METODOLOGÍA APLICADA EN LA TELEGESTIÓN DE REDES DE ABASTO

A. Berriel* y E. Moreno**

* Consejo Insular de Aguas de Lanzarote Consejo Insular de Aguas de Lanzarote C/ Paraguay, 4 - 35500 Arrecife de Lanzarote – España (E-mail: cial02@telefonica.net)

**Jefe del Servicio de Planificación. Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. Avda. Juan XXIII, 7 - 35004 Las Palmas de Gran Canaria – ESPAÑA (E-mail: enrique.moreno@aguasgrancanaria.com)

Abstract

Regulation in order to increase the water consumption efficiency represents an essential part of the governmental responsibility in the improvement of the citizens' quality of life, in the development of the economy and in the restoration and the balance of the environment. The crucial role that responsible actors play in this matter has to be supported by instruments that should enable an optimum management of distribution networks and, subsequently, of water resources. This article presents three experiences carried out in different municipalities of the Canary Islands aiming at the improvement of supply systems management by means of telecommand and telecontrol.

Keywords: Telecontrol, supply leaks, saving, efficiency, demand management

Resumen

La regulación para la eficiencia del consumo de agua es parte esencial de la responsabilidad gubernamental en la mejora del nivel de vida de los ciudadanos, el desarrollo de la economía y la restauración y el equilibrio del medio ambiente. Este decisivo papel que desempeñan los responsables del abastecimiento debe apoyarse en instrumentos que permitan una gestión óptima de las redes de distribución y por tanto de los recursos hídricos. Siguiendo ésta línea se facilitan tres experiencias en varios municipios canarios para la mejora de la gestión de los sistemas de abastecimiento mediante telemando y telecontrol, con especial incidencia en la mejora de la eficiencia.

Palabras clave: telecontrol, pérdidas de abastecimiento, ahorro, eficiencia, gestión de la demanda

De todos es sabido que el agua constituye un recurso limitado cuyo uso tiene grandes repercusiones medioambientales. Por tanto, no es extraño el auge experimentado, en los últimos años, el desarrollo de políticas enfocadas a estimular el ahorro y fomentar un uso racional de la misma. En este sentido se hace patente la importancia de medir correctamente los caudales y las dotaciones de agua, para poder optimizar su gestión.

No existe la menor duda de que en un futuro inmediato vamos a asistir a una modernización de los servicios de agua urbanos, en la que brillará con luz propia, la mejora en el control de consumos y en las tecnologías utilizadas para recoger la información. Los sistemas de lectura a distancia evolucionarán hacia la telegestión de contadores, permitiendo el acceso a toda la información, en tiempo real, desde el centro de control de la empresa distribuidora.

Este trabajo recoge las experiencias desarrolladas en diversos municipios canarios. En los municipios de La Mancomunidad del Norte de Tenerife se ha realizado un estudio de las posibilidades y ventajas derivadas de la implantación de un sistema de telegestión para los sistemas de distribución, mientras que en Lanzarote y Gran Canaria se han desarrollado sistemas de telecontrol con objeto de mejorar la eficiencia del sistema y se ha establecido una metodología para el control permanente de las pérdidas que permite mantenerlas en unos ratios óptimos.

La Comarca Norte de la isla de Tenerife cuenta con uno de los mayores índices de pérdidas en redes de distribución de agua de Canarias; en torno al 30 % de los caudales suministrados. Las características propias de esta comarca con grandes dimensiones de la red, la existencia de un elevado número de fuentes de abastecimiento, la antigüedad de la red en determinadas zonas y la insuficiencia de la misma en lugares que han sufrido un crecimiento acelerado, hace cada vez más necesaria la existencia de sistemas de control de flujos y caudales, encaminados a minimizar las pérdidas y optimizar la gestión integral del abastecimiento de agua.

Para los organismos municipales responsables de la gestión del agua este es un problema conocido desde mucho tiempo atrás, producido no sólo por las ya citadas pérdidas por fugas, sino también, debido a conexiones a las redes de abastecimiento incontroladas y en muchos casos, fraudulentas.

En la actualidad, la mayoría de los municipios controlan el suministro mediante las lecturas de consumidores, los balances de compra de agua, y procedimientos poco eficaces de apertura y cierre de llaves. Este método presenta problemas prácticos y altos porcentajes de error, lo que conlleva ciertas dificultades de interpretación de resultados. De ahí la necesidad de implantar elementos de infraestructura que permitan la realización de auditorías de las redes de distribución de agua.

Por tanto, este trabajo nace ante el deseo de la "Mancomunidad de Municipios del Norte de Tenerife" de conocer las distintas alternativas que incluyan los últimos avances en la gestión de caudales, y su aplicación en las redes de abastecimiento de los municipios integrantes. La utilización de un sistema de telegestión proporcionaría una disminución de costes minimizando las pérdidas de la red, en consecuencia el aumento de los beneficios, y un óptimo uso y gestión de los recursos hídricos.

2.1 Metodología

El estudio técnico – económico y anteproyecto para la instalación de alternativas de control y telecontrol de caudales y flujos en las redes de distribución de agua, como herramienta eficaz para la gestión, se elaboró en tres fases:

- Recopilación de información.
- Estudio de alternativas de sistemas de control y telecontrol.
- Redacción de informe y anteproyecto.

2.1.1 Recopilación de información

En primer lugar se mantuvieron conversaciones y entrevistas con las distintas áreas competentes en materia de gestión de agua de los municipios integrantes en las que se recopiló la mayor cantidad de información posible de material gráfico, planos, situación actual, así como, los medios y recursos con los que se cuenta (Figura 1).

Figura 1. Diversos elementos de las redes de distribución y depósitos reguladores del abasto a de agua potable en el Norte de Tenerife

Posteriormente, se estudiaron las fuentes de abastecimiento, el trazado de la red de distribución, la localización y características de los depósitos reguladores y de abastecimiento junto a otros elementos integrantes, los núcleos y áreas de distribución, y la población abastecida. Se hizo mayor hincapié en las secciones de la red de distribución de aguas con mayores riesgos de pérdidas y/o anomalías. De esta forma se obtuvieron los potenciales puntos de control de flujos.

2.1.2 Estudio de alternativas de sistemas de control y telecontrol

Una vez reflejada la situación actual se consultó los distintos sistemas de control adaptados a las situaciones particulares encontradas, definiéndose los equipos y parámetros de lectura: caudales, nivel de depósitos, etc. Se tuvo mayor interés en aquellas alternativas basadas en los distintos sistemas de telecomunicación (radio, telefonía móvil y telefonía fija) y en las unidades centrales de control, de forma que se pudiera obtener datos a tiempo real, sirviendo esta herramienta como elemento de control de averías.

