

# Sistemas de Control Automático para zonas regables



Consejería de Agricultura y Pesca

# **SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA ZONAS REGABLES**

**UNIVERSIDAD  
DE SEVILLA**

**Fundación ProDTI**  
FUNDACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

**SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO  
PARA ZONAS REGABLES.**

© JUNTA DE ANDALUCÍA. *Consejería de Agricultura y Pesca*

**Publica:** Viceconsejería. *Servicio de Publicaciones y Divulgación.*

© **Textos (Autores):** Menéndez Martínez A., Yaglian Steiner E., León Cobos A.

**Ilustraciones:** Autores

**Colección:** Agricultura.

**Serie:** Riegos

**ISBN:** 84-8474-111-7

**Depósito Legal:** SE-4688-03

**Producción:** Gráficas Monterreina, S.A.

## **AUTORES**

**Alberto Menéndez Martínez**

C.E.U. de la Universidad de Sevilla

Presidente de la Fundación ProDTI. Director del Grupo I.E.A.

**Eduardo Yaglián Steiner**

Gerente de la Fundación ProDTI

Investigador del Grupo I.E.A.

**Alfonso León Cobos**

Investigador del Grupo I.E.A.

## **COLABORADORES**

*Antonio Barbancho Concejero*

*Álvaro Ariel Gómez Gutiérrez*

*Francisco Simón Muñiz*

*Félix Biscarri Triviño*

*Miguel Ángel Leal Díaz*

Profesores del Departamento de Tecnología Electrónica de la E.U.P. de la Universidad de Sevilla e investigadores del Grupo I.E.A.

*Mauricio Castaño Rubiano*

*Andrés Menéndez Fernández*

Becarios de la Fundación ProDTI e Investigadores del Grupo I.E.A.

*Alejandro Carrasco Díaz*

Colaborador honorario de la Fundación ProDTI

## **AGRADECIMIENTOS**

Comunidad de Regantes Costa Noroeste (Cádiz)  
Comunidad de Regantes Almonte-Marismas (Huelva-Sevilla)  
Comunidad de Regantes del Chanza (Huelva)  
Comunidad de Regantes Vega de Jabalquinto (Jaén)  
Comunidad de Regantes Fuente Palmera (Córdoba)  
Comunidad de Regantes del Genil-Cabra (Córdoba)  
Comunidad de Regantes Las Cuatro Vegas de Almería (Almería)  
SAT Campo de Nijar (Almería)  
Comunidad de Regantes Príncipe de España (Albacete)  
SAT Soreta (Albacete)  
Delegaciones de la Consejería de Agricultura y Pesca de Andalucía  
Dirección General de Regadíos y Estructuras  
Carlos Gómez Gutiérrez (TRAGSA)  
Juan Cano Muñoz (Dirección General del MAPA)  
Diputación Foral de Álava

## PRESENTACIÓN

La problemática que presenta la automatización de los sistemas de riego en Andalucía, caracterizada por la extensa variedad de modelos y consiguiente disparidad de resultados prácticos, llevó a la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía a considerar la importancia de realizar un estudio de situación y propuesta de actuaciones encaminadas a mejorar la eficacia de los mismos, tanto en los sistemas existentes como en futuras instalaciones.

Para ello se toma contacto con el Grupo de Investigación I.E.A. (Instrumentación Electrónica y Aplicaciones), del Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Sevilla, a fin de establecer una vía de colaboración que permitiera llevar adelante los estudios pertinentes y establecer conclusiones válidas para lograr la referida mejora de los sistemas.

A lo largo del año 2.000 se inician las negociaciones que fijan el marco de actuación del convenio entre el Instituto Andaluz de Reforma Agraria (LARA) y la Fundación ProDTI, esta última como entidad jurídica gestora del grupo de investigadores.

En octubre de dicho año se inician los trabajos de campo, que consistieron en su primera etapa en la visita y análisis de diversas comunidades de regantes, además de toma de contacto con empresas del sector. Consecuencia de estas visitas, se generaron una serie de informes a partir de los cuales surgieron propuestas encaminadas a superar los problemas observados.

Tras dos años de trabajos, el equipo de investigadores plantea una propuesta basada en la utilización de elementos estándar de mercado como camino a seguir en futuras automatizaciones de sistemas de regadío. Se completan los trabajos con la prueba de un pequeño prototipo demostrativo de la automatización de regadíos utilizando los referidos componentes estándar.

