso e instrumentación)
- Listado de señales I/O
- Tabla de cantidades

La descripción del proceso a automatizar define la filosofía de operación y de control local y remoto de la estación:

- Procedencia y destino del agua
- Señales relevantes en el proceso
- Funciones principales de control local.
- Funciones principales del SCADA en el Centro de Control
- Detalles sobre las válvulas, seguridad y monitoreo

La elaboración de los planos en la situación actual para cada estación remota a automatizar determina los requerimientos básicos para el Sistema SCADA en términos de equipos electromecánicos, electrónicos y las instalaciones.

El diseño de la instrumentación necesaria se presenta en los P&I Drawings, esquema de proceso e instrumentación, desarrollados de acuerdo a las normas internas de la Empresa (ISA S5.1 - S5.3).

Se realizó el listado de señales de I/O (input/output) necesarios para la automatización y control de las remotas desde el Centro de Control.

Se definieron los “TAGS”, entrada digital (DI), salida digital (DO), entrada analógica (AI) y salida analógica (AO). El total de señales se ha aumentado de un 30% de reserva a efecto de permitir futuras expansiones.

2.4 DEFINICIÓN DE LAS ESTACIONES REMOTAS A AUTOMATIZAR

En los términos de referencia del contrato con la Consultora LOTTI para el “Diseño y Elaboración de bases de licitación para el suministro, instalación y Servicios de Mantenimiento del Sistema de Sistema de Telemetría y Telecontrol para el sistema de Distribución para Quito” se establecieron 291 estaciones remotas.

El Consultor ha llegando a establecer un conjunto de 157 estaciones prioritarias.

En la Tabla 2 se compara la diferente distribución de estaciones remotas y se resume la cantidad de estaciones investigadas.

Tabla 2 Distribución Estaciones Remotas

ESTACIONES REMOTAS	Nº ESTACIONES A AUTOMATIZAR			ESTACIONES INVESTIGADAS
	Propuesta del Consultor	Propuesta de la Empresa		
		Etapas 1	Etapas 2	
Tanques	90	115	23	118
Pozos	5	11	7	13
Estaciones de Bombeo	28	22	7	25
Subsectores	34	33	35	105
Salidas de Líneas	0	13	0	14
TOTAL	157	194	72	275

Distribución de las Estaciones Remotas

Los objetivos que esta componente del sistema debe cumplir pueden resumirse en los siguientes puntos:

- ✓ Recibir la información de las estaciones remotas y soportar el sistema de comunicaciones para todas las remotas;
- ✓ Procesar la información recibida y permitir su representación en forma gráfica;
- ✓ Almacenar la información en un archivo histórico (base de datos) y para realizar estadística;
- ✓ Enviar los setpoints de operaciones a las estaciones remotas;
- ✓ Manejar las alarmas recibidas;
- ✓ Operar válvulas, bombeos y pozos en caso de emergencias;
- ✓ Permitir la operación ininterrumpida de las estaciones remotas bajo control.

En síntesis el equipamiento hardware del Centro de Control estará basado principalmente por los siguientes elementos:

- ✓ 4 servidores
- ✓ Tecnología RAID 5 en los servidores;
- ✓ Sistema de backup;
- ✓ Red de Área Local (LAN);
- ✓ Firewall;
- ✓ Estaciones de operación y de mantenimiento;
- ✓ Impresoras láser de color;
- ✓ Sistema de retro-proyección (tecnología DLP);
- ✓ Sistema ininterrumpido de Energía (UPS);
- ✓ Red de alimentación de energía a los equipos;
- ✓ Sistema de puesta a tierra;
- ✓ Sistema de aire acondicionado y ambientación del área necesaria donde se instalará todo el equipamiento (HVAC, sistema contra incendios);
- ✓ Suministro de materiales complementarios y repuestos.

Se han definido las características de los sistemas de alimentación, del aire acondicionado y contra incendio para la Sala de servidores, UPS y de la Sala de control.

Los requerimientos de capacitación para el personal que operará el SCADA son indispensables, además de las características y las modalidades de mantenimiento y soporte.

Es previsto instalar el Centro de Control en un nuevo edificio a ubicarse en la Planta de Bellavista.

La decisión de la Empresa de mantener varias unidades de control con prioridades determinadas en el SCADA, hace necesario dotar los Centros Distritales de equipamiento (Software y Hardware).

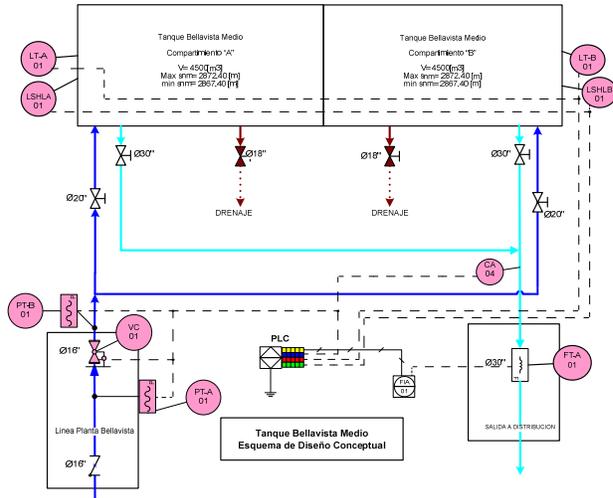


Figura 3 Esquema Típico de Instrumentación con Válvula Reguladora Globo

2.5 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Esta componente es encargada de asegurar la transmisión de los datos de las estaciones remotas al Centro de Control y viceversa. Sus características principales son:

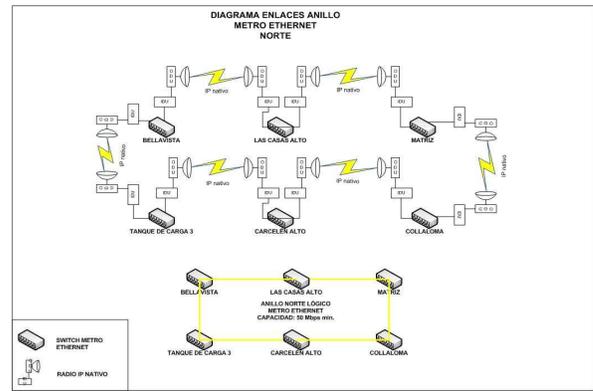
- Independencia de terceras partes;
- Disponibilidad superior al 99,98%;
- Ancho de banda suficiente para cubrir los requisitos del SCADA;
- Mantenimiento anual adecuado de la red para garantizar su operatividad;
- Capacidad para brindar servicio de comunicación de datos entre las diversas oficinas de la Empresa que tenga acceso a esta red.

Enlaces Principales

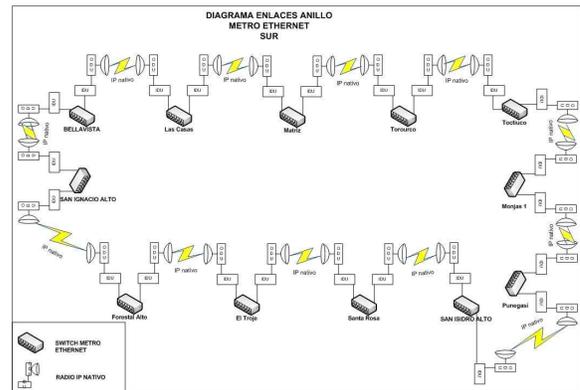
Los enlaces principales operarán en la banda de 7.1 a 7.9 GHz en dos Anillos Norte y Sur.

Sistema Anillo Norte

Los nodos que conforman los anillos se encuentran enlazados a nivel de enlaces IP nativos.



Sistema Anillo Sur



3 CONCLUSIONES

- La implementación total del proyecto de Telemetría y Telecontrol se manifestará principalmente en un importante ahorro de agua.

Este ahorro se obtendrá sobre la base de dos factores principales:

- a) Eliminación de los desbordes en los tanques debido a la regulación del caudal de ingreso;
- b) Reducción de las pérdidas en la red debido a presiones bajas en el horario nocturno.

- La elaboración de balances hídricos al interior de los sectores y subsectores, significará la posibilidad de controlar y alcanzar la reducción de las pérdidas comerciales.

- Se optimizará el personal operativo y de mantenimiento con manejo automatizado a través del SCADA.

- Se disminuirá en un 3% los desbordes en los tanques, que han sido estimados en varios estudios de la Empresa y confirmado por el proyecto de modelación hidráulico.

- Se espera ahorrar 150 l/s del caudal total regulado, aproximadamente 5 m³/s, en los tanques a automatizarse.
- Se estima reducir las pérdidas en la red en 85 l/s.
- En global, el caudal total que se estima ahorrar es de 235 l/s, que corresponde a un valor de 3.75 millones de US\$ anuales, asumiendo el valor actual del m³ de agua aplicado por la Empresa de 0,5 US\$/m³.
- Estudio: “Modelación Hidráulica de los Principales Sistemas de Distribución de Agua Potable de la Ciudad de Quito”, EMAAP-Q 2008. C. LOTTI & ASSOCIATI.
- Estudio: “Diseño y Elaboración de bases de licitación para el suministro, instalación y Servicios de Mantenimiento del Sistema de Sistema de Telemetría y Telecontrol para el sistema de Distribución para Quito” 2010C. LOTTI & ASSOCIATI

BIBLIOGRAFÍA

- Estudio “Suministro, Instalación, y Servicio de Mantenimiento del Sistema SCADA (Telemetría y Telecontrol) de la Red de Distribución de Agua Potable del Distrito Metropolitano de Quito” – EMAAP-Q 2005 TECOM.
- Estudio “Servicios de consultoría para evaluación y especificación de equipos de los sistemas de distribución de agua potable, para el control de agua no contabilizada en el DMQ”, EMAAP-Q 2007. Germán González.

BIOGRAFÍA

Ing. Rosario Rosero de Dávila, Ingeniera Electrónica y DE Control, Auditora Interna Sistema de Gestión Calidad y Gestión Ambiental Univesidad de Antioquia, Medellín-Colombia. TECHINT Sistema Papallacta 1. TECHINT Captación, Conducción y Planta de Tratamiento de Agua Potable Guayaquil. TECHINT Poliductos de la Costa. TECHINT Sistema Optimización Papallacta. Departamento de Sistemas Especiales y Conducciones Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Quito. Dirección de Hidroelectricidad Empresa de Agua Potable y Alcantarillado.