Durante esta fase se realizaron visitas a las redes de distribución de agua con la finalidad de contrastar la viabilidad técnica de la instalación de sistemas de control en los puntos seleccionados sobre planos (accesibilidad, suministro energético, etc).

2.1.3 Redacción de informe y anteproyecto

Este incluye la estimación de costes detallada de las distintas alternativas de sistemas de control o telecontrol propuestas, de acuerdo con la viabilidad técnica y económica encontrada. También se presentan las especificaciones técnicas de los productos de lectura, telecomunicación y software de control, así como, la situación y reportaje fotográfico de los puntos de control en el sistema de distribución de aguas.

2.2 Tecnología aplicable a la telegestión de aguas de abastecimiento

Cuando el *control* y *gestión* de una instalación cualquiera se ejerce a distancia o remotamente estaremos hablando de ***telecontrol / telegestión***. Los bloques principales que constituyen un sistema de telegestión serían:

- **Red de Puntos Remotos**. Incluyendo en cada punto una *planta* con sus correspondientes *sensores* y *actuadores* (el depósito de agua en nuestro caso), una *remota* o *RTU* y un *módulo de telecomunicaciones* con el módem y antenas adecuado al caso específico; además de la instalación de *alimentación*.

- **Red de Telecomunicaciones**. Red pública o privada de infraestructuras y dispositivos intermedios que permiten establecer los *enlaces*. Desde el punto de vista del telecontrol, esta red es *transparente*.
- **Puesto Central**. Punto donde se gestionan las telecomunicaciones, los datos e informaciones, los mandos, etc. En general, el control de la red de depósitos a través de las remotas.

A continuación, se presenta un ejemplo tipo de configuración de un punto remoto:

Cada depósito de agua a telecontrolar, más sus elementos sensores (detectores, contadores,...) y actuadores (válvulas, llaves,...) instalados, constituyen, en un significado extendido, la planta de un punto remoto. Cada uno de estos depósitos presenta diferentes configuraciones (distinto número y disposiciones de entradas y salidas de agua, distintas ubicaciones orográficas,...) que implicarán necesidades de control/gestión diversas. Distintas serán también, por tanto, las soluciones de telecontrol. Desde este punto de vista, podemos considerar que en cada punto remoto, siempre nos enfrentaremos con una de las tres situaciones siguientes:

- *COMPLEJIDAD BAJA:* Sólo lecturas. Puntos de los que solamente se requiere conocer la evolución de determinados parámetros, como pueden ser el caudal de entrada, el nivel del depósito, etc.
- *COMPLEJIDAD MEDIA:* Lecturas y mandos. Puntos en los que además de conocer la evolución de sus parámetros se puede ejecutar mandos, por ejemplo cerrar o abrir una llave o válvula.
- *COMPLEJIDAD ALTA:* Lecturas, mandos y automatismos. Puntos que sean capaces de registrar parámetros, permitir la acción a distancia de mandos y que puedan reaccionar ante la evolución de uno o varios parámetros. Por ejemplo, accionando automáticamente una llave de paso que desvíe la entrada de agua a un depósito inferior ante la posibilidad de desborde inminente. Este tipo de automatismos permiten ejercer un control real las 24h.

Las soluciones tipo para cada caso serían las siguientes:

- *COMPLEJIDAD BAJA:* Datalogger sin capacidad de telecomunicación. *Registrador electrónico de datos.*
- *COMPLEJIDAD MEDIA:* Registradores de datos con capacidad de telecomunicación. *Configuración rígida, con poca y costosa capacidad de ampliación, pero con coste reducido.*
- *COMPLEJIDAD ALTA:* Remotas Modulares Ampliables. *Configuración totalmente flexible y adaptable a las necesidades presentes y futuras del usuario.*

Cada una de estas soluciones engloba a la anterior.

2.2.1 Sistema de telecomunicaciones

Las telecomunicaciones entre las remotas y/o entre el puesto central y las remotas, a efectos del telecontrol, pueden considerarse transparentes. Se trata, por tanto, de un problema que necesariamente debe ser abordado de manera independiente a través de un proyecto específico. No obstante, se pueden esbozar unos aspectos generales que lo describan.

ENLACE VÍA RADIO:

- Requerimiento de licencias (autorizaciones administrativas) y equipos para sub-bandas de frecuencia dedicadas y niveles de potencia adecuados. Las frecuencias y niveles de potencia libres son altamente problemáticos por la saturación, ruido, intermodulaciones, etc.

- Coste de equipos y terminales ligeramente superior a las otras opciones mostradas (RTC y GSM), pero supone contar con una red propia, sin gastos adicionales de comunicación de alquiler/cuota a terceros (inversión a mayor plazo).
- Costes de licencias por uso de sub-bandas de frecuencia despreciable, pero costes asociados de mantenimiento a medio plazo.
- Imprescindible estudio previo de cobertura de radiofrecuencias y viabilidad de costes en función de la necesidad de instalación de repetidores. El resultado de este estudio, por parte de una empresa especializada, es altamente dependiente de las condiciones orográficas de cada punto a telecomunicar.
- Tecnología ampliamente conocida y utilizada. Opción estándar en la práctica totalidad de los equipos.

ENLACE VÍA GSM: *Telefonía móvil.*

- Coste de equipos y terminales reducido.
- Servicio a través de Empresa Operadora externa.
- Facturación de las comunicaciones en función de la cantidad de información transmitida, lo que requiere un plan de optimización de costes dependiendo del volumen de datos y frecuencia de las transmisiones. Posibilidad de empleo de "horas valle" y de contratos específicos con las Operadoras.
- Imprescindible estudio previo de cobertura y viabilidad de costes en función de las previsiones de necesidad de transmisión, normalmente realizado por la empresa que dará el servicio.

ENLACE VÍA RTC: *Telefonía fija.*

- Coste de equipos y terminales reducido.
- Servicio a través de Empresa Operadora externa.
- Comunicaciones muy fiables y de bajo coste (habida cuenta de la baja ocupación requerida) o coste integrable en gastos ya comprometidos (si la comunicación ya está contratada).
- Necesidad de contar con tendidos ya existentes.

Los costes de instalación del sistema de comunicación vía RTC son mínimos, incluyendo el alta al servicio de la Compañía Operadora. Las consultas realizadas indican que los costes derivados de la conexión de las Unidades de Planta a la red general de telefonía son asumidos por la compañía con independencia de la distancia de éstas a la red general.