El presente libro, pretende ser de utilidad para un sector que se ve necesitado de recibir información que le ayude en la toma de decisiones, para eso se ha elaborado un Pliego de Condiciones Técnicas, que en definitiva es una consecuencia de los informes que dan fundamento a las tesis expuestas por el grupo de investigadores. Las

mismas, dan cuerpo a lo que debiera ser la filosofía que encamine los diseños futuros a fin de garantizar la eficacia, resultados económicos, facilidad de mantenimiento, perdurabilidad y necesarisa actualizaciones técnicas que la dinámica del futuro obligará a realizar.

**Juan Paniagua Díaz**  
*Viceconsejero de Agricultura y Pesca*

## ÍNDICE DE MATERIAS

<b>Capítulo I. Consideraciones Generales sobre la Automatización .....</b>	<b>15</b>
1.1 Introducción .....	15
1.2 Sobre el alcance de la automatización .....	16
1.2.1 Estación de Bombeo .....	16
1.2.2 Red de Riego .....	17
1.2.3 Hidrantes – Tomas de Agrupación .....	18
1.2.4 Parcelas .....	21
1.2.5 Tablas Resumen .....	22
1.3 Condicionantes del Medio Rural .....	27
1.3.1 Consideraciones previas .....	27
1.3.2 Datos de configuraciones de las zonas regables .....	30
1.3.3 Valoración de los datos y recomendaciones .....	42
1.3.3.1 Centros de Control .....	42
1.3.3.2 Tomas de Agrupación y parcelas .....	43
1.3.3.3 Mantenimiento .....	44
1.4 Algunas perspectivas de futuro .....	45
1.4.1 Terminal Remoto de hidrante con comunicaciones inalámbricas y alimentación local .....	45
1.4.2 Contadores "Inteligentes" con transmisión inalámbrica para lectura local .....	46
1.4.3 Sistema G.I.S. ....	51
1.4.4 Centro de Control y Mantenimiento Multisectorial .....	53
1.4.5 Software específico para la detección de anomalías en la red .....	55

<b>Capítulo II. Modelo de Pliego de Prescripciones Técnicas .....</b>	<b>57</b>
2.1 Objeto .....	57
2.2 Definiciones .....	58
2.3 Fundamento de los Sistemas de Control .....	58
2.3.1 Filosofía de implantación de los sistemas de control .....	58
2.3.1.1 Sistema de Riego a la Demanda .....	59
2.3.1.2 Sistema de Riego por Turnos .....	60
2.4 Estructura de los Sistemas de Control .....	60
2.4.1 Sistema de Control Automatizado .....	60
2.4.1.1 Descripción General .....	60
2.4.1.2 Descripción Particular .....	62
2.4.1.2.1 Centro de Control Informatizado .....	62
2.4.1.2.2 Terminales Remotos .....	63
2.4.1.2.3 Sensores .....	63
2.4.1.2.4 Sistemas de Alimentación Eléctrica .....	63
2.4.1.2.5 Comunicaciones .....	63
2.4.1.2.6 Dispositivos eléctrico-electrónicos de los elementos hidráulicos .....	64
2.4.2 Consideraciones acerca de los tamaños de los sectores y parcelas en relación con la implantación de la automatización .....	64
2.5 Prescripciones Técnicas Particulares .....	65
2.5.1 Centro de Control .....	66
2.5.2 Terminales Remotos .....	67
2.5.3 Sensores .....	68
2.5.4 Sistemas de Alimentación Eléctrica .....	70
2.5.4.1 Sistemas de Alimentación Eléctrica .....	70
2.5.4.2 Tomas de Tierra .....	71
2.5.5 Canales de Comunicaciones .....	71
2.5.6 Dispositivos Eléctricos-Electrónicos de los Elementos Hidráulicos .....	72
2.6 Especificaciones Técnicas de equipos .....	73
2.6.1 Especificaciones Técnicas de los elementos del Centro de Control .....	73
2.6.2 Especificaciones Técnicas de los Terminales Remotos .....	84

