

# ESTUDIO BASE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LOS AYUNTAMIENTOS DE LA ASOCIACIÓN DE DESARROLLO RURAL SAJA-NANSA



**Saja Nansa**  
ASOCIACIÓN DE DESARROLLO RURAL

**Héritas**  
Soluciones tecnológicas

Heritas, Soluciones tecnológicas sl.  
Ruiz zorrilla nº 17 B (bajo)  
C.P. 39009 Santander Cantabria  
Tlfn/Fax: 942229975  
info@heritas.es

## Índice

1.	Antecedentes .....	2
1.1.	Criterios empleados.....	4
1.2.	Beneficios del Proyecto .....	6
2.	Fichas relativas a las redes hidráulicas .....	7
3.	Definición del Equipamiento necesario en los Sistemas de Telecontrol .....	8
3.1.	Sensórica.....	9
3.1.1.	Sensor de Nivel .....	9
3.1.1.1.	Características Técnicas .....	9
3.2.	Equipo de Telecontrol.....	10
3.2.1.	Características Generales:.....	10
3.2.2.	Características Técnicas: .....	11
3.3.	Centro de Control .....	13
3.4.	Sistema de Suministro Energético .....	19
3.4.1.	Diseño y dimensionamiento de los Sistemas Fotovoltaicos.....	19
3.4.1.1.	Condiciones de diseño .....	19
3.4.1.2.	Consideraciones básicas.....	20
3.4.2.	Protecciones Eléctricas. ....	21
4.	Solución de conectividad hacia la red troncal .....	22
5.	Esquema básico de conexionado .....	26
6.	Valoración económica .....	27
7.	Mejoras a implementar .....	28
7.1.	Solución para control de Fugas y gestión informática de la red hidráulica.....	29
7.2.	Sistema de dosificación de cloro.....	30
7.3.	Medición de otros parámetros de calidad del agua. ....	33
7.4.	Mejora de la Eficiencia Energética en el Alumbrado Público .....	35
7.5.	Información Georeferenciada. ....	36
7.6.	Videovigilancia.....	37
7.7.	Protección de bombas.....	38

## 1. Antecedentes

El Proyecto RIEGA consiste en el desarrollo de un Sistema de Telecontrol de recursos hídricos a nivel municipal con el objetivo de situar a la comarca del Saja-Nansa como ejemplo de gestión moderna este tipo de recursos.

Se trata de una experiencia pionera en España y probablemente en Europa, dentro de un marco orográfico complejo, y que afecta a un número considerable de municipios, por lo que de él cabe esperar los siguientes beneficios:

- Mejora del nivel de calidad de vida de un gran número de habitantes.
- Antecede a otros proyectos que paulatinamente irán profundizando en la resolución de problemáticas sociales en entorno rural.
- Supone una contribución a impulsar actuaciones generadoras de riqueza y actividad económica.
- Aporta ideas relacionadas con la creación de nuevos tipos de empleo en el sector rural.
- Apoya las iniciativas de tipo turístico ya existentes en la zona, permitiendo ofrecer una imagen moderna (nuevas tecnologías, sostenibilidad, gestión eficiente de recursos, etc) muy valorada por los visitantes de la zona.
- Contribuye claramente al cumplimiento de los objetivos que desde la perspectiva medioambiental se están impulsando en la Unión Europea.
- Comparte la línea marcada por los criterios de la Agenda 21 y a las directrices que emanan de la Directiva Marco del Agua.

El presente estudio supone una descripción de los diferentes trabajos y condiciones técnicas que debe cumplir la ejecución de un Sistema de Control de recursos hídricos en la comarca del Saja-Nansa.

El ámbito del estudio comprende las Redes de Abastecimiento de los municipios incluidos en el ámbito territorial de actuación de la Asociación de Desarrollo Rural Saja-Nansa. En concreto el estudio abarca los siguientes municipios:

- Cabezón de la Sal
- Cabuérniga
- Herrerías
- Lamasón
- Los Tojos
- Mazcuerras
- Peñarrubia
- Polaciones
- Rionansa
- Riente
- San Vicente de la Barquera
- Tudanca
- Udías
- Valdáliga
- Val de San Vicente

El estudio comprende en una primera parte una serie de fichas con toda la información existente acerca de las redes de abastecimiento de los diferentes municipios. Cada ficha contiene información relativa a un punto de la red hidráulica (depósito, bombeo, contador) e incluye tanto las características técnicas (en el caso de un depósito, altura de la lámina de agua por ejemplo) como fotografías descriptivas para situar correctamente el emplazamiento del mismo.

Posteriormente se describirá el equipamiento necesario desde el punto de vista de instrumentación para implementar correctamente un Sistema de Telecontrol que permita monitorizar el estado de estas redes. En este sentido se definirán las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos.

Se incluirá todo lo relativo a los equipos destinados a permitir la conexión de las unidades de instrumentación con la red troncal de telecomunicaciones desplegada en la zona.

A continuación, desde el punto de vista energético, se evaluarán los consumos de aquellos puntos sin acceso a acometidas eléctricas, y se propondrá una solución para el abastecimiento de estas localizaciones basadas en la instalación de sistemas fotovoltaicos autónomos.

Una vez exista un planteamiento general en cuanto a las instalaciones y equipos que necesita cada municipio, el presente estudio incluye un presupuesto aproximado para la instalación de un Sistema de Telecontrol para cada uno de ellos.

Por último, se enumerarán una serie de mejoras factibles técnicamente, y que pueden suponer un aumento muy sensible del valor añadido del proyecto.

## **1.1. Criterios empleados**

El estudio desde la perspectiva de ejecución del mismo se ha llevado a cabo con los criterios orientativos siguientes:

- Alcance a todos los Ayuntamientos pertenecientes a la comarca.
- Análisis de las redes existentes, examinando sus carencias y necesidades.
- Conocimiento del punto de vista de los Ayuntamientos y de la existencia de modelos de gestión en los que se combina la iniciativa privada y la propia del Ayuntamiento.
- Separación clara de las instalaciones municipales frente a las propias de la Consejería de Medio Ambiente.

- Atención a las instalaciones activas en la actualidad, distinguiéndolas de las que ya no lo están.
- Atención a las actualizaciones que se están llevando a cabo así como aquellas otras que ya cuentan con dotación económica, y serán llevadas a cabo en un corto plazo de tiempo.
- Diseño de soluciones modulables, que permitan mantener una instalaciones de similares características en los diferentes municipios, así como su futura ampliación con nuevos servicios y aplicaciones.
- Unificación de criterios que permitan que las soluciones mantengan una misma base tecnológica..
- Especial atención a que las soluciones a implantar sean sostenibles en el tiempo, una vez transcurra el tiempo de desarrollo del proyecto.
- En coordinación con los elementos de Transporte de Información y de la Red de Comunicaciones.
- Análisis de las necesidades energéticas de cada instalación y proponiendo soluciones que garanticen el soporte necesario.
- Integración con los sistemas actualmente existentes, especialmente con los sistemas de cloración y de medida de caudal.
- Facilitar el ahorro energético en las instalaciones así como el desarrollo de las distintas medidas que incrementen la seguridad de las instalaciones.

## 1.2. Beneficios del Proyecto

La implementación de procesos de Telecontrol en redes hidráulicas aportará una serie de beneficios a la gestión de los municipios:

- Conocimiento de la situación de las redes en tiempo real.
- Seguimiento de los parámetros de calidad del agua.
- Mejorar la seguridad de los recintos
- Lectura de contadores en remoto.
- Detección de fugas en la red.
- Protección de los sistemas de bombeo.
- Suministro energético en base mediante energías renovables, reduciendo la dependencia energética de los municipios.
- Facilitar la tarea de gestión diaria y de mantenimiento. Para lo que será necesario definir soluciones, modulares, escalables y mantenibles remotamente.

Aunque los objetivos prioritarios se centran en los sistemas de control del nivel de depósitos, nos ha parecido necesario adentrarnos en las cuestiones anteriormente citadas en la creencia de que el proyecto es un primer paso, y posteriormente al mismo se deben ya dibujar objetivos que lo complementen y refuercen.

Por ello y basados en el despliegue de la red, hemos planteado una serie de soluciones que contemplan otros aspectos de importancia en la gestión municipal.

## 2. Fichas relativas a las redes hidráulicas

En las fichas que se muestran a continuación se pueden observar los puntos estratégicos de cada municipio para la gestión de sus redes de abastecimiento de agua potable.

Cada punto (depósito, bombeo o contador) incluye información esencial sobre las siguientes características:

- Municipio en el que se encuentra el punto.
- Localidad más cercana al punto.
- Localización en coordenadas UTM. Para todos los puntos del estudio el Huso es constante e igual a 30.
- Características principales:
  - En caso de depósitos, existencia de acometida eléctrica cercana, altura de la lámina de agua, diámetros de tubería, procedencia y destino del agua, etc.
  - En el caso de bombeos, tensión, intensidad y potencia de las bombas, procedencia y destino del agua, etc.
  - En el caso de contadores de agua, existencia de acometida eléctrica cercana marca y modelo del contador, diámetro de tubería, procedencia y destino del agua, etc.