ENLACE VÍA CABLE:

- Equipos y terminales de coste muy reducido o sin coste (comunicación a través de los puertos de comunicación estándar que suelen incluir los equipos).
- Comunicaciones a través de red propia sin gastos adicionales.
- Costes de mantenimiento asociados a problemas de vandalismo y/o roturas accidentales.
- Comunicaciones fiables pero con existencia de limitaciones con la distancia.
- Complejidad y costes para establecer la infraestructura de enlace, dependientes de las distancias y condiciones entre los puntos a cubrir.
- Aconsejable principalmente, para la conexión de puntos próximos en una red de telecomunicaciones mixta.

2.2.2 Puesto Central

Las telecomunicaciones se gestionan a través del Puesto Central, desde donde se ejerce el control del sistema por parte del usuario. Dicho *Puesto* costará de un PC compatible ordinario, con un software SCADA instalado, más los correspondientes MÓDEM y antenas de telecomunicación.

De modo complementario al Puesto Central, se pueden plantear soluciones paralelas que aumenten la versatilidad en el control y en la gestión de la información.

- RED DE ÁREA LOCAL (LAN): Acceso al SCADA desde cualquier ordenador del mismo edificio.
- PC CON NAVEGADOR: Empleando un Navegador de Internet estándar se puede acceder directamente a cada remota en caso de que éstas estén dotadas de la opción servidor web, o directamente al SCADA del Puesto Central, a través de la conexión habitual a Internet.
- TELÉFONO MÓVIL: Opción de recepción de alarmas o realización de consultas vía SMS (se pueden llegar también, a configurar mandos).

El Puesto Central tiene por misión gestionar y controlar todos los puntos remotos y las comunicaciones con los mismos de manera sincronizada. Los programas necesarios y, en su caso, el hardware adicional que se precisen para esta función reciben el nombre genérico de SCADA (*Supervisory, Control And Data Acquisition*).

Finalmente, a la hora de seleccionar un SCADA, caben dos posibilidades:

- Adquirir un software completamente orientado a la aplicación específica que se pretende.
- Emplear un paquete comercial que el usuario debe parametrizar para su aplicación.

La diferencia fundamental entre ambas opciones es la relación habitual especificidad/versatilidad, aunque la evolución de estos sistemas hace que la distancia sea cada vez más estrecha.

En el primer caso, se desarrolla la aplicación adaptada exactamente a las necesidades del usuario, pero se establece una relación de dependencia con el programador y pueden surgir dificultades a la hora de conseguir protocolos de comunicación con elementos de campo ya instalados o futuros.

En el segundo caso, se adaptará el software al problema concreto a través de sus elementos de parametrización, que suelen cubrirlo extensamente y presentarse en editores gráficos intuitivos (no obstante, es recomendable realizar la configuración del SCADA a través de un gabinete de Ingeniería especializado). La ventaja principal es el incremento de versatilidad a la hora de considerar ampliaciones futuras de la red con remotas de distintos fabricantes y, normalmente, mayor facilidad de renovación.

2.3 Resultado

Como alternativas a la Telegestión de Aguas en la Mancomunidad de Municipios del Norte de Tenerife se plantean las siguientes opciones:

- **Opción A**: Sistema de gestión de datos mediante sensores de planta y registradores de datos sin capacidad de telecomunicación.
- **Opción B**: Sistema de gestión de datos mediante sensores de planta y registradores de datos con capacidad de telecomunicación mediante GSM (Telefonía móvil).
- **Opción C**: Sistema de gestión de datos mediante sensores de planta y remotas completamente modulares con capacidad de telecomunicación mediante RTC y Radio.

2.3.1 Opción A

Se plantea la alternativa de utilizar sistemas de almacenamiento de datos mediante Datalogger o registradores. Esta opción requerirá la instalación de los elementos de planta deseados: caudalímetros, turbidímetros o medidores de nivel, así como los elementos de gestión de datos: Datalogger. Con respecto a la infraestructura de comunicación,

se presenta la alternativa más sencilla en cuanto a costes y equipamiento, consistente en la "descarga manual" de datos a un PC, que posteriormente serán gestionados mediante un programa informático específico.

En el siguiente cuadro se muestra de forma esquemática las ventajas e inconvenientes de la utilización de este sistema de gestión en los municipios de la Mancomunidad del Norte de Tenerife:

Concepto	Ventaja	Inconveniente
Alimentación eléctrica	Se podrá elegir elementos de planta que no requieran alimentación eléctrica. Los Datalogger no requieren alimentación eléctrica ya que son autosuficientes energéticamente.	
Telecomunicaciones		No permite una telecomunicación verdadera, ya que la descarga de datos se realiza in situ.
Telemando		No admite la posibilidad de telemando.
Elementos de planta		
Otras		No resulta una herramienta eficaz en el control de fugas a tiempo real.

2.3.2 Opción B

Esta opción combina dos modalidades de gestión de datos. A diferencia de la anterior, introducimos elementos de planta que permiten una telegestión verdadera (Datalogger con capacidad de comunicación) y, por tanto, constituye una alternativa de gestión remota de caudales y demás parámetros. Consistiría en la instalación de sistemas de almacenamiento de datos a través de un registrador multicanal con módem GSM interno. Este sistema permite ser programado para la emisión de señales de alarma. Asimismo, puede comportarse como un Datalogger simple en el que se almacenaría la información para su posterior descarga a PC. El principal inconveniente lo encontramos en la mala cobertura GSM existente en determinados puntos de control (Plantas). Los datos remitidos vía GSM a la central se procesaran posteriormente mediante un software específico.

En el siguiente cuadro se muestra de forma esquemática las ventajas e inconvenientes de la utilización de este sistema de gestión:

Concepto	Ventaja	Inconveniente
Alimentación eléctrica	Se podrá elegir elementos de planta que no requieran alimentación eléctrica.	
Telecomunicaciones	Permite la trasmisión de datos mediante GSM y la programación de ventanas de tiempo en las que se podrá establecer conexión.	No permite una telecomunicación verdadera, ya que la descarga de datos se realiza in situ en aquellos puntos donde no se dispone de cobertura GSM.
Telemando		No admite la posibilidad de telemando.
Elementos de planta	Requiere la instalación de un único Datalogger por planta.	

2.3.3 Opción C

Se trata de un sistema de telegestión completo de parámetros como: caudal, nivel y calidad de aguas, en las distintas plantas de control de las redes de abastecimiento de los municipios de la Mancomunidad del Norte de Tenerife. En este sistema se introducen elementos de gestión de datos (Remotas) completamente modulares que permiten futuras ampliaciones en cuanto a nuevas señales o parámetros a controlar. A su vez, utilizando sus salidas de señal podemos efectuar telemandos desde el Puesto Central. Atendiendo al número de señales a controlar sería

necesaria la utilización de un SCADA en el Puesto Central. También se podría usar un navegador caso de que la estación remota permita esta opción y de que el número de señales sea reducido.