2.6.3	Especificaciones Técnicas de los Sensores .....	90
2.6.4	Especificaciones Técnicas de los elementos de los Sistemas de Alimentación Eléctrica .....	92
2.6.5	Especificaciones Técnicas de los Canales de Comunicaciones .....	96
2.6.6	Especificaciones Técnicas de los Dispositivos Eléctricos- Electrónicos de los Elementos Hidráulicos .....	98
2.7	Trabajos complementarios a realizar por el Adjudicatario .....	100
2.7.1	Documentación .....	100
2.7.1.1	Proyecto Definitivo .....	100
2.7.1.2	Documentación de Operación .....	100
2.7.1.3	Documentación de Mantenimiento .....	101
2.7.1.4	Documentación de Control de Calidad .....	101
2.7.1.5	Planos .....	102
2.7.2	Especificaciones de Instalación .....	102
2.7.2.1	Especificaciones de Instalación de los elementos del Centro de Control .....	102
2.7.2.2	Especificaciones de Instalación de los Terminales Remotos .....	102
2.7.2.3	Especificaciones de Instalación de los Sensores .....	103
2.7.2.4	Especificaciones de Instalación de los elementos de los Sistemas de Alimentación Eléctrica de los Terminales Remotos .....	103
2.7.2.5	Especificaciones de Instalación de los Canales de Comunicaciones .....	104
2.7.2.6	Especificaciones de Instalación de los dispositivos eléctrico-electrónicos de los elementos hidráulicos ...	104
2.7.3	Pruebas de Control de Calidad .....	104
2.7.3.1	Pruebas de Funcionamiento de los elementos del Centro de Control .....	105
2.7.3.1.1	<i>Prueba de Funcionamiento de Telemandos</i> .....	106
2.7.3.1.2	<i>Prueba de Funcionamiento del Sincronismo Centro de Control-Terminales Remotos</i> .....	107
2.7.3.1.3	<i>Prueba de Funcionamiento de Gestión de Alarmas</i> .....	108
2.7.3.1.4	<i>Prueba de Funcionamiento de las Comunicaciones</i> .....	109
2.7.3.1.5	<i>Prueba de Funcionamiento del Generador de Históricos</i> .....	110
2.7.3.1.6	<i>Prueba de Funcionamiento de la generación de nuevos informes</i> .....	111
2.7.3.1.7	<i>Prueba de Funcionamiento de informes de facturación</i> ....	112

2.7.3.1.8 Prueba de Funcionamiento de la edición on-line de la Base de Datos .....	113
2.7.3.1.9 Prueba de Funcionamiento de salvaguarda y restauración de la Base de Datos .....	114
2.7.3.2 Pruebas de Funcionamiento de los Terminales Remotos .....	115
2.7.3.2.1 Pruebas de Funcionamiento de Teleseñalización y Telemedida .....	116
2.7.3.2.2 Pruebas de Funcionamiento de Telemando .....	117
2.7.3.2.3 Pruebas de Funcionamiento de la Telelectura de Contadores .....	118
2.7.3.2.4 Pruebas de Funcionamiento de la Alimentación por Cable .....	119
2.7.3.3 Pruebas de Funcionamiento de los Sensores .....	120
2.7.3.3.1 Pruebas de Funcionamiento para los detectores de intrusismo .....	120
2.7.3.3.2 Pruebas de Funcionamiento para los presostatos .....	121
2.7.3.3.3 Pruebas de Funcionamiento para los transductores de presión .....	122
2.7.3.3.4 Pruebas de Funcionamiento para los caudalímetros .....	123
2.7.3.4 Pruebas de Funcionamiento de los elementos de los Sistemas de Alimentación Eléctrica de los Terminales Remotos .....	124
2.7.3.4.1 Pruebas de Funcionamiento para los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI .....	124
2.7.3.4.2 Pruebas de Funcionamiento para los Sistemas de Alimentación mediante paneles fotovoltaicos y baterías .....	125
2.7.3.5 Pruebas de Funcionamiento de los Canales de Comunicaciones .....	126
2.7.3.5.1 Pruebas de Funcionamiento de los Sistemas de Transmisión/Recepción Cable, Radio y/o GSM .....	126
2.7.3.6 Pruebas de Funcionamiento de los dispositivos eléctrico–electrónicos de los elementos hidráulicos ...	127
2.7.3.6.1 Pruebas de Funcionamiento de las Electroválvulas .....	127
2.7.3.6.2 Pruebas de Funcionamiento de los accionamientos y señalizaciones de las válvulas motorizadas .....	128
2.7.3.6.3 Pruebas de Funcionamiento de los emisores de pulsos de los contadores de agua .....	129
2.7.3.7 Pruebas de Funcionamiento Global del Sistema de Riego .....	130