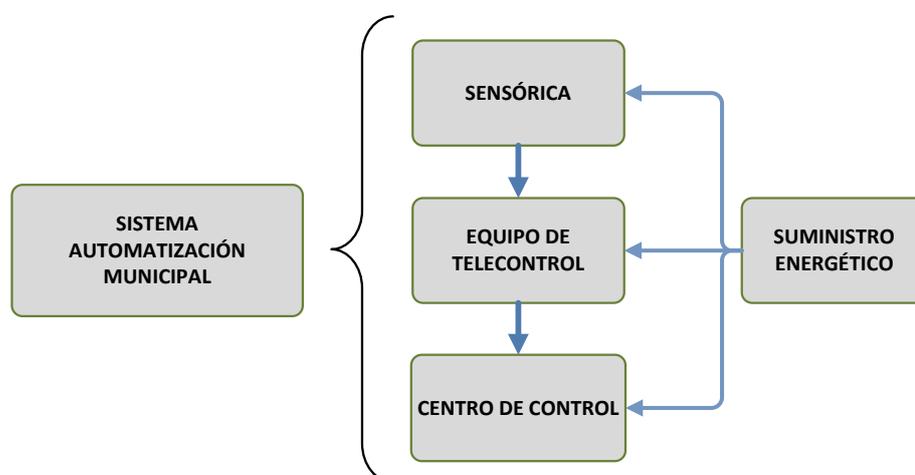
Existen algunas informaciones que no han podido ser averiguadas debido al desconocimiento por parte de los municipios implicados, la mayoría relativa con las características eléctricas de las bombas.

**Es importante señalar que el Ayuntamiento de Herrerías no dispone de depósitos municipales por lo que se ha eliminado del estudio.**

### 3. Definición del Equipamiento necesario en los Sistemas de Telecontrol

Para una correcta implementación de un Sistema de Telecontrol, es necesario contar con los siguientes equipos básicos:

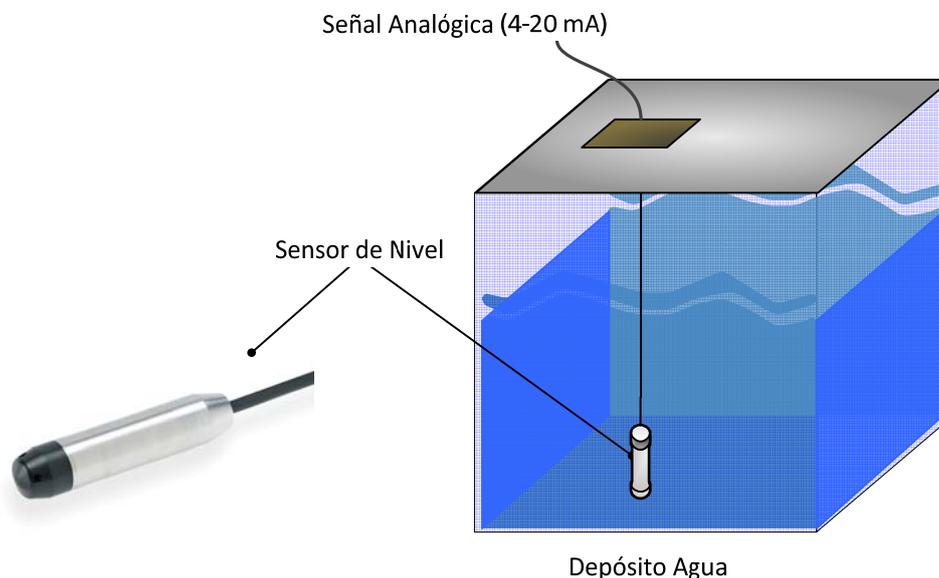
- **Sensórica:** en el caso de la medición del nivel, se trabajará con sondas de nivel hidrostáticas, que una vez instaladas en el interior de los depósitos, emitirán una señal eléctrica proporcional al nivel de agua.
- **Equipos de Telecontrol:** Su misión será registrar estas señales eléctricas a través de sus entradas analógicas y enviarla al PC (Centro de Control) utilizando la infraestructura de comunicaciones desarrollada en la zona.
- **Centro de Control:** es el encargado de procesar la información recibida de los equipos de telecontrol. Para ello contará con una aplicación informática para la gestión y visualización de la Red Hidráulica.
- **Sistema de suministro energético:** proporcionará la energía eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de la sensórica y equipos de telecontrol. En aquellas localizaciones sin acceso a acometida eléctrica se instalarán sistemas fotovoltaicos autónomos.



## 3.1. Sensórica

### 3.1.1. Sensor de Nivel

Un sensor de nivel introducido en el depósito mide la presión hidrostática de la columna de líquido provoca una variación de capacidad en la celda de medida a través de la membrana. Esa variación se transforma en una señal normalizada 4/20 mA, que es enviada al equipo de telecontrol para su análisis.



#### 3.1.1.1. Características Técnicas

- Principio de medida: Medición de la presión hidrostática entre la superficie del líquido y la posición del transmisor sumergible. Conversión de la magnitud física (presión/nivel) en eléctrica mediante un sensor capacitivo cerámico.
- Célula de medida: Sensor capacitivo cerámico.
- Alcance de la medida: 0-10 m de columna de agua.
- Alimentación: 8-30 VDC

- Consumo:  $\leq 0.675$  W a 30 Vcc
- Señal de salida analógica: 4-20 mA
- Presión máxima admisible: 40 bar
- Precisión:  $\pm 0,2\%$  del fondo de escala
- Tiempo de calentamiento: 20 ms
- Tiempo de estabilización: 150 ms
- Valor inicial: Ajustable desde 0-100% del rango de medida
- Valor final: Ajustable desde 0-100% del rango de medida
- Protección de entrada: IP 67

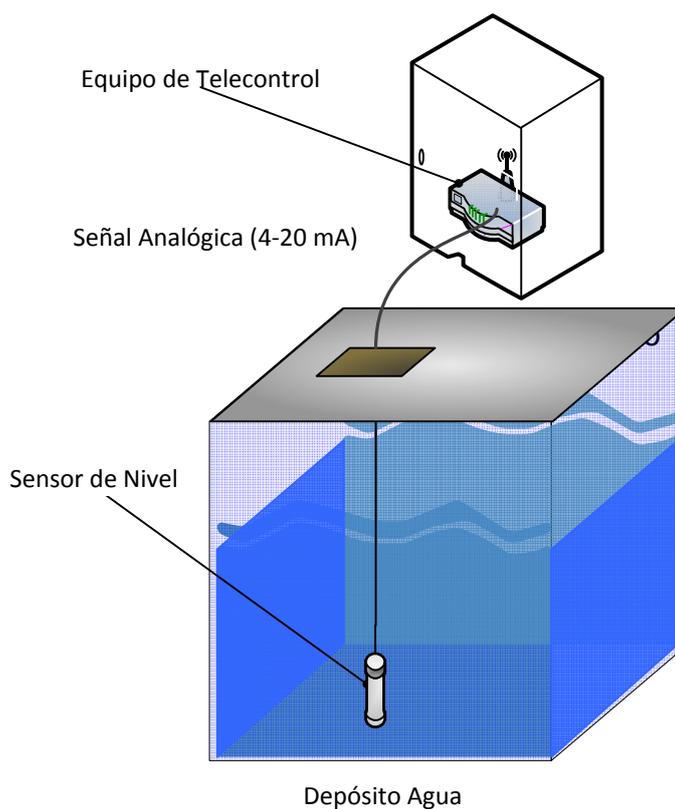
## 3.2. Equipo de Telecontrol

### 3.2.1. Características Generales:

Este equipo deberá cumplir una serie de características generales, que describimos a continuación:

- Deberá tratarse de un equipo que permita la lectura remota de los distintos sensores utilizados para la gestión de los recursos hídricos.
- Contará con varios puertos (entradas analógicas y digitales) donde conectar los diferentes sensores o actuadores para el control de los diferentes elementos de una red de distribución. De este modo es posible configurar el equipo según las necesidades de cada punto de la red.
- Podrá configurarse a través de su puerto serie.

- Mediante un modem GSM/GPRS o con un transmisor Wi-Fi será posible la comunicación remota con el Centro de Control.
- Al menos deberá contar con un módulo de comunicaciones Wi-Fi, para poder transmitir los datos utilizando la red desplegada en los distintos municipios.



### 3.2.2. Características Técnicas:

- Cinco puertos para conectar tarjetas:
  - Contadores rápidos (máximo 3 contadores).
    - Tensión de entrada: 3,5 - 24V<sub>DC</sub>.
    - Protección contra rebotes configurable.
    - Entradas aisladas ópticamente.

- Entradas analógicas (lazo de corriente 4 - 20 mA).
  - Entradas aisladas ópticamente.
  - Rango de entrada (lineal): 2 – 22 mA.
  - Posibilidad de conectar gran variedad de dispositivos con interfaz 4-20mA:
    - Medidores de nivel en tanques.
    - Medidores de Ph.
    - Contadores flujométricos.
    - Medidores de turbiedad.
    - Termopares, etc.
- Sensores de intensidad de efecto Hall
  - Aislamiento eléctrico.
  - Rango de intensidades: 5 a 30Arms.
  - Lectura de intensidad AC y DC.
- Puerto de comunicaciones RS232.
- Alimentación:
  - Tensión nominal: 12 V DC.
  - Rango de alimentación: 5 a 35Vdc .

### 3.3. Centro de Control

Se plantea a continuación un modelo de gestión informática, común para todos los ayuntamientos, describiendo de forma resumida las características más importantes del mismo. Este sistema busca darle sentido a la instalación y puesta en marcha de la sensórica que corresponde a este estudio, que sin un sistema que gestione estos datos no tendría un verdadero sentido o aplicación.