En el siguiente cuadro se muestra de forma esquemática las ventajas e inconvenientes de la utilización de este sistema de gestión:

Concepto	Ventaja	Inconveniente
Alimentación eléctrica		Requiere la dotación de energía eléctrica en cada uno de los puntos de control (Plantas) mediante el conexionado a la red eléctrica o mediante un sistema fotovoltaico.
Telecomunicaciones	Admite una comunicación fiable y segura mediante la conexión a la red de telefonía fija.	Requiere un proyecto de Telecomunicaciones para la instalación de una red de Telecomunicaciones por Radio en los municipios de la Mancomunidad del Norte de Tenerife.
Telemando	Admite la configuración del sistema para telemando desde el punto central.	Requiere la instalación de elementos actuadores (válvulas) en planta, no recogido en el presente estudio.
Elementos de planta	Requiere la instalación de una única remota por planta. Admite la instalación de medidores de turbidez como elemento de planta.	Requiere la instalación de elementos de planta de mayor complejidad y mayor coste.

La isla de Lanzarote ha experimentado un gran crecimiento económico en los últimos años. Esta situación ha obligado al Consejo Insular de Aguas de Lanzarote en colaboración con otras administraciones insulares (Cabildo e INALSA) y municipales (Ayuntamientos) a dotar de los recursos hidráulicos necesarios para satisfacer la creciente demanda.

Sin lugar a dudas, es reconocido hoy en día que para poder gestionar la oferta y la demanda de forma adecuada es necesario realizar un control muy preciso de los consumos de todos los sectores, así como de los volúmenes puestos a disposición en depósitos, transportados y distribuidos a los puntos de consumo, incluyendo el control de las pérdidas físicas del recurso en todo este proceso. Esta situación se puede ver mejorada en la actualidad con la introducción de sistemas de telegestión de redes, para la recogida automática de datos con mayor precisión. Asimismo se deben extender los sistemas de medida y control a los consumos públicos que actualmente, no estén suficientemente segregados.

El objetivo es disponer de información lo más abundante y fiable posible que permita detectar averías y fugas, establecer patrones de consumo, detectar fraudes y tomas incontroladas, planificar de forma coherente y eficiente la renovación de redes, así como poder realizar estudios exhaustivos de la demanda que permitan planificar y gestionar mejor la misma.

La optimización en la gestión y uso de las aguas, incidirá en una menor escasez de tan preciado elemento, al tiempo que minimizará o retrasará inversiones. Por otra parte, el mejor conocimiento del estado de los abastecimientos y la aplicación de nuevas técnicas, garantizarán la eficiencia de las inversiones, minimizando éstas a las necesidades reales.

3.1 Antecedentes

En los últimos años, INALSA (Insular de Aguas de Lanzarote) ha venido desarrollando en sucesivas etapas una serie de actuaciones encaminadas al control y reducción de pérdidas en sus redes de abastecimiento. La más

reciente ha consistido en la elaboración de un proyecto para sectorizar y controlar de forma permanente la red de Arrecife.

Hasta noviembre de 2004, solo se habían ejecutado 4 de los 17 sectores proyectados (San Francisco Javier, Argana Alta, Altavista-Tinasoria y Maneje-Argana Baja). No obstante, los buenos resultados obtenidos en la zona ya sectorizada de Arrecife y en otros abastecimientos de Canarias, a través de la sistemática de telecontrol permanente de fugas, ha animado a los responsables del Consejo Insular a impulsar esta iniciativa. Así, enmarcado en el proyecto AQUAMAC se han puesto en funcionamiento otros 4 sectores (El Cable, La Concha, García Escamez y Galviaty) lo que ha permitido añadir a los 54 km de red que ya se telecontrolaban, otros 32,6 km.

Los niveles medios de regeneración de averías que se han determinado en las redes de abastecimiento de la isla, hacen que a los buenos resultados que se obtienen con campañas de choque de localización de fugas, sigan progresivos incrementos en los niveles de mermas, que menguan en gran medida los resultados obtenidos. De ahí, que se haya contrastado que el saneamiento de la red en sectores de la misma, equipados con mecanismos para el control permanente de fugas es la sistemática existente más eficiente para sostener en el tiempo los resultados obtenidos.

3.2 Metodología

La implantación de un sistema de control permanente conlleva básicamente los siguientes aspectos:

- Modelización matemática de la red para el conocimiento de su funcionamiento hidráulico, y análisis de la mejor configuración de los sectores.
- Sectorización de la red en zonas de más fácil control. Implica cierre de válvulas y cortes de red para el aislamiento de los diferentes sectores.
- Configuración de las Unidades Operativas de Control (UOC). Instalación de equipos hidráulicos y de telecontrol en cabecera de cada sector. Consiste en una obra civil de 2 arquetas que albergan un contador emisor de pulsos, un filtro y 2 válvulas de control, en cuanto a elementos hidráulicos se refiere. También, se dispone de un datalogger dotado de microprocesador que conectado al contador emite vía telefónica informaciones a un puesto central de control.
- Configuración del puesto central donde se recibe la información a través de una aplicación hecha a medida, se analizan los registros y se manifiestan las alarmas ante valores anormales que denoten aparición de fugas en el sector en cuestión.

3. 3 Resultado

Las actividades desarrolladas se muestran a continuación:

A. Obra civil e instalación de 4 Unidades Operativas de Control (UOC).

Se incluye la realización de las obras y la instalación de 4 Unidades Operativas de Control (UOC) en los sectores de El Cable, La Concha, García Escamez y Galviaty de la red de abastecimiento de Arrecife. Cada UOC consta de una válvula de cierre elástico, filtro, contador con emisor de impulsos y registros de arquetas.

Figura 2. Elementos hidráulicos del Cable.

Figura 3. Arquetas de García Escamez.

Figura 4. Válvula en García Escamez.

Figura 5. Elementos hidráulicos en Galviaty.

B. Equipos de control permanente.

Consiste en unos registradores de datos (datta-logger) para el control permanente de los caudales y volúmenes que se aportan a cada UOC en los diferentes sectores, a través de un sistema de transmisión a distancia, vía teléfono. Cada equipo incluye una unidad memorizadora de pulsos, microprocesador, equipo de transmisión telefónica, armario hermético y el cableado correspondiente.

Figura 1.- Equipo de telecontrol en Galviaty.

Figura 2.- Arquetas y armario de telecontrol de Galviaty.

Figura 3. Contador y armario de telecontrol de García Escamez.