---

2.7.3.7.1	<i>Pruebas de Funcionamiento ON/OFF de los Terminales Remotos</i> .....	131
2.7.3.7.2	<i>Pruebas de Funcionamiento ON/OFF del Centro de Control</i> .....	132
2.7.4	Formación y Entrenamiento .....	133
2.7.4.1	Formación de operadores .....	133
2.7.4.2	Formación para los mantenedores del sistema informático .....	133
2.7.4.3	Formación para el mantenimiento de equipos .....	133
<b>Anexo I.</b>	<b>Comparativa entre Cable, Radio y GSM</b> .....	<b>135</b>
<b>Anexo II.</b>	<b>Posibilidades actuales y futuras de los enlaces GSM</b> .....	<b>137</b>
<b>Anexo III.</b>	<b>Alimentación eléctrica local</b> .....	<b>139</b>
<b>Anexo IV.</b>	<b>Elementos Estándar frente a Elementos Específicos</b> .....	<b>141</b>
<b>Anexo V.</b>	<b>Pruebas de Campo realizadas</b> .....	<b>145</b>



## **CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA AUTOMATIZACIÓN**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En el año 2.000, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, al detectar la falta de una orientación precisa y al alcance de las organizaciones de usuarios de sistemas de riego, que les permitiera elegir el automatismo que mejor se adaptara a sus necesidades, solicita la colaboración del Grupo I.E.A. de Investigación (Instrumentación Electrónica y Aplicaciones) de la Universidad de Sevilla.

Como consecuencia de ello, se formaliza un convenio con la Fundación ProDTI, que permitió, tras dos años de trabajo, elaborar unas prescripciones técnicas para tal fin.

Se pretende que sea este libro el vehículo de presentación de dicho trabajo, y poner así a disposición de los interesados, los estudios desarrollados y la serie de observaciones generadas a lo largo de la sucesión de visitas realizadas, que permitieron una intensa toma de contacto con el sector de Comunidades de Regantes de toda España.

Finalmente, destacar que a lo largo de estos años, con el incondicional apoyo de los técnicos de las distintas Delegaciones de la Consejería de Agricultura, y de los Servicios Centrales, se han cubierto los objetivos de este convenio. Merced a dicho apoyo, se ha indagado plenamente en la amplia gama de cuestiones técnicas que en muchas zonas regables generaron el fracaso de los sistemas de automatismo, y fundamentalmente, de los aspectos manifiestamente mejorables para lograr la plena eficacia en los nuevos proyectos que se lleven adelante.

Al respecto cabe destacar, que el Grupo de Investigación I.E.A. de la Universidad de Sevilla, ha realizado algunos desarrollos parciales esperanzadores con respecto a utilización de tecnología electrónica de mínimo consumo, así como de generación de energía in-situ, a partir del propio movimiento mecánico de los contadores de agua, e incluso sobre las posibilidades de incorporar recientes desarrollos de la informática para posibilitar nuevas funcionalidades de ayuda en el control de regadío.

En este último punto, destacar la posibilidad que se presenta en cuanto a la estructuración de sistemas jerarquizados con un "Centro de Control Global". Por ejemplo,

que en la propia Consejería, pueda llegar a recibir información acerca de funcionamientos y consumos de los sistemas de riego de la Comunidad Autónoma.

Todos estos estudios preliminares permiten disponer de bases concretas para lograr definir desarrollos específicos.

Asimismo los permanentes avances de la tecnología, obligan a que no sea este libro una plataforma estática de difusión de conocimientos, sino un escalón más en el permanente devenir de nuevos conocimientos que imponen una constante actualización a quienes pretenden proponer soluciones eficaces.

### **1.2 SOBRE EL ALCANCE DE LA AUTOMATIZACIÓN**

La gran diversidad de automatismos que pueden llegar a utilizarse en una zona regable, pueden hacer que todo el sistema alcance altas cotas de complejidad. A fin de dar libertad de elección en cuanto a los niveles tecnológicos que cada comunidad necesite y/o desee alcanzar, se establece una diferenciación entre las siguientes áreas de automatización:

1. Estación de bombeo
2. Red de Riego
3. Hidrantes - Tomas de agrupación
4. Parcelas

Una división por áreas de automatización, permitirá un mejor y más pormenorizado conocimiento global de la misma, además de facilitar tanto reestructuraciones de redes existentes, como el diseño de nuevas con criterios de planificación, incorporando avances progresivos en el tema, fijando objetivos parciales y con distintos plazos de ejecución, además de poder actualizar el sistema a medida que van surgiendo nuevas tecnologías.