Como se ha mencionado en apartados anteriores se instalarán distintos equipos de telecontrol con sus sensores en los puntos seleccionados en el municipio. Los valores recogidos por los distintos equipos de telecontrol necesitan ser recogidos, almacenados y tratados para darles utilidad. A continuación se describirá brevemente como se realizará esta tarea.

Para la transmisión de los valores recogidos por los equipos se aprovechará la red Wi-Fi desplegada en todo el municipio que garantiza cobertura en los puntos en los que se realizarán las instalaciones. La recepción de estos datos se realizará en un ordenador de sobremesa que actuará de servidor para almacenar y gestionar estos valores. Por lo tanto, este ordenador, deberá disponer de una conexión a Internet o en su defecto pertenecer a la red Wi-Fi desplegada, es decir, encontrarse dentro de la misma red que toda la sensórica.

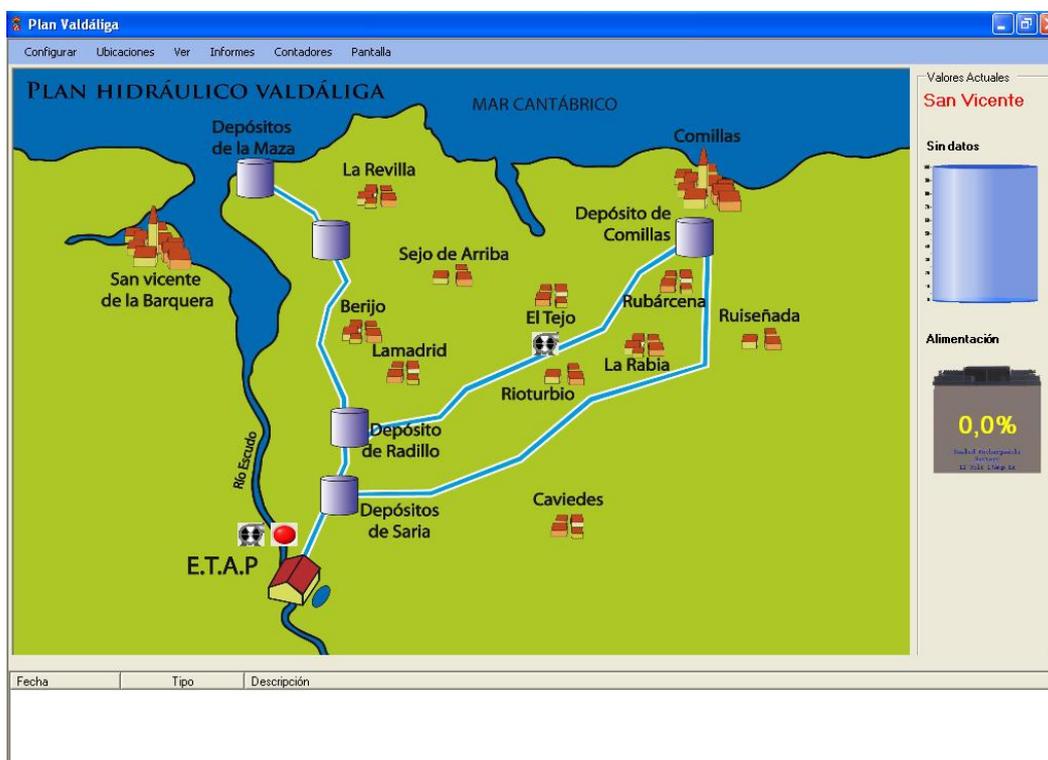
La función principal del ordenador será la de gestionar los valores recibidos, por lo que deberá estar disponible en todo momento. Para ello la fase de recepción, tratamiento y almacenamiento de los datos deberá ser transparente al usuario. Deberá estar programado para la petición de los datos en intervalos de tiempo de manera periódica, este intervalo se fijará en función de las necesidades de cada municipio o de los datos concretos a tratar. Para facilitar que esta gestión se realice de forma transparente al usuario y funcione de manera continua deberá realizarse como un servicio de Windows, de esta manera tendrá las principales características de los mismos, como el funcionar en un segundo plano.

Deberá ser capaz de conectarse con los distintos equipos y pedirles los datos que cada uno de ellos tenga configurado. Una vez recibidos deberán tratarse, de tal manera que si los datos se encuentran fuera del rango de correcto funcionamiento se generen alarmas. Estas se enviarán

a las personas especificadas y se guardarán en la base de datos con el resto de valores para tener unos históricos de los sucesos.

Una vez que los datos se encuentren almacenados en la base de datos elegida habrá que dotar al sistema de una aplicación de visualización. Este no tendrá porque ir instalada necesariamente en este mismo ordenador, sino que podrá instalarse en un ordenador cualquiera siempre y cuando este tenga una conexión a Internet.

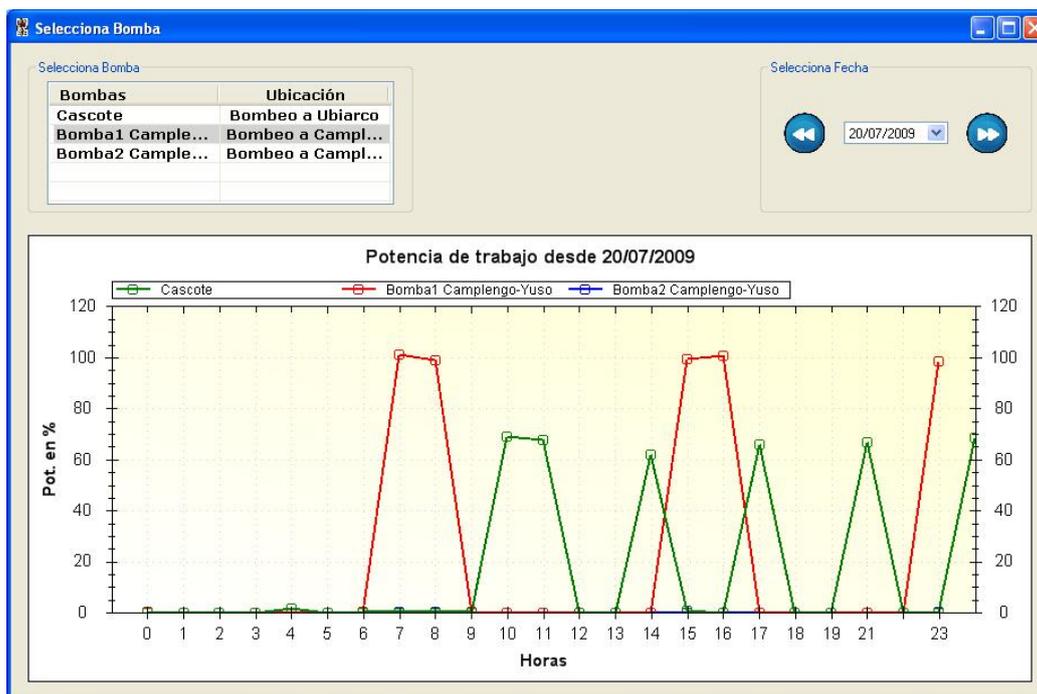
A continuación se darán a grandes rasgos las principales funcionalidades de la aplicación de visualización. Esta podría dividirse en dos partes claramente diferenciadas, una parte propiamente dedicada a la visualización de parámetros mediante gráficas y tablas y otra parte dedicada a la detección de fugas de forma automática dentro de las redes de distribución. Como pantalla principal aparecerá un mapa del municipio correspondiente sobre el que se situarán los distintos puntos a controlar. En las ubicaciones se verá los últimos valores recibidos de punto, de manera que siempre podrá saberse la situación actual, en el caso de un nivel de depósito se sabrá casi a tiempo real que nivel de agua contiene. En la imagen se muestra un ejemplo.



Además de la visualización de estos parámetros instantáneos la aplicación deberá permitir la generación de históricos de los distintos valores, por ejemplo en modo de gráficas. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una gráfica con el histórico de un depósito.



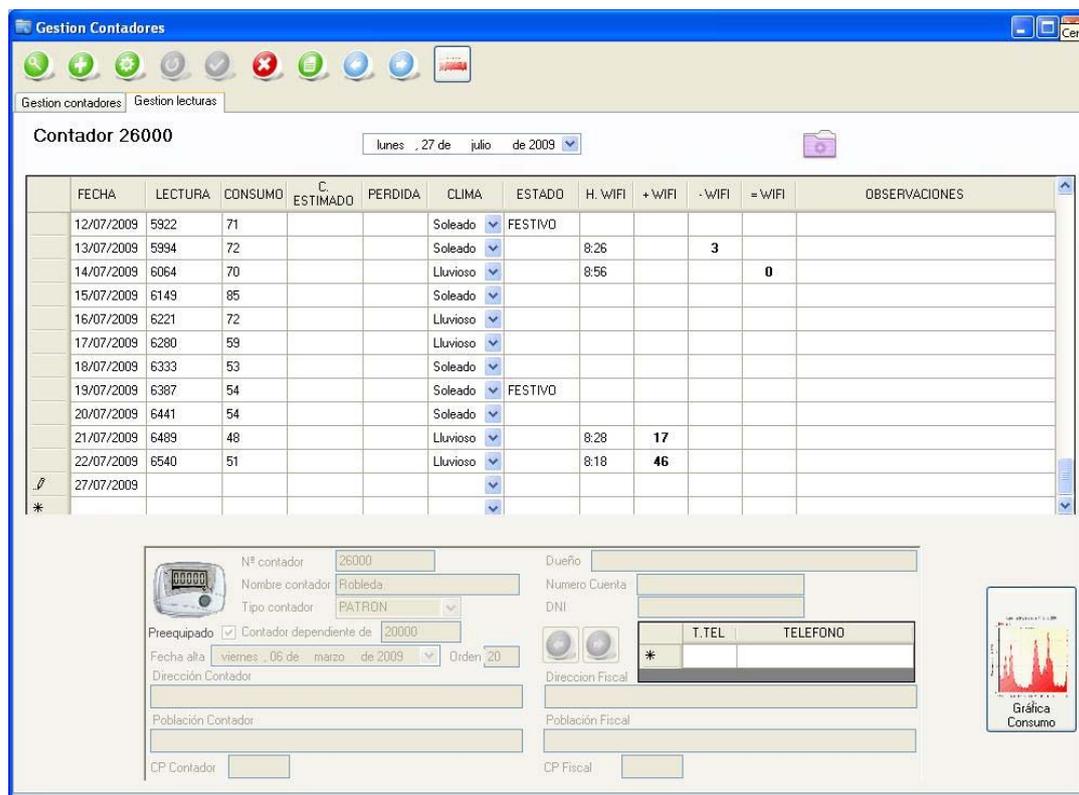
Estas mismas gráficas podrán generarse para valores similares, como son Concentraciones de cloro o pH, potencia de trabajo de bombas, etc. En este tipo de gráfica podrá evaluarse el correcto funcionamiento de los distintos dispositivos en periodos de tiempo. Aparecerán indicados los rangos normales de funcionamiento y en caso de anomalías se observará de forma clara el funcionamiento fuera de estos rangos.