Figura 4. Armario de telecontrol del Cable.

Figura 5. Armario de telecontrol de La Concha.

C. Pruebas, puesta en funcionamiento y ajustes.

Se realizaron las pruebas, puesta en funcionamiento y ajustes necesarios, para el correcto funcionamiento del Sistema.

D. Gestión del telecontrol.

La gestión del telecontrol comprende:

Comprobación diaria de los estados de las estaciones remotas.

Se comprueba diariamente la comunicación desde el puesto central de control a todas las estaciones, interviniéndose de forma oportuna cuando ésta no se produce correctamente.

Detección de anomalías en el suministro de la red de abastecimiento.

Se observan con detenimiento las gráficas diarias para conocer de forma inmediata las incidencias y posibles anomalías que se puedan producir en la red de abastecimiento.

Comunicación de anomalías.

Se realizan comunicaciones de anomalías cada vez que se producen, donde se indican los sectores hidráulicos en los que existen fugas, para que de este modo INALSA pueda actuar de forma inmediata en su localización, sea por medios propios o mediante la contratación de especialistas.

Realización de informe del control permanente de fugas.

En este informe se hace una valoración de los estados actuales de la red de abastecimiento de agua potable, en los que se indica en cada una de las UOC:

- Características y funcionamiento hidráulico de los sectores.
- Metodología.
- Resultados obtenidos.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones.

Se adjunta reportaje fotográfico acreditativo de los registros obtenidos de las instalaciones de las UOC.

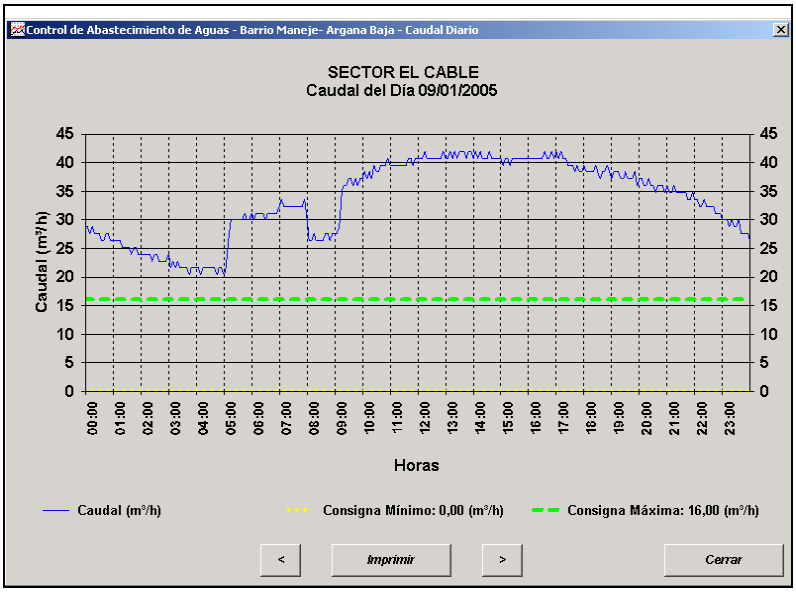

Figura 6. Registros telecontrol de El Cable.

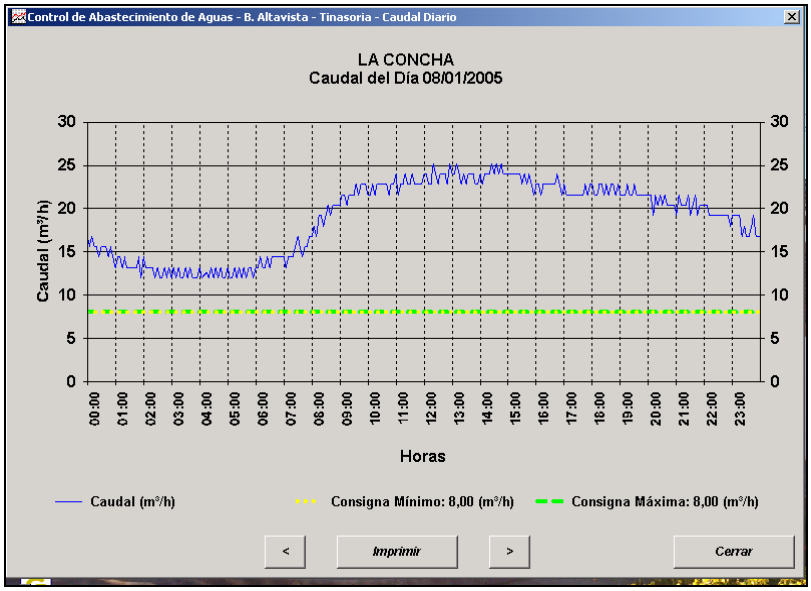

Figura 7. Registros telecontrol de La Concha.

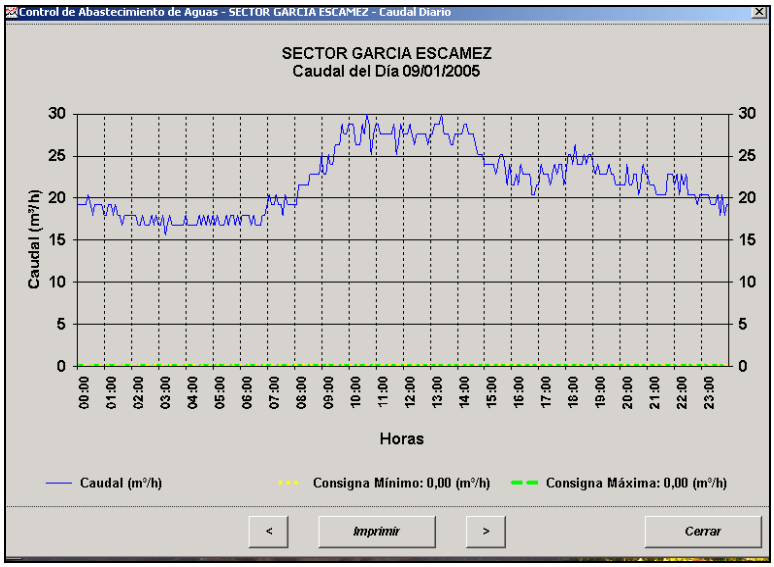

Figura 8. Registro telecontrol de García Escamez.

3.1 Antecedentes

El municipio de Teror, en las medianías del Norte de Gran Canaria, tiene una superficie de 25 Km2 caracterizada por unos contornos irregulares y una altitud media de 543 m,

Actualmente Teror, con una población de casi 12.000 habitantes, es un municipio que está en expansión, en parte debido a su cercanía con la capital de Las Palmas de Gran Canaria. Posee un gran dinamismo económico basado en las actividades del sector agrícola destinado a la producción de productos para abastecer al mercado local y también en una interesante industria alimenticia de amplio reconocimiento en la isla: repostería, embutidos y aguas minerales.