A continuación cada área de automatización referida anteriormente se desglosa en diferentes niveles, incluyéndose al final del capítulo unas tablas resumen.

#### **1.2.1 ESTACIÓN DE BOMBEO**

Como la automatización de la estación de bombeo no plantea ningún problema técnico, ya que la gran mayoría de los automatismos de las estaciones de bombeo o impulsión visitadas funcionaban normalmente, no forma parte del objeto de este libro, por lo que no se realizarán propuestas específicas. Sin embargo cabe mencionar que su automatización funciona según las siguientes características:

- a) Estación de bombeo-Nivel 0  
La automatización básica de una estación de bombeo consiste, generalmente, en un sistema de arranque y parada de las bombas mediante circuitos eléctricos.

cos tradicionales en función de la presión demandada por la red hidráulica (Controlada mediante presostatos).

b) Estación de bombeo-Nivel 1

Este nivel, incorpora un equipo de control secuenciador basado generalmente en un autómatas programable (PLC), que gestiona más eficientemente el arranque y parada de las bombas. (Existe la posibilidad de utilizar arrancadores estáticos y convertidores de frecuencia, que proporcionan un control más lineal de la presión en la red hidráulica, además de un importante ahorro energético).

c) Estación de bombeo-Nivel 2

Se añade al nivel anterior una mayor recogida de información tal como: número de maniobras, horas de funcionamiento, averías, etc. También puede incluirse el intercambio de información con otros subsistemas, como el de gestión de la red hidráulica para la detección de roturas y fugas y la toma de decisiones en consecuencia.

## 1.2.2 RED DE RIEGO

Los niveles de automatización de la red de riego recogen la automatización y control de la propia red de distribución, a partir de la estación de bombeo y hasta los hidrantes o tomas de agrupación.

Podemos diferenciar distintos niveles en dicha red:

a) Red de Riego-Nivel 0

Es el nivel básico, representa la total ausencia de automatización. La red de riego comprende, generalmente, la propia red de distribución, ya sea bajo tubería enterrada o canal abierto, equipadas de determinadas válvulas de mariposa o compuerta, que aíslan la red para evitar su vaciado en caso de roturas, fugas o periodos de tiempo en los que no se utilice. En este nivel, las válvulas o compuertas, no están automatizadas, siendo su accionamiento manual. Tampoco existen sistemas de control de presión o caudal para la detección de roturas ni fugas.

b) Red de Riego-Nivel 1

Se telemandan las válvulas de la red, aunque no se realiza control de presión y/o caudal para la detección de roturas o fugas, por lo que conlleva el tendido de cable eléctrico desde el centro de control, o desde centros de control secundarios, hasta las válvulas motorizadas, que incorporan finales de carrera, así como la instalación de un terminal remoto (equipo electrónico).

c) Red de Riego-Nivel 2

Este nivel añade la telelectura de distintos sensores de presión o caudal, repartidos por la red, para la detección de roturas o fugas. Estos sensores pueden

estar, físicamente situados en las mismas válvulas de red antes citadas o en los hidrantes o tomas de agrupación.

Cuando se instalan sensores junto con las válvulas de red, éstas se equiparan con un terminal remoto que facilitará la comunicación con el centro de control mediante el consiguiente protocolo que permitirá tanto la telemida como el telemando de las propias válvulas.

### 1.2.3 HIDRANTES - TOMAS DE AGRUPACIÓN

Los hidrantes o tomas de agrupación son los puntos de acometida de la red de riego para distribuir el agua hasta las parcelas. Generalmente en los hidrantes se encuentra una válvula de mariposa de accionamiento manual, un cazapiedras, una válvula hidráulica (pilotada), un contador de agua y el terminal remoto.

La válvula hidráulica pilotada consiste en:

Válvula hidráulica compuesta de los pilotos necesarios para realizar las funciones adecuadas en cada caso, incorporando generalmente las funciones de:

- Sustentadora de Presión aguas abajo.
- Limitadora de Caudal.
- Etc

Dispone de un mando manual que permite conmutar entre las 3 formas de trabajo (Abierta/Automático/Cerrada). Siendo en el modo automático donde realiza las funciones anteriormente mencionadas.

Además permite su telemando incorporando un solenoide en el mando manual referido anteriormente.

Estas válvulas también están disponibles con el contador incorporado, contador que puede disponer de emisor de pulsos.

#### a) Hidrantes-Nivel 0

Es el nivel básico e implica una lectura manual de todos los contadores de las tomas de agrupación, con una ausencia total de telecontrol respecto a los hidrantes. No hay ningún requerimiento de alimentación eléctrica.

Este es un nivel totalmente válido cuando los puntos a automatizar no son muy numerosos y el ahorro económico que supone la ausencia de telecontrol y lectura automática justifica la contratación de personal que realice esta lectura. Este nivel queda plenamente justificado en los casos que resulte suficiente una lectura de contadores cada uno o dos meses y el número de contadores lo permita. En general solo existe un contador por toma de agrupación y el consumo se divide entre todos los regantes asociados a dicha toma, algo que perjudica

claramente al consumo, ya que se tiende a consumir más cuando no se factura a cada regante su consumo real.

b) Hidrante-Nivel 1

Mediante el uso de contadores 'inteligentes' y autónomos (con alimentación propia por baterías), se automatiza la lectura de contadores, aunque sin incorporar la telelectura de los mismos ni el telecontrol de la válvula hidráulica pilotada del hidrante. No existe ningún requerimiento de alimentación eléctrica externa.

De esta manera, no se necesita de ningún medio físico de transmisión de datos al centro de control, con el consiguiente ahorro económico de instalación. La principal aportación de este nivel consiste en la simplificación de la lectura de contadores, ya que pueden obtenerse automáticamente (sin posibilidad de errores) conectando un dispositivo portátil. Dichas lecturas automatizadas podrían incluso incorporar información adicional de interés como: intervalos horarios de consumo, consumo máximo, medio, mínimo, etc. Esto posibilita la implantación de una facturación ponderada de acuerdo con la triple tarifa de la correspondiente compañía eléctrica. Sin embargo, este nivel 1, al igual que en el anterior nivel, queda limitado respecto de la frecuencia de actualización con una lectura cada uno o dos meses.

c) Hidrante-Nivel 2

Automatiza la recogida de datos de contadores y su telelectura, permitiendo asimismo el telecontrol de la válvula hidráulica pilotada del hidrante. Requiere por lo tanto una alimentación eléctrica externa.

Es necesaria una mayor inversión para equipamientos en terminales remotos (equipos electrónicos de recogida y tratamiento de información), para su alimentación eléctrica y para el medio físico de transmisión de datos. La alimentación eléctrica se lleva al hidrante o toma de agrupación mediante cable subterráneo desde una toma de energía cercana o desde el centro de control con una conducción y distribución paralela a la red de riego. El medio físico de transmisión de datos es un cable de comunicaciones, tendido por la misma zanja del cable de alimentación, con conexiones de reparto a cada hidrante. Hay sistemas en que las órdenes de maniobra (apertura-cierre de válvulas) y la alimentación eléctrica circulan por un único par de cables, que recorre todos los equipos electrónicos instalados en cada hidrante ("unidades de campo").

En este caso los contadores pueden ser o no "inteligentes", ya que existe un terminal remoto. Se pueden utilizar contadores tradicionales, menos costosos, (con emisor de pulsos) ya que el terminal remoto puede encargarse de la lectura continua de los contadores. Cabe mencionar que cualquier autómatas programable (PLC), junto con un contador tradicional, puede realizar perfectamente esta función, además de proveer de discriminación horaria, y es posible

su fácil implantación en cualquier instalación ya existente. El utilizar contadores inteligentes, de costo más elevado, conlleva la ventaja de poder simplificar el terminal remoto (principalmente el software), disminuye el consumo y aumenta la seguridad de conservar los datos del contador aún en caso de fallo del terminal remoto. Este riesgo de pérdida de datos es sobre todo crítico en cuanto al horario de riego para la facturación por triple tarifa, ya que el consumo total de agua queda registrado tanto en los contadores tradicionales como en los "inteligentes". Destacar que un contador tradicional obligaría a realizar una lectura manual "in situ" ante la pérdida de los datos por el telecontrol.

En este nivel 2, no hay limitaciones en cuanto a la frecuencia de lectura de contadores y por tanto se posibilita la facturación ponderada de acuerdo con la triple tarifa de la correspondiente compañía eléctrica, así como la distribución de HOJAS DE CONSUMO mensuales, o incluso semanales, a disposición de las agrupaciones.

El mismo terminal remoto permitirá funciones tales como el telemando de la válvula hidráulica pilotada del hidrante y eventualmente, la adquisición de datos de un sensor de presión para la detección de roturas en la red.

Dadas las distancias de varios kilómetros entre el centro de control y los distintos hidrantes, las caídas de tensión en el cable de alimentación eléctrica puede tomar valores notables, por ello resulta importante minimizar el consumo eléctrico de todos los equipos electrónicos del hidrante. En particular se recomienda un protocolo de comunicaciones con posibilidad de llamada de interrupción desde los terminales remotos para conseguir menores niveles de consumo eléctrico.

#### d) Hidrante-Nivel 3

Este nivel posee iguales características que el nivel anterior, con la diferencia que se emplea un medio alternativo al cable, tanto para la transmisión de las lecturas de los contadores y la comunicación para el telecontrol como para la alimentación eléctrica de los equipos situados en el hidrante.

La alimentación, si queremos prescindir de un tendido de cable, deberá ser local. En este punto podemos distinguir dos posibilidades de actuación, o bien la energía se genera en el mismo hidrante, mediante células fotovoltaicas o aerogeneradores o bien se utiliza una batería, con energía suficiente, que deberá ser sustituida regularmente. En el Grupo I.E.A. se están realizando actualmente unos desarrollos para generación de energía eléctrica a partir de turbinas impulsadas por la propia circulación del agua a través de la tubería.

La primera opción, mediante células fotovoltaicas, generalmente no presenta ningún problema técnico, excepto vandalismo, y requiere un mínimo mantenimiento para la limpieza de los paneles. Los aerogeneradores son más propensos aún al vandalismo y dependen en gran medida de la climatología local.

La segunda opción, usando una alimentación a baterías, depende en gran medida de los consumos estimados de los equipos situados en el hidrante. Es necesario una electrónica de muy bajo consumo para que esta opción sea viable.

Al prescindir de un cable de comunicaciones, la transmisión de información entre el centro de control y los hidrantes se realizará mediante radio. Los radioenlaces plantean varios requisitos técnicos, según sean las distancias a cubrir y sobre todo a la orografía, será necesaria una cierta potencia para la transmisión. Si esta potencia superase los 500mW, sería necesaria una legalización de frecuencia. También se puede plantear el uso de enlaces GSM, cuando exista cobertura. El uso de enlaces GSM simplifica la instalación y el mantenimiento, aunque se hace necesario que alguna compañía suministradora tenga cobertura en la zona regable. El consumo de equipos GSM tiende a reducirse y ronda los 50mW, lo que deberá de tenerse en cuenta para dimensionar la alimentación, ya sea mediante baterías o paneles fotovoltaicos.

En general toda la electrónica elegida deberá ser del menor consumo posible y en particular el protocolo de comunicaciones tiene una gran incidencia sobre dicho consumo. Es muy importante tenerlo en cuenta para pasar de la transmisión de datos tradicional (scan cíclico) vía cable a una comunicación vía radio basada en una transmisión de datos activada por llamadas desde los terminales remotos.

#### 1.2.4 PARCELAS

En muchos casos, desde la toma de agrupación se realiza el reparto a cada regante, y fuera de la toma de agrupación o del hidrante, el regante dispone de una válvula y a veces un contador. En este punto se tratará la posibilidad de una cierta automatización de la lectura de los contadores de los regantes para una mejor gestión y control de estos.

a) Parcelas-Nivel 0

El regante dispone de una válvula (de accionamiento manual) y a veces de un contador que puede estar situado a la salida de la toma de agrupación o a la entrada a la parcela.

b) Parcelas-Nivel 1

En este nivel se propone que cada parcela disponga de un contador y una válvula de accionamiento manual, instalados en la proximidad de la toma de agrupación, para facilitar la lectura de todos ellos por la comunidad de regantes.

Lo relevante de esta propuesta, es el control del consumo por parte de cada regante. Como medio de favorecer el ahorro de agua.

### c) Parcelas-Nivel 2

En este caso, la propuesta es la de incorporar los elementos ya citados en el nivel anterior, pero además se integraría la telelectura de todos y cada uno de los contadores a partir del terminal remoto de la agrupación.

Una vez agrupados los contadores de cada parcela, como se describe en el nivel anterior, se conecta cada contador con el terminal remoto situado en la toma de agrupación. (Este nivel implica que la automatización del hidrante debe encontrarse en un nivel 2 o superior).

A lo ya dicho en el punto anterior, en referencia al consumo y ahorro de agua, en este nivel 2 no hay limitaciones en cuanto a la frecuencia de lectura de contadores, y por tanto se posibilita la facturación ponderada de acuerdo con la triple tarifa de la correspondiente compañía eléctrica, así como la distribución de HOJAS DE CONSUMO mensuales, o incluso semanales, a disposición de las agrupaciones (Como ya se comentó en el nivel 2 de hidrantes).

### 1.2.5 TABLAS RESUMEN

De acuerdo con los estudios y visitas realizadas, se presentan aquí unos cuadros resumen con indicación de la complejidad y viabilidad para cada una de las áreas de automatización y niveles antes citados.

**Estación de Bombeo:**

**Características Principales:**

- Sistema centralizado
- Alimentación eléctrica disponible.

Nivel	Características	Complejidad	Estado de la técnica	Requisitos	Instalación
0	Sistema de arranque y parada de las bombas mediante circuitos eléctricos tradicionales en función de la presión demandada por la red hidráulica. (Uso de presostatos)	Baja	Múltiples realizaciones		Frecuente
1	Sistema de control secuenciador basado generalmente en PLC que gestiona más eficientemente el arranque y parada de las bombas. (Posibilidad de utilizar arrancadores estáticos y convertidores de frecuencia)	Media	Múltiples realizaciones	Nivel anterior	Frecuente
2	Añade al nivel anterior una recogida mayor de información del tipo: nº de maniobras, horas de funcionamiento, averías, etc. Además existe un intercambio de información con el sistema de control de automatización de la red hidráulica para la detección de roturas.	Alta	Algunas realizaciones	Nivel anterior	Moderada

Red de Riego:

<p><b>Características Principales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema descentralizado</li> <li>- Alimentación eléctrica generalmente no disponible.</li> </ul>
--

Nivel	Características	Complejidad	Estado de la técnica	Requisitos	Instalación
0	No existe automatización. Válvulas de tipo manual.	Baja	Múltiples realizaciones		Frecuente
1	Telemando por cable de válvulas principales de la red hidráulica. Necesidad de alimentación eléctrica.	Media	Algunas realizaciones	Nivel anterior	Moderada
2	Terminal remoto de telecontrol para el telemando de válvulas y la telemedida de sensores de presión y caudal. Posibilita la respuesta automática ante roturas o fugas	Alta	Algunas realizaciones	Nivel anterior	Escasa

## Tomas de Agrupación – Hidrantes:

**Características Principales:**

- Sistema descentralizado
- Alimentación eléctrica generalmente no disponible.

Nivel	Características	Complejidad	Estado de la técnica	Requisitos	Instalación
0	Lectura manual de contadores. No requiere alimentación eléctrica. Aconsejable donde haya pocos puntos a controlar y donde no se necesiten requerimientos de otro tipo. No hay telelectura ni telecontrol.	Baja	Múltiples realizaciones		Moderada
1	Lectura manual de contadores. Contadores inteligentes. (Alimentación autónoma) Pocos puntos a controlar pero donde son necesarios requerimientos como el control de facturación con triple tarifa.	Baja	En desarrollo		Inexistente
2	Terminal remoto para la telelectura de contadores. ("inteligentes" o tradicionales) Requiere alimentación eléctrica. Facilidad de añadir otros controles como el telemando de la válvula del hidrante. Permite facturación triple tarifa.	Media	Múltiples realizaciones contadores tradicionales	Nivel anterior	Frecuente
3	Igual que el nivel anterior pero aplicando soluciones alternativas a los cables de alimentación (ej: placas fotovoltaicas) y a los cables de comunicación (ej: radioenlaces, GSM, ...)	Alta	Primeras realizaciones	Nivel anterior	Escasa

Parcelas:

**Características Principales:**

- Sistema descentralizado
- Alimentación eléctrica generalmente no disponible.

Nivel	Características	Complejidad	Estado de la técnica	Requisitos	Instalación
0	Gestión por parte del regante. Suele comprender una válvula de accionamiento manual y en algunos caso un contador individual.	Baja	Múltiples realizaciones		Frecuente
1	Gestión por parte de la comunidad de regantes. Comprendería un contador individual de lectura manual y una válvula de accionamiento