Con estos datos podrán realizarse cálculos de manera automática de las horas de trabajo de las bombas, distinguiendo en un mismo bombeo entre las distintas bombas allí instaladas.

Para aquellos municipios que trabajen con contadores de agua, se deberán poder realizar cálculos de consumo en un periodo de tiempo determinado por el usuario. A su vez también se podrán visualizar en formato de gráficas o tablas los valores de contador o los consumos.

La aplicación ofrece la posibilidad de llevar un control diario, semanal, quincenal o trimestral, dependiendo de cada municipio, de los consumos de los contadores de agua que conforman la red de distribución. Se realizarán cálculos de consumo diarios, de esta manera podrán detectarse de forma inmediata posibles fugas en el sistema, lo que implica un ahorro considerable de agua. En el caso de que el contador se controle vía la red Wi-Fi, el dato del mismo deberá introducirse de manera automáticamente, en caso contrario podrá introducirse manualmente por el usuario. A continuación se muestra la pantalla de un contador de ejemplo, donde aparecen los datos de consumo calculados para un contador.

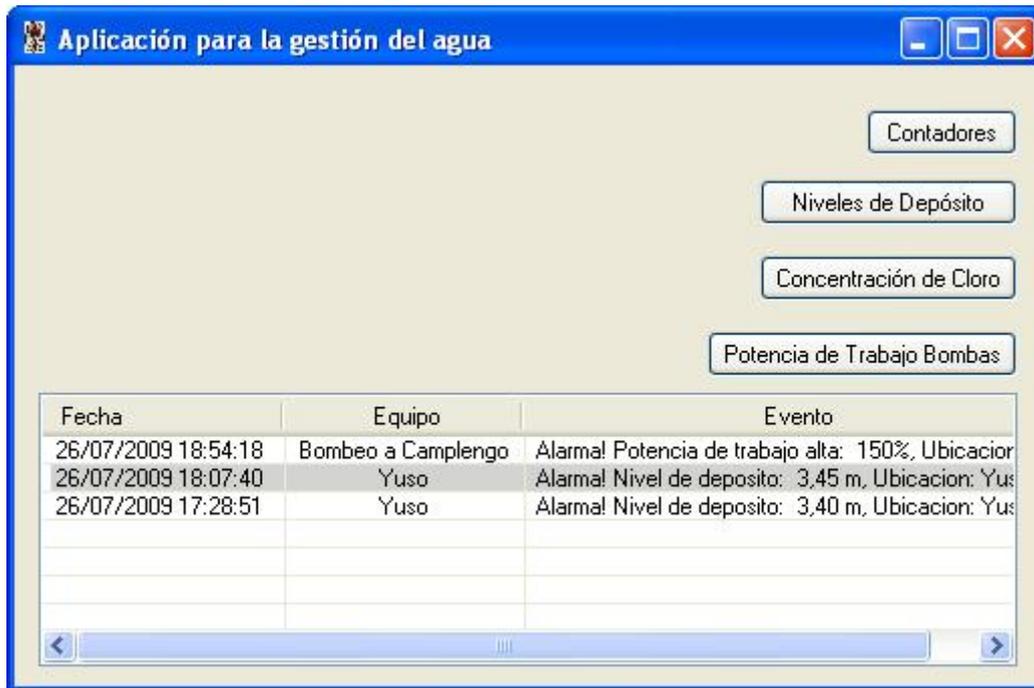


The screenshot shows the 'Gestion Contadores' application window. At the top, there are navigation icons and tabs for 'Gestion contadores' and 'Gestion lecturas'. The main title is 'Contador 26000' with a date filter set to 'lunes, 27 de julio de 2009'. Below this is a table with the following columns: FECHA, LECTURA, CDNSUMO, C ESTIMADO, PERDIDA, CLIMA, ESTADO, H. WIFI, +WIFI, -WIFI, =WIFI, and OBSERVACIONES. The table contains data for dates from 12/07/2009 to 27/07/2009. Below the table is a configuration form for the meter, including fields for 'Nº contador' (26000), 'Nombre contador' (Robleda), 'Tipo contador' (PATRON), 'Fecha alta' (viernes, 06 de marzo de 2009), and 'Orden' (20). There are also sections for 'Dueño', 'Numero Cuenta', 'DNI', 'Dirección Contador', 'Dirección Fiscal', 'Población Contador', 'Población Fiscal', 'CP Contador', and 'CP Fiscal'. A small 'Gráfica Consumo' chart is visible on the right side of the form.

FECHA	LECTURA	CDNSUMO	C ESTIMADO	PERDIDA	CLIMA	ESTADO	H. WIFI	+WIFI	-WIFI	=WIFI	OBSERVACIONES
12/07/2009	5922	71			Soleado	FESTIVO					
13/07/2009	5994	72			Soleado		8:26		3		
14/07/2009	6064	70			Lluvioso		8:56			0	
15/07/2009	6149	85			Soleado						
16/07/2009	6221	72			Lluvioso						
17/07/2009	6280	59			Lluvioso						
18/07/2009	6333	53			Soleado						
19/07/2009	6387	54			Soleado	FESTIVO					
20/07/2009	6441	54			Soleado						
21/07/2009	6489	48			Lluvioso		8:28	17			
22/07/2009	6540	51			Lluvioso		8:18	46			
27/07/2009											

El usuario tendrá acceso también a las alarmas generadas por el servicio de gestión o bien por los equipos de telecontrol para así poder estudiar los orígenes de estas anomalías y resolverlas o evitar que se repitan.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de las distintas alarmas que pueden generarse y como serán visualizadas por el usuario.



En resumen, este apartado constará de dos partes claramente diferenciadas, una encargada de la recepción, tratamiento y almacenado de los datos y otra distinta que se encargará de mostrar al usuario los distintos datos que él seleccione, para poder verlos de distintas maneras, en función de las necesidades del mismo en cada momento.

Un ejemplo de este tipo de aplicaciones y sistemas de control y detección de fugas puede encontrarse actualmente en funcionamiento en los Planes Hidráulicos de Cantabria o en el Ayuntamiento de Santillana. La idea es dotar en este proyecto a los municipios participantes con un sistema que reúna las principales y las mejores características de estas dos soluciones.

### **3.4. Sistema de Suministro Energético**

Una vez se ha analizado la necesidad de disponer de unas estaciones remotas formadas por equipos de telecontrol que recojan y transmitan las lecturas de los sensores, el siguiente punto de estudio debe recoger cómo se han de alimentar estas estaciones remotas, teniendo en cuenta las características logísticas de los municipios del Saja-Nansa.

En un primer análisis se han identificado aquellos puntos con acceso a la acometida eléctrica. En ellos se realizará una conexión de los equipos a esta línea, con lo que el suministro de alimentación quedará asegurado.

Sin embargo, la mayoría de localizaciones se encuentran aisladas de las redes eléctricas, por lo que el empleo de sistemas fotovoltaicos es indispensable.

#### **3.4.1. Diseño y dimensionamiento de los Sistemas Fotovoltaicos**

##### **3.4.1.1. Condiciones de diseño**

Para el correcto diseño y dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos, es necesario estudiar los consumos de los diferentes equipos que intervengan en cada estación base, así como su tensión de alimentación y número de horas de funcionamiento diario de cara a dimensionar los diferentes elementos de la instalación fotovoltaica.

El consumo global del equipo de telecontrol por ejemplo, dependerá del modo de funcionamiento que se implemente, es decir, del número y periodicidad de las transmisiones de datos, así como de los elementos externos que alimente (sondas).

Para reducir el consumo al máximo, el equipo deberá disponer de un sistema con capacidad para “dormir” y “despertar” los elementos externos de medición solamente cuando ha de tomar muestras. El mismo modo de funcionamiento se repetirá con los módulos de comunicación, despertándolos únicamente cuando ha de realizar alguna transmisión al centro

de control. De este modo se considera que el equipo de telecontrol debe trabajar como mínimo en modo SLEEP durante 59 minutos a la hora, dedicando el minuto restante al envío/recepción de datos.