La escasez de agua en Gran Canaria se manifiesta especialmente en municipios como el de Teror, que viene padeciendo en los últimos años restricciones en el abastecimiento por la reducción de la oferta de agua y el aumento de la demanda.

Del lado de la oferta la reducción ha sido ocasionada por:

- Reducción de los recursos subterráneos por su sobreexplotación continuada, incrementándose los costes de extracción y afectando a la calidad de las aguas.

- Reducción de caudales en las explotaciones subterráneas existentes, con la consiguiente necesidad de reperforación de pozos
- Competencia de los diversos usos que comparten la utilización del agua
- Imposibilidad de suministro con agua desalada a precios razonables

Del lado de la demanda las características principales son:

- Incremento de las dotaciones de abastecimiento por transformaciones en la cultura del agua e incremento del nivel de vida
- El suministro era discontinuo para disminuir el tiempo en que la red estaba en servicio y las presiones, sin embargo para mejorar las condiciones del servicio, se pasó a dar de forma continua, de manera que se incrementaron las pérdidas de manera temporal.
- La economía de la zona se veía comprometida por la carestía y escasez del agua, sin que se encontraran soluciones alternativas viables.

No podemos obviar que determinadas características del municipio afectan sensiblemente a los resultados técnicos y económicos del abastecimiento; así, presenta peculiaridades comunes a otros municipios insulares, además de algunas otras bastante singulares:

- Gran extensión superficial.
- Gran diseminación urbana.
- Grandes desniveles.
- Desproporcionada extensión de la red (14 m/habitante).
- Importante diseminación de las fuentes de abastecimiento.
- Excesivo número de depósitos.
- Tradicional escasez del agua.

La nueva política de aguas impulsada por la Directiva Marco plantea una ambiciosa propuesta que combina la protección medioambiental con el consumo a largo plazo y un desarrollo sostenible. La gran presión y sobreexplotación de la que está siendo objeto este recurso natural hace necesaria la adopción de ciertas medidas destinadas a reducir su consumo, lo que implica una gestión de la demanda. En relación a este punto, la Directiva establece que “las medidas se adoptan para fomentar el uso eficiente y sostenible del agua en su intento por alcanzar sus objetivos (medioambientales)”.

Los trabajos se iniciaron en Teror hace ya algunos años, por un lado actuando sobre la sensibilidad en el uso del agua y por otro realizando las medidas técnicas que permitieran mejorar la eficiencia de los servicios de abastecimiento para, de este modo optimizar los recursos disponibles sin nuevas aportaciones (Figura 13-14).

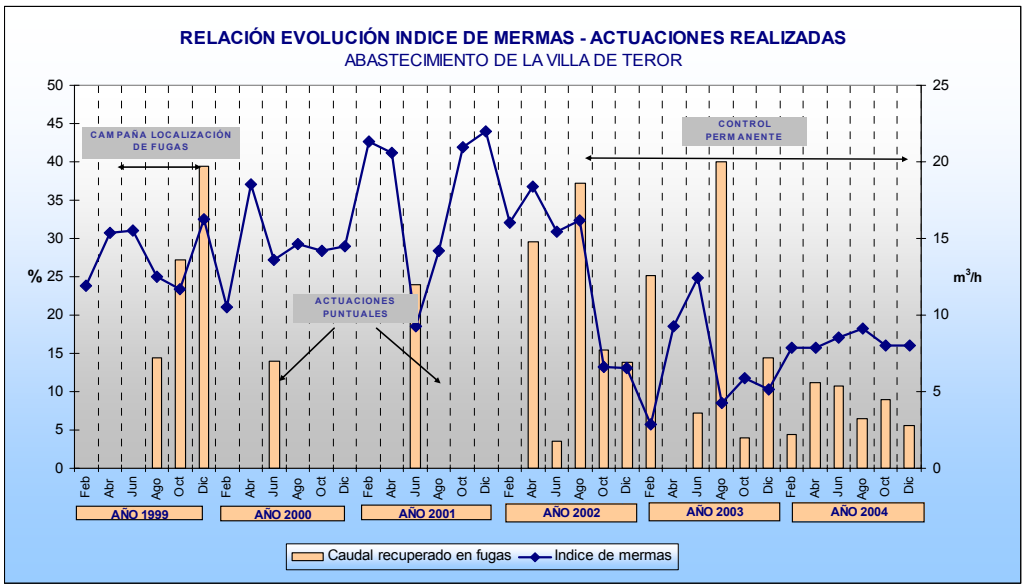

Figura 13. Evolución del indice de mermas y actuaciones realizadas en Teror

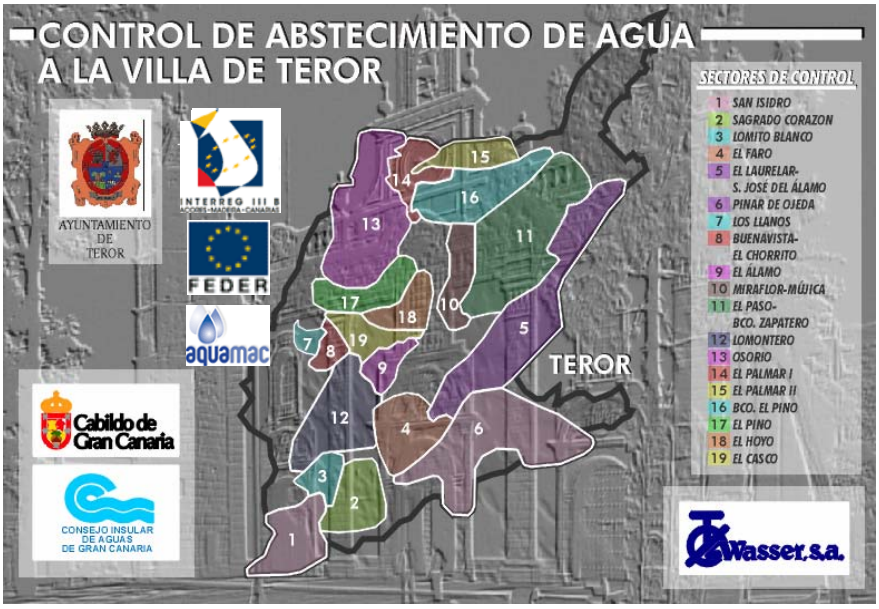

Figura 14. Sectorización de redes de abasto de Teror

3.2 Objeto de los trabajos

El objeto de los trabajos es continuar y complementar la línea de actuación que se ha venido desarrollando en el municipio para incorporar al sistema de telecontrol de la red de abastecimiento los tramos de la red en alta que, a pesar de tener grandes pérdidas no habían sido incluidos en las etapas anteriores, por lo que existía un importante desfase entre las pérdidas en la aducción (32%) y en la distribución (16%) que se corregirá a medio plazo con el control permanente en estos nuevos tramos.