### 3.4.1.2. Consideraciones básicas

- La tensión nominal de los sistemas será de 12 VDC.
- La profundidad de descarga de las baterías no será superior a un valor del 60%.
- Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de 5 días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido. En situaciones especiales, que no cumplan este requisito, se justificará adecuadamente.
- Los paneles solares se instalarán con orientación SUR siempre que sea posible, y con un ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal de 60°.
- Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente.

Pérdidas de radiación del generador	Valor máximo Permitido (%)
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

- En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen estas condiciones, se evaluarán las pérdidas totales de radiación.

- Las localizaciones a alimentar mediante energía solar mantienen una estructura similar, en la que el equipo de telecontrol representa la mayor parte del consumo energético que se debe abastecer.
- Por este motivo, se muestra a continuación un dimensionamiento general aplicable a todos los puntos, de tal forma que se consigan los siguientes objetivos:
- Sobredimensionar la mayoría de los puntos, reduciendo posibles fallos de alimentación y permitiendo la instalación de futuros equipos desde el punto de vista energético.
- Homogeneización de los equipos, de cara a simplificar el mantenimiento de los mismos.

### **3.4.2. Protecciones Eléctricas.**

En general se deberán proteger los equipos electrónicos frente a las sobretensiones (transitorias ó permanentes), así como el ruido eléctrico.

Las estaciones remotas deberán incorporar protectores frente a descargas y sobretensiones producidas por impactos de rayos en la parte continua de dichos sistemas.

También se recomendará la protección directa de los sensores y equipos electrónicos hasta 24V.

## 4. Solución de conectividad hacia la red troncal

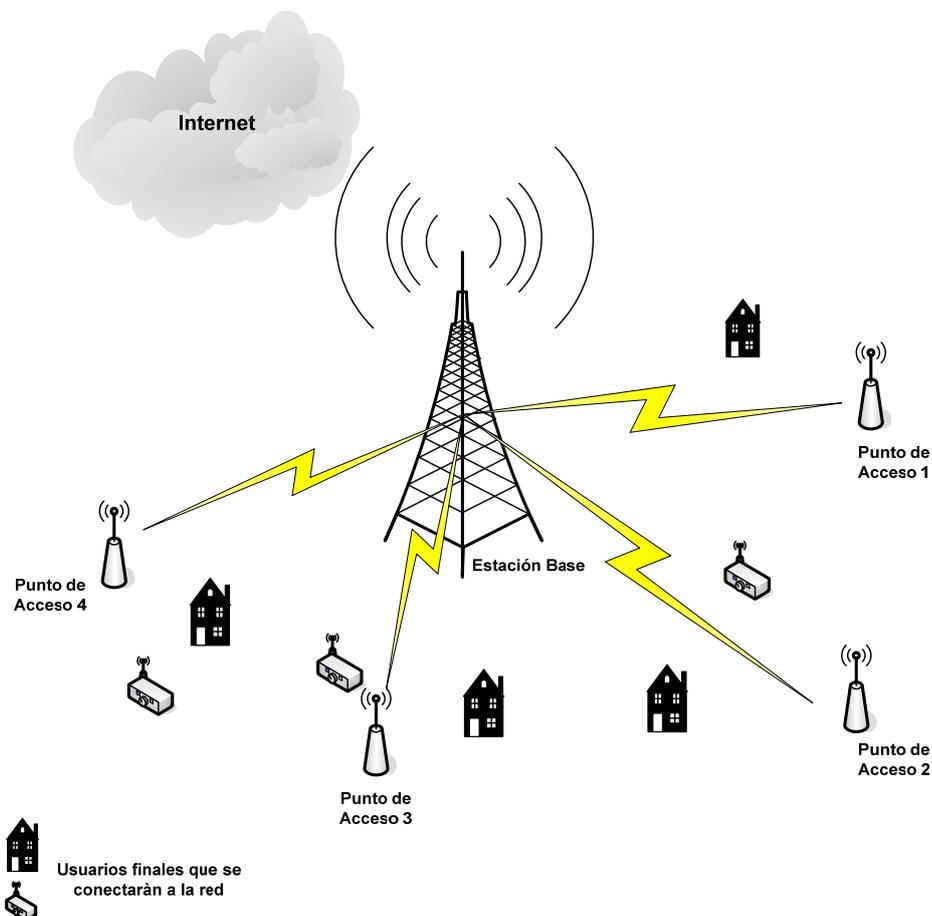
En este punto se tratará de describir de forma precisa la manera en que los equipos de telecontrol deberán conectarse a la red inalámbrica desplegada en los distintos municipios para la transmisión de la información que proporcionan estos equipos. Para ello primero se hará una breve introducción de la red inalámbrica o red Wi-Fi y de sus principales características.

Wi-Fi es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables. Este sistema está basado en los estándares 802.11. La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet).

Esta tecnología opera en las bandas de frecuencia de libre uso de 2.4/5GHz, en el caso que nos ocupa la red a la que se conectarán los equipos tomará una frecuencia de 2.4GHz.

A continuación se expondrá la tipología típica de este tipo de redes. En primer lugar tiene que existir una estación base que se será la que conecte con el servicio de Internet, es decir, que de conectividad a la red, permitiendo el acceso a la misma desde cualquier punto conectado a Internet. A partir de esta estación base la red la conformarán los distintos puntos de acceso colocados en puntos estratégicos del municipio. Con estos puntos de acceso se conseguirá dar cobertura a la red inalámbrica en todas las zonas del municipio. Los puntos de acceso tienen las funciones de un puente (conecta dos redes con niveles de enlace parecidos o distintos), y realizan por tanto las conversiones de trama pertinente.

En la imagen se presenta una tipología de ejemplo que describe este tipo de enlaces.



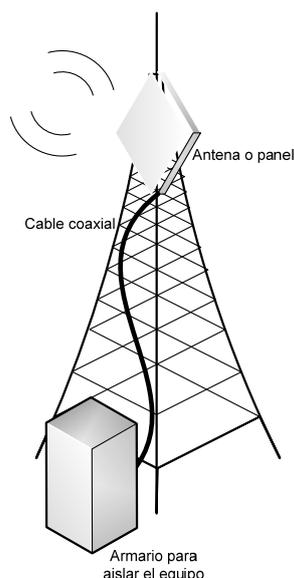
Este tipo de redes permiten su identificación a través del SSID, se trata de un código incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi) para identificarlos como parte de esa red. El código consiste en un máximo de 32 caracteres alfanuméricos. Todos los dispositivos inalámbricos que intentan comunicarse entre sí deben compartir el mismo SSID. El SSID lo establece el operador que despliega la red.

Para garantizar la seguridad de la red y de los datos transportados a través de la misma deberá cifrarse el acceso mediante una clave que establecerá el operador de la red.

Una vez descritas las principales características de este tipo de redes se describirá la manera en que deben conectarse los equipos a la misma. Para ello los equipos deberán estar dotados de un módulo de comunicaciones Wi-Fi, esto se especificará en el apartado correspondiente del documento, por lo que se da por hecho que el equipo integra esta característica.

En cada punto donde se vaya a instalar un equipo de telecontrol se deberá instalar una antena que permita que el equipo se conecte con la red Wi-Fi desplegada en la zona. Esta antena deberá cumplir unos requerimientos mínimos que permitirán enlazar con la red y la transmisión a través de la misma de los datos solicitados.

La siguiente imagen muestra el esquema de esta instalación.



La conexión con el equipo se realizará mediante un cable coaxial, que tendrá la distancia necesaria para que el panel esté a la altura indicada para la visión con el punto de acceso más cercano. La antena irá instalada en un mástil que se encontrará próximo al lugar donde este el equipo, intentando que esté lo más cerca posible, ya que la longitud del cable influye en las pérdidas del nivel de señal en el enlace. Este mástil llevará la altura que sea necesaria para permitir un enlace en correctas condiciones de funcionamiento. En la siguiente figura se muestra una instalación tipo en la que aparece el armario en el que se alberga el equipo, el mástil que sujeta la antena y la antena.



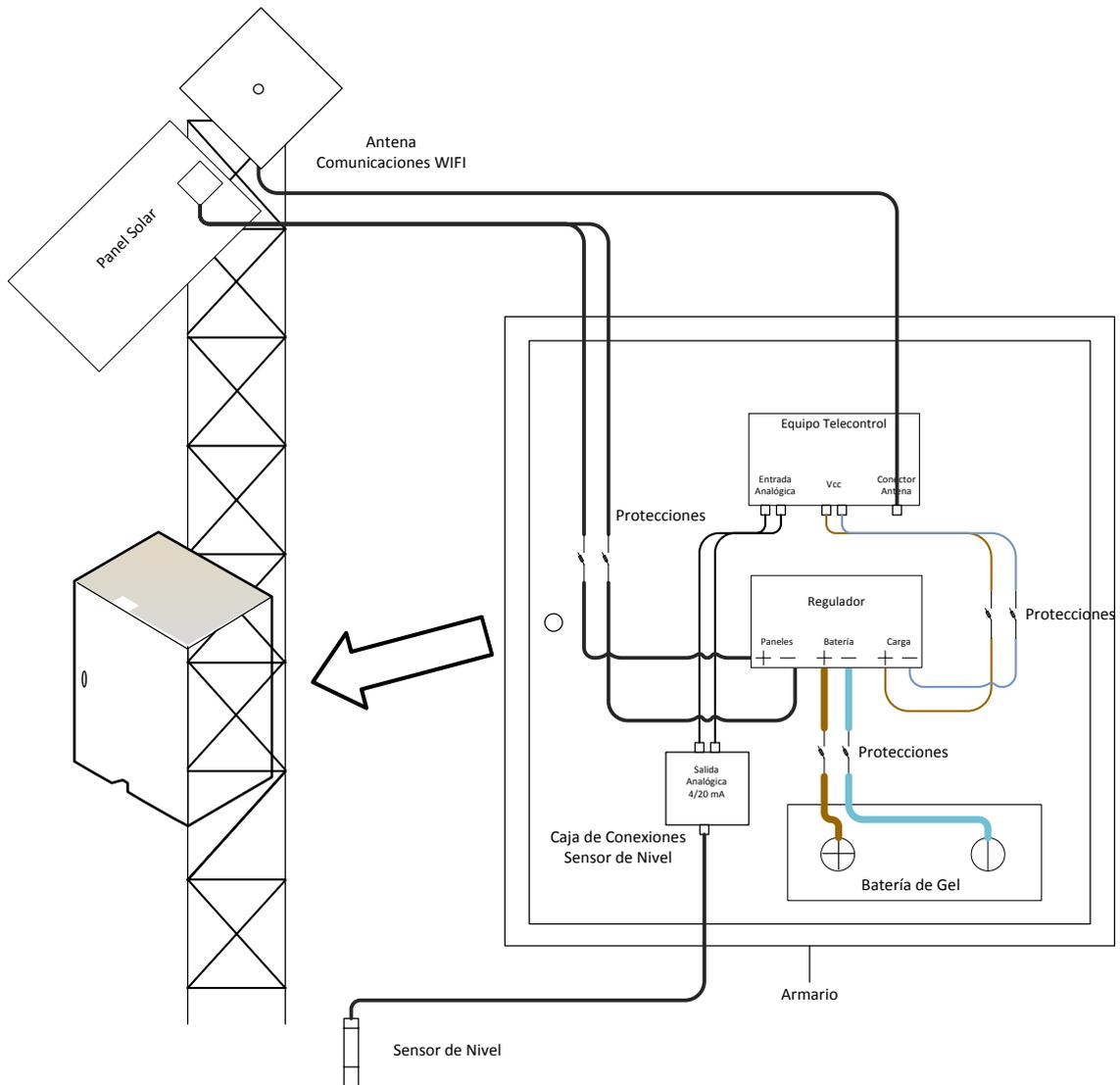
Ejemplo de instalación de antena de comunicaciones

Las características mínimas que deberán cumplir el panel o antena serán disponer de al menos 18dBi de ganancia, operatividad en todos los climas, herraje de inclinación de hasta 60°, conector N hembra integrado, polaridad vertical y estar construida en PVC resistente.

Una vez realizada la instalación física del sistema deberá configurarse el equipo de telecontrol para poder conectarse a la red. Para ello será necesario conocer el SSID y la contraseña de la red, que deberán ser proporcionados por el operador encargado de desplegar la red en el municipio.

Cuando el equipo esté conectado a la red se encontrará listo para la transmisión de los datos a través de la red. Estos datos serán recepcionados en un equipo que actuará de servidor en el cual se ejecutará un servicio que se encargará de tratar y de almacenar estos datos en la base de datos correspondiente. El servidor tendrá que estar conectado a la misma red para poder establecer la comunicación con los distintos equipos de captación.

## 5. Esquema básico de conexionado



## 6. Valoración económica

En las páginas siguientes se muestra un presupuesto base por Ayuntamiento dividido en tres partidas fundamentales:

- Captación y Control: equipos de telecontrol y sensórica de nivel.
- Suministro energético, que comprende los sistemas fotovoltaicos
- Instalación y puesta en marcha, donde se incluyen mano de obra, dietas y desplazamientos y elementos de la instalación como armarios, torretas, material variado, etc.

En el caso del Ayuntamiento de Mazcuerras se ha realizado un presupuesto extra que incluye la monitorización de los contadores de agua mediante la instalación de emisores de impulsos en los contadores y conectados a los equipos de telecontrol. Esto es debido a que este municipio cuenta con una amplia red de contadores perfectamente detallada, lo que supone una gran ventaja a la hora de la instalación. Además, todos sus depósitos cuentan con acometida eléctrica lo que disminuye sensiblemente el coste económico de las actuaciones para el telecontrol de niveles en este municipio.

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE CABEZÓN DE LA SAL**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	9.653,70
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	8.833,92
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	15.009,96
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>33.497,58</b>
I.V.A.16 %		<b>5.359,61</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>38.857,19</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE CABEZÓN DE LA SAL a la cantidad de TREINTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS Y DIECINUEVE CENTIMOS DE EURO (38.857,19.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE CABUÉRNIGA**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	6.895,50
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	8.833,92
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	11.141,40
	<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>	<b>26.870,82</b>
	<b>I.V.A.16 %</b>	<b>4.299,33</b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>31.170,15</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE CABUÉRNIGA a la cantidad de TREINTA Y UNO MIL CIENTO SETENTA EUROS Y QUINCE CENTIMOS DE EURO (31.170,15.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE LAMASÓN**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	8.274,60
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	11.042,40
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	13.477,68
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>32.794,68</b>
<b>I.V.A.16 %</b>		<b>5.247,15</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>38.041,83</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE LAMASÓN a la cantidad de TREINTA Y OCHO MIL CUARENTA Y UNO EUROS Y OCHENTA Y TRES CENTIMOS DE EURO (38.041,83.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE LOS TOJOS**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	9.653,70
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	13.250,88
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	15.681,96
	<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>	<b>38.586,54</b>
	<b>I.V.A.16 %</b>	<b>6.173,85</b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>44.760,39</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE LOS TOJOS a la cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS SESENTA EUROS Y TREINTA Y NUEVE CENTIMOS DE EURO (44.760,39.- )

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE MAZCUERRAS**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	8.274,60
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	0,00
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	12.829,68
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>21.104,28</b>
<b>I.V.A.16 %</b>		<b>3.376,68</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>24.480,96</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE MAZCUERRAS a la cantidad de VENTICUATRO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS Y NOVENTA Y SEIS CENTIMOS DE EURO (24.480,96.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL PARA CONTADORES DE AGUA EN EL AYUNTAMIENTO DE MAZCUERRAS**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	23.674,93
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	21.415,68
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	32.661,75
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>77.752,36</b>
<b>I.V.A.16 %</b>		<b>12.440,38</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>90.192,74</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL PARA CONTADORES DE AGUA EN EL AYUNTAMIENTO DE MAZCUERRAS a la cantidad de NOVENTA MIL CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS Y SETENTA Y CUATRO CENTIMOS DE EURO (90.192,74.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE PEÑARRUBIA**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros</i> <i>según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	9.653,70
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	11.042,40
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	15.765,96
	<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>	<b>36.462,06</b>
	<b>I.V.A.16 %</b>	<b>5.833,93</b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>42.295,99</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE PEÑARRUBIA a la cantidad de CUARENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS Y NOVENTA Y NUEVE CENTIMOS DE EURO (42.295,99.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE POLACIONES**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	16.549,20
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	26.501,76
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	27.099,36
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>70.150,32</b>
<b>I.V.A.16 %</b>		<b>11.224,05</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>81.374,37</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE POLACIONES a la cantidad de OCHENTA Y UNO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS Y TREINTA Y SIETE CENTIMOS DE EURO (81.374,37.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE RIONANSA**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	11.032,80
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	17.667,84
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	17.586,24
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>46.286,88</b>
I.V.A.16 %		<b>7.405,90</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>53.692,78</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE RIONANSA a la cantidad de CINCUENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS Y SETENTA Y OCHO CENTIMOS DE EURO (53.692,78.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE RUENTE**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros</i> <i>según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	5.516,40
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	4.416,96
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	8.673,12
	<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>	<b>18.606,48</b>
	<b>I.V.A.16 %</b>	<b>2.977,04</b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>21.583,52</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE RUENTE a la cantidad de VENTIUNO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS Y CINCUENTA Y DOS CENTIMOS DE EURO (21.583,52.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE SAN VICENTE**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	9.653,70
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	8.833,92
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	15.051,96
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>33.539,58</b>
<b>I.V.A.16 %</b>		<b>5.366,33</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>38.905,91</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE SAN VICENTE a la cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS CINCO EUROS Y NOVENTA Y UNO CENTIMOS DE EURO (38.905,91.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE TUDANCA**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	4.137,30
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	6.625,44
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	6.666,84
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>17.429,58</b>
<b>I.V.A.16 %</b>		<b>2.788,73</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>20.218,31</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE TUDANCA a la cantidad de VEINTE MIL DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS Y TREINTA Y UNO CENTIMOS DE EURO (20.218,31.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE UDÍAS**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	8.274,60
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	11.042,40
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	12.937,68
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>32.254,68</b>
I.V.A.16 %		<b>5.160,75</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>37.415,43</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE UDÍAS a la cantidad de TREINTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS QUINCE EUROS Y CUARENTA Y TRES CENTIMOS DE EURO (37.415,43.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE VAL DE SAN VICENTE**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros según prestos. Parciales</i>
I	<i>CAPTACIÓN Y CONTROL</i>	4.137,30
II	<i>SUMINISTRO ENERGÉTICO</i>	6.625,44
III	<i>INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA</i>	6.504,84
<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>		<b>17.267,58</b>
I.V.A.16 %		<b>2.762,81</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>20.030,39</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE VAL DE SAN VICENTE a la cantidad de VEINTE MIL TREINTA EUROS Y TREINTA Y NUEVE CENTIMOS DE EURO (20.030,39.-)