En el marco de cooperación INTERREG III-B y el programa AQUAMAC, se ha desarrollado la implantación de un telecontrol permanente de fugas llevada a cabo en el abastecimiento de Teror, iniciada hace 3 años con la implantación de un sistema de teledetección de fugas en la red de distribución del abastecimiento que se culmina

ahora con la red en alta. La motivación final para incluir este trabajo ha sido compartir la experiencia adquirida y los resultados en la mejora de la eficiencia y la optimización de la gestión (Figura 15).

3.3 Trabajos realizados

De forma muy simplificada, la implantación del sistema de teledetección de fugas consiste en:

- La división de la red de distribución en sectores de no más de 10 km.
- La instalación en la entrada de cada uno de ellos de estaciones remotas.
- La instalación de un puesto central de control en dependencias del Ayuntamiento.

La sistemática de funcionamiento se basa fundamentalmente en:

- La recepción por parte de las estaciones remotas, de los registros indicadores del paso de agua que discurre en todo momento por los caudalímetros a los que están conectadas.
- El envío de estas informaciones vía telefónica RTC al puesto central.
- La superación de niveles de caudal superiores a los considerados como razonables, se manifiestan como alarmas que alertan sobre la aparición de fugas.

La gestión del sistema de telegestión de fugas, permitió en menos de un año bajar el índice de mermas de la red de distribución del 35 al 16%, cifra en torno a la cual se ha mantenido desde entonces. Esta reducción en los niveles de pérdidas supone en el abastecimiento de Teror un volumen de 90.000 m3/año, lo que traducido a términos económicos viene a significar 82.800 €/año.

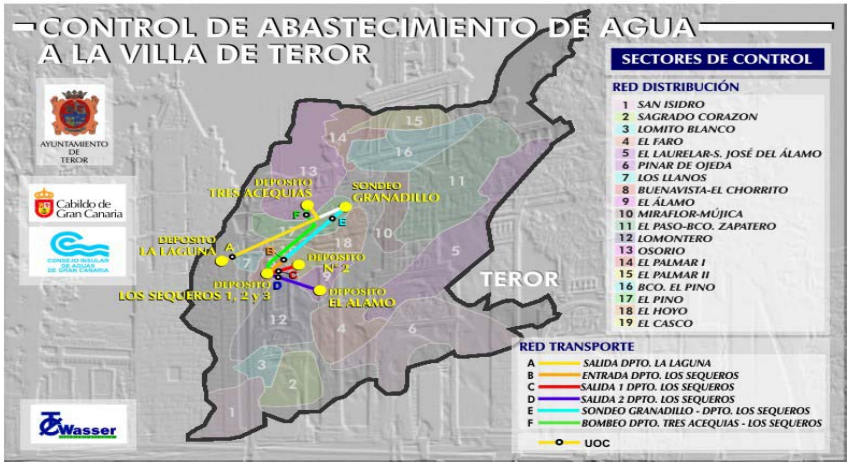

Figura 15. Sectorización y redes de transporte de agua de abasto en Teror

Los buenos resultados obtenidos en la red de distribución, junto a los altos niveles de pérdidas existentes en la red de transporte, han determinado a finales de 2004 la extensión de la sistemática a esta última.

La implantación del sistema de telegestión en 6 sectores de la red de transporte presenta, con respecto a las instalaciones anteriormente comentadas, las siguientes novedades:

- La transmisión de la información se realiza vía GSM, dada la habitual falta de líneas telefónicas en estas zonas del abastecimiento.
- La disposición de sondas de niveles en aquellos depósitos de almacenamiento que aportan a las zonas controladas.

Las ventajas derivadas de la extensión del proyecto a la red de transporte, suponen el control permanente de las fugas en esta parte del abastecimiento. La determinación de las fugas, tan pronto se produzcan, permitirán reducir los niveles de mermas a cifras razonablemente bajas. Y por otra parte el control de niveles de los depósitos de almacenamiento, lo que a su vez, permite:

- Realizar operaciones de trasvases y de previsión de suministros, atendiendo a las informaciones recibidas vía GSM, evitando así, las idas y venidas de los celadores del Servicio para comprobar niveles.
- Recepción de alarmas en los teléfonos móviles de responsables del Servicio, indicando niveles de llenado y vaciado de los depósitos, que recomienden, por ejemplo, la parada o puesta en funcionamiento de una estación de bombeo.

Control de pérdidas en el propio depósito. Interrumpido el aporte a un depósito, la comparativa entre el volumen de vaciado y el que se registra a la salida del depósito nos indica el nivel de pérdidas del mismo.

3.4 El control permanente

Es un proceso de Ingeniería que permite establecer una sistema de control y mantenimiento del nivel de fugas, tras una campaña búsqueda de fugas y si fuera posible reducirlo paulatinamente

Se consigue con la ayuda de un modelo matemático con el que dividimos el abastecimiento en sectores que puedan ser abastecidos desde un solo punto. Algunas obras y ajustes serán necesarios en el abastecimiento (Figura 16).

Figura 16. Ejemplo de algunas obras y adaptaciones realizadas

La implantación de una batería de accesorios a la entrada de cada sector nos permite obtener los datos y parámetros de cada uno de ellos, para comparativamente con los prefijados, realizar el control, y seguimiento (Figura 17).

Los caudales, volúmenes y presiones son archivados en el logger y trasmitidos periódicamente, vía teléfono o GSM, al puesto central.

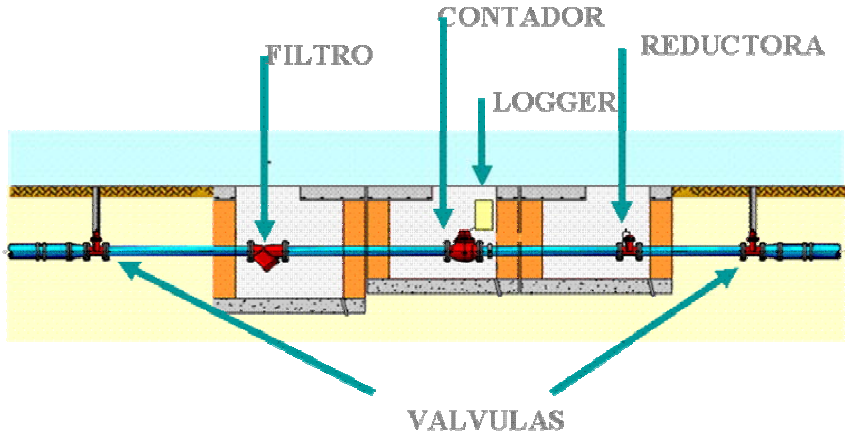

Figura 17. Esquema de los elementos de control instalados en la red

De forma automática, el sistema emite diariamente un informe que recoge todos los valores a controlar, destacando en rojo aquellos que superando los valores prefijados como admisibles, exigen del ingeniero de explotación un examen más profundo y la adopción de medidas correctoras.

Las fugas aparecen con bastante regularidad como se ve en la Figura 18, en el que se incluye una línea de tendencia con un crecimiento de aproximadamente el 3% anual (rojo). En el sistema tradicional se realizaban campañas de detección de fugas que mejorar la eficiencia en un momento dado (amarillo), generando así una gráfica en dientes de sierra. Pero con un control permanente trabajamos día a día por mantener los valores en un umbral óptimo de rentabilidad (verde).

El control continuo de aportaciones nos proporciona además múltiples utilidades marginales, tales como comparación detallada de aportaciones y facturación, horas de funcionamiento, control de cierres, ajuste de presiones, etc..

Mediante la extensión progresiva del sistema de telegestión a la totalidad de la red de transporte se conseguiría llevar el porcentaje de mermas del total del abastecimiento a en torno un 20%, lo que significaría un ahorro de 65.000 m3/año y 59.800 €/año, a sumar al ya conseguido en la red de distribución.

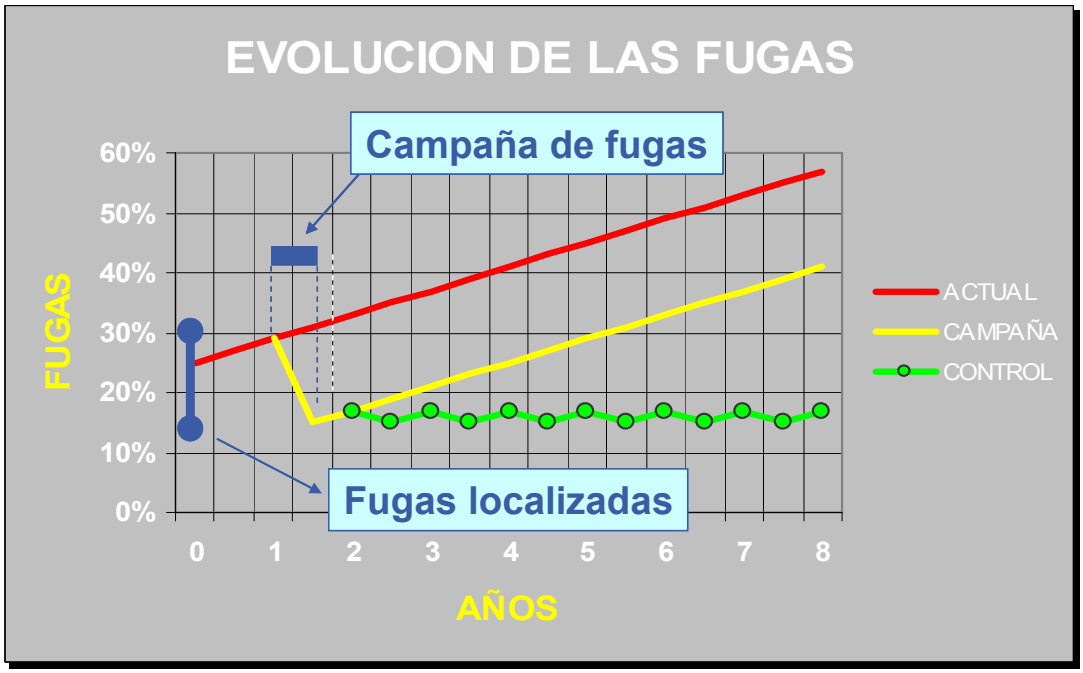

Figura 18. Evolución y tendencia de las fugas en las redes de Teror

3.5 Conclusiones

De la experiencia acumulada podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Los trabajos de mejora de la eficiencia no deben ser tan solo campañas aisladas, sino una medición continua de los caudales que permita conocer de primera mano y al instante el comportamiento de cada uno de los sectores.
- Dado que es un trabajo muy especializado es recomendable por cuestiones de economía de escala la coordinación de varios telecontroles Municipales en una oficina central que permita reducir costes y aumentar el personal con dedicación exclusiva. Este personal externo debe mantener un contacto

estrecho con los responsables del abastecimiento auxiliándoles técnicamente y realizando un seguimiento específico de cada avería.

- El sistema permite a los responsables del Ayuntamiento conocer el estado de funcionamiento de la red en cada momento y añade transparencia a la gestión de las aguas.
- El ahorro de agua conseguido es muy importante, tanto, que ha aliviado sensiblemente la tensa situación del abastecimiento de Teror y por otra parte se ha rentabilizado con creces la inversión realizada gracias a la contención de las compras de agua.
- Las campañas de sensibilización y de recuperación de la tradicional cultura de ahorro de agua siguen teniendo una importancia crucial para la sostenibilidad, pero deben tener su justa correspondencia con la eficiencia del abastecimiento, ya que no cumpliéndose este requisito, no es posible exigir un compromiso efectivo del usuario en el ahorro.
- Es aconsejable que las actuaciones en telecontrol vayan acompañadas de desarrollo del telemando que mejore la explotación del sistema con muy poca inversión más. La integración de todos los sistemas simplifica la tarea del gestor y le permite estudiar el sistema
- La metodología aplicada posibilita la evolución de una gestión empírica e intuitiva de los abastecimientos, que en un estado inicial carecían de elementos básicos e imprescindibles como cartografía, inventario, control de presiones o caudales, a una gestión más racional y fundada en criterios técnicos que permite discriminar y priorizar las inversiones en función del estado y comportamiento real de la red, con el consiguiente ahorro
- Experiencias como las que se está llevando a cabo en el abastecimiento de Teror son perfectamente extrapolables al contexto y escenario del programa AQUAMAC, en donde por medio de una adecuada gestión, la reducción de pérdidas hidráulicas del abastecimiento reduce su peso negativo en el balance y por tanto mejora la garantía del suministro, la protección del medioambiente, el precio y calidad del servicio de abastecimiento.