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE VALDÁLIGA**

<b>ARTICULO</b>	<b>CONCEPTO</b> <i>descripción, según presupuestos parciales</i>	<b>IMPORTE</b> <i>euros</i> <i>según prestos. Parciales</i>
I	CAPTACIÓN Y CONTROL	15.170,10
II	SUMINISTRO ENERGÉTICO	15.459,36
III	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	23.785,08
	<b>SUMA - Base de aplicación del I.V.A.-</b>	<b>54.414,54</b>
	<b>I.V.A.16 %</b>	<b>8.706,33</b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>63.120,87</b>

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL AYUNTAMIENTO DE VALDÁLIGA a la cantidad de SESENTA Y TRES MIL CIENTO VEINTE EUROS Y OCHENTA Y SIETE CENTIMOS DE EURO (63.120,87.-)

## 7. Mejoras a implementar

Se plantean a continuación una serie de mejoras del proyecto, aprovechando la infraestructura desplegada (equipos de telecontrol, redes inalámbricas, etc). Estos factores de mejora con respecto a la situación actual, podemos resumirlos en:

- Gestión basada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- Conocimiento en tiempo real de los niveles de los depósitos.
- Identificar y controlar consumos.
- Dotar de la capacidad energética necesaria.
- Garantizar la calidad del agua suministrada.
- Protección de los elementos de Impulsión.
- Facilitar la mantenibilidad con la emisión aletas automáticas.
- Detección de fugas en base a algoritmos de tratamiento de datos.
- Automatizar procesos como los de cloración o impulsión.

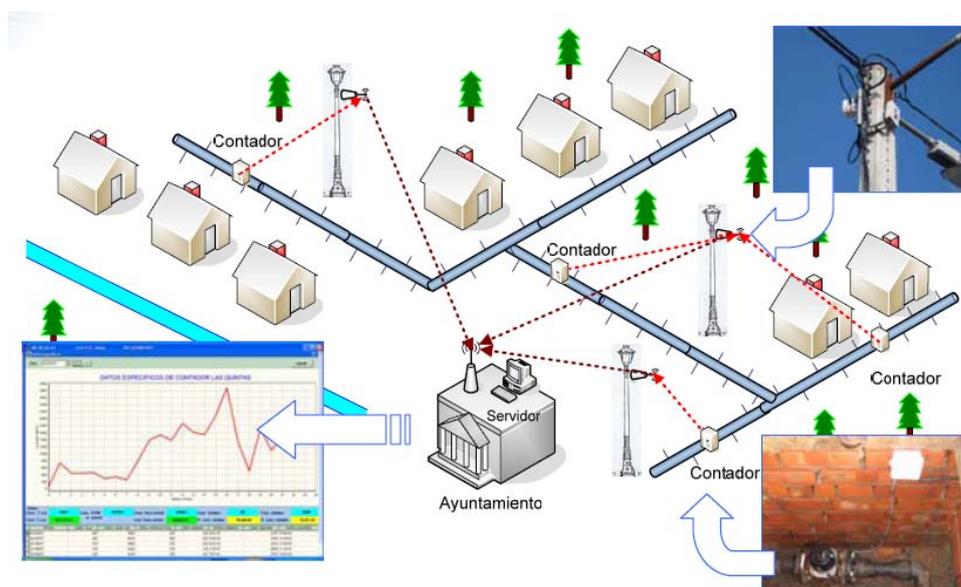
A continuación se mencionan y documentan las distintas soluciones, describiendo la composición técnica de las mismas.

Por cada Ayuntamiento existe una solución separada, acoplada a las necesidades reales del mismo.

## 7.1. Solución para control de Fugas y Gestión Informática de la Red Hidráulica

El agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal. Debido a esta necesidad nos planteamos un sistema de control de contadores, gracias al cual se pueda conocer en todo momento el consumo que se hace del agua. Esto incluye la detección de fugas, posibilitando la resolución de incidencias en el menor tiempo posible y reduciendo así la cantidad de agua desperdiciada.

El sistema que se describe tiene por objetivo la modernización del sistema de abastecimiento de agua de cualquier Ayuntamiento. Consiste en la instalación de contadores para la implementación de un Sistema de Telecontrol que nos permita tener total constancia del valor de todos estos contadores y calcule sus consumos, permitiendo la realización de un seguimiento de los mismos mediante el cual podamos detectar las posibles fugas que existan en la red de abastecimiento de agua potable del municipio.



## 7.2. Sistema de dosificación de cloro

El cloro residual en las redes de distribución debe eliminar las bacterias que subsisten después del tratamiento, debido a la contaminación cruzada o por tuberías antiguas y en mal estado. La contaminación cruzada se debe principalmente a las tuberías averiadas por donde penetran los contaminantes del suelo o por los desperfectos que sufren las tuberías de desagüe. Normalmente las condiciones de flujo están bajo una considerable presión positiva, sin embargo puede ocurrir una succión por sifón en el sistema de distribución si la presión del agua desciende y las conexiones son defectuosas o existen roturas en las tuberías; de esta forma los organismos contaminantes son absorbidos hacia el interior de la tubería. Los problemas ocurren frecuentemente cuando la tubería de agua potable se encuentra muy cercana al colector de desagüe.

En las ciudades con conexiones de tuberías muy antiguas, y aún con las de reciente instalación, las tuberías presentan en sus paredes internas capas de limo bacteriano, tubérculos y biopelículas. Los organismos microscópicos entre los que se encuentran bacterias, hongos y actinomicetos, crecen libremente en el agua formando el limo en las paredes de la tubería haciendo que estos organismos sean más resistentes al cloro residual presente, la naturaleza química del agua se altera debido al metabolismo microbiano y se reducen los niveles de oxígeno disuelto produciendo productos finales como nitratos y sulfuros. Los limos microbianos, son el alimento principal para el crecimiento y proliferación de organismos de mayor tamaño tipo *cyclops*, nemátodos, etc, que se adaptan fácilmente a vivir en las paredes de las tuberías. Estas especies son la causa de la mayoría de quejas que reclaman los usuarios.

Los tubérculos que se forman en las paredes de las tuberías albergan una gran cantidad de bacterias entre las que se encuentran las bacterias que producen biocorrosión. La biopelícula origina algunos problemas en las redes de distribución entre los que se destacan: (a) aumento de la resistencia a la fricción de los fluidos produciendo una gran pérdida de presión o reducción del flujo de agua si la presión es constante; (b) causa de condiciones anaeróbicas con producción de H<sub>2</sub>S cuya acumulación puede originar olores y sabores desagradables en el

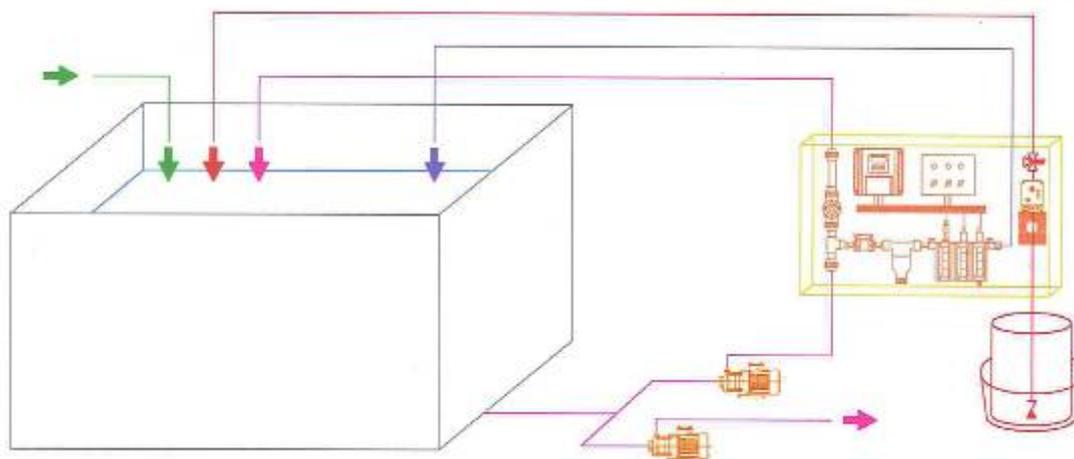
agua y (c) incremento de la resistencia al cloro por parte de los organismos que forman la biopelícula, contribuyendo al recremento de indicadores de contaminación fecal y patógenos en las tuberías.

La presencia de limo y biopelícula, además de los organismos de vida libre, incrementan la demanda de cloro y el consumo del cloro residual libre circulante; sin embargo, los organismos de vida libre son altamente resistentes al cloro y pueden albergar en sus intestinos bacterias patógenas que se encontrarían protegidas de la acción del cloro. Existen otros problemas en redes que interfieren o desmejoran la desinfección y se analizan como sigue:

- Cuando el abastecimiento es directo los problemas surgen con la distribución discontinua; la calidad del agua se deteriora debido a la presencia de puntos muertos en las redes, sólo se ven afectados algunos sectores, la turbiedad aumenta y el cloro residual generalmente tiende a "0"; y por la existencia de tuberías muy antiguas, caso ya comentado.
- Cuando el abastecimiento es por almacenamiento, además de la problemática anterior, puede existir un almacenamiento prolongado sin reclaración, fallas en el control operacional del almacenamiento, por ejemplo, si no existe un programa de movimiento de válvulas para que no desmejore la calidad: si se abren las válvulas bruscamente, sale el agua a presión formándose un flujo turbulento que arrastra el sedimento y enturbia el agua. Asimismo, los problemas pueden originarse por condiciones higiénico sanitarias deficientes en las casetas de rebombeo o causados por la manipulación de los usuarios, es decir, cuando se contaminan los reservorios que se hallan expuestos al público, éstos se abastecen de agua usando recipientes sucios y contaminados. Las conexiones domiciliarias en mal estado, también contribuyen al deterioro de la calidad del agua.

Por estos motivos, para mantener una buena calidad de las aguas, en determinadas ocasiones resulta necesaria la instalación de sistemas de dosificación de cloro.

Los componentes básicos de un sistema de cloración son: la bomba dosificadora, el regulador y el sensor.



*Ejemplo de un sistema de dosificación de cloro en un depósito*

El sistema opera de la siguiente manera: Se dispone de dos sondas que medirán respectivamente los valores de las concentraciones de cloro y pH. Dichos valores serán recogidos por un controlador que a su vez regulará el funcionamiento de la bomba dosificadora.

Un punto a destacar dentro de este tipo de sistemas, es la posibilidad de visualizar en remoto su funcionamiento, gracias a la utilización de sus salidas analógicas y digitales. De este modo se pueden visualizar desde un ordenador elegido, que tenga la correspondiente aplicación de visualización, parámetros como las lecturas de cloro y pH de las sondas anteriormente descritas, alarmas por fallos de alimentación, valores anómalos de los parámetros, e incluso tiempos de funcionamiento de las bombas, con lo que se podría tener un control absoluto del sistema sin necesidad de desplazarse al lugar en el que se encuentra instalado.

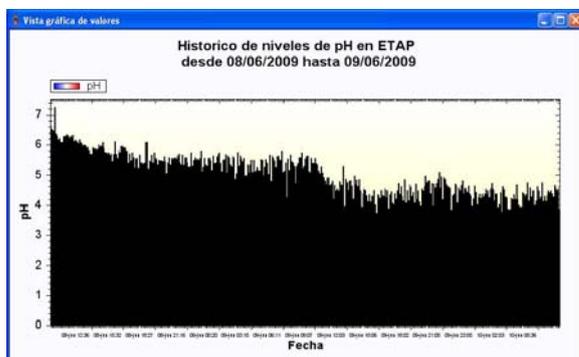
### 7.3. *Medición de otros parámetros de calidad del agua.*

Mediante la instalación de sensores específicos para el análisis del agua se pueden obtener parámetros fundamentales para el control de la calidad, tales como concentración de Cloro, pH, turbidez y Amonio, etc.

Mediante los equipos de telecontrol, todos estas variables pueden ser monitorizadas en un ordenador desde el que se gestione el estado de los recursos hídricos. Estos datos son de vital interés para los municipios, ya que les permiten detectar automáticamente cualquier anomalía (por ejemplo un valor de turbidez excesivamente alto) que podría derivar en un problema de salud pública. La solución propuesta consiste en la medición de dos parámetros básicos, como el pH y la turbidez del agua.

- Analizador de pH

Los valores de pH miden la intensidad de la acidez y alcalinidad del agua. Es importante medir el pH al mismo tiempo que el cloro residual, ya que la eficacia de la desinfección con cloro depende en alto grado del pH. Para su evaluación se aplica el método electrométrico, que se fundamenta en la determinación de la actividad de los iones hidrógeno por medio de una medición potenciométrica.



Los sólidos dispersos y las partículas presentes en el agua pueden actuar como portadores de parásitos, bacterias, gérmenes y virus y también pueden crear una especie de escudo protector contra los desinfectantes. Los límites de turbidez legalmente establecidos están pensados para garantizar un agua visual e higiénicamente perfecta.

Una buena garantía de que el efluente de salida de la Estación de Tratamiento de Agua Potable -ETAP- esté libre de protozoos, es la medida de la turbidez del agua. Es deseable que este parámetro se monitorice de forma continua y en tiempo real, y se mantenga a la salida de ETAP a unos valores de inferiores o iguales a 0,2 NTU.

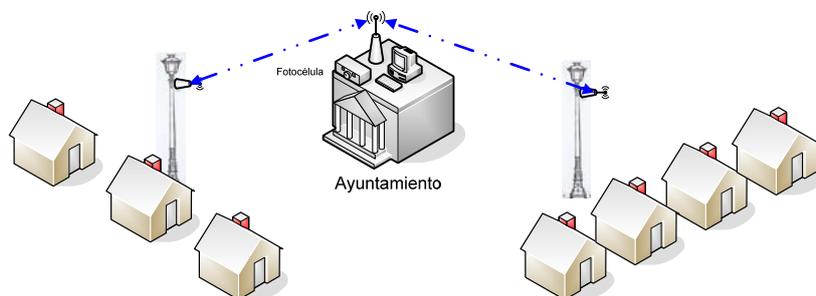
Para ello se pretende instalar un analizador que monitorice la turbidez óptica, así como el contenido de partículas sólidas en la red.



## 7.4. Mejora de la Eficiencia Energética en el Alumbrado Público

Por último se hace mención a las posibilidades de utilización de la red para una cuestión de gran importancia como es la mejora en la gestión del alumbrado público de los Ayuntamientos.

La implementación de un sistema de control del alumbrado sirve para fomentar el ahorro y la eficiencia energética. Lo que se pretende con el sistema de telecontrol, es centralizar la gestión de todos los cuadros de alumbrado del municipio en un mismo punto, de forma que con una única célula fotoeléctrica se controlen todos ellos, asegurando un encendido y apagado simultaneo en todos los puntos y facilitando el mantenimiento del sistema, ya que únicamente existirá una célula fotoeléctrica.



El sistema de telecontrol a implementar estará formado por un centro de control, situado en el Ayuntamiento, en el que se dispondrá de un paquete software de monitorización instalado en un ordenador destinado exclusivamente a este uso, y una serie de equipos controladores colocados en cada cuadro eléctrico, los cuales gobernarán el encendido y apagado de las luminarias en función de lo dictado por la célula fotoeléctrica, e informarán si el cuadro ha seguido o no la orden y si existe algún problema con la red eléctrica que impida la alimentación de las luminarias. En el caso de que existiese algún problema por el que el equipo instalado en el cuadro eléctrico no se pudiera comunicar con la célula fotoeléctrica que gobierna el sistema, el encendido se seguiría produciendo, ya que actuaría la orden programada del equipo. Esta orden programada no es más que una estimación de las horas de encendidos y apagados de los últimos días.

Se facilita la localización de los **Centros de Transformación** en los distintos municipios, a través de los cuales se pueden implementar soluciones para la mejora de la gestión y el ahorro energético.

## 7.5. Información Georeferenciada.

Por último presentamos, en una **aplicación GIS**, los datos pertenecientes a las fichas descritas anteriormente.

## 7.6. Videovigilancia

Una posibilidad de mejora de la seguridad reside en la colocación de cámaras IP en el exterior de edificios públicos, instalaciones municipales u otras zonas susceptibles de ser vigiladas.

Las cámaras IP tienen como característica principal la posibilidad de ver sus imágenes en tiempo real a través de Internet, así como almacenarlas en un Servidor de grabación para su posterior revisión si es necesario. Se puede, por tanto, tener una visión en tiempo real de lo que está sucediendo en las diferentes ubicaciones y también recuperar grabaciones históricas almacenadas en el Servidor.

Además es posible la instalación de cámaras con visión infrarroja, permitiendo visión en horas de escasa luminosidad y la posibilidad de generar alarmas por movimiento, que quedarán grabadas para su posterior visualización, pudiendo enviar un aviso a través de SMS a los móviles que se le indique.



## 7.7. Protección de bombas

Un Limitador de Par es un equipo que protege a máquinas y más concretamente bombas hidráulicas en regímenes de trabajo perjudiciales. Las condiciones de sobrecarga y subcarga anormales del proceso son detectadas de manera exacta y fiable mediante el principio de medición de “potencia en el eje”.

El limitador de par debe proporcionar un ajuste rápido y sencillo mediante la medida del par en condiciones normales del proceso y ajustando automáticamente los valores de alarma adecuados.



La utilización de limitadores de par viene justificada por el riesgo real de que un fallo en una bomba deje sin agua a una parte de la población. Mediante la colocación de limitadores de par en dos bombas de un bombeo, se controlará su correcto funcionamiento, detectando cuando trabaja con exceso o defecto de carga (las dos causas por las que se detectan los fallos de bomba). Esta sensórica es capaz de parar la bomba al detectar estas circunstancias (evitando una posible rotura) y mandar una alarma que sería gestionada por el sistema de telegestión, pudiendo incluso mandar un SMS al móvil del operario encargado de su mantenimiento.

De esta forma se permite por un lado proteger las bombas contra posibles averías alargando su vida útil y reduciendo costes de mantenimiento, y por otro lado actuar de una manera mucho más rápida ante estos posibles fallos, con lo que el tiempo que la población permanezca sin suministro de agua sea el mínimo o nulo.

La principal ventaja que los limitadores de par tienen sobre otro tipo de dispositivos para la detección de fallos de bomba es que no solo tiene en cuenta la intensidad de trabajo de la bomba (lo cual da lugar a errores como falsas alarmas), sino que trabaja con el valor de la potencia del eje lo cual evita errores debidos a los picos de tensión de la red eléctrica. Además su ajuste es rápido y sencillo.

En Santander, a 28 de Julio de 2009

Fdo: Ignacio De la Hoz del Hoyo

Administrador de Heritas, Soluciones Tecnológicas S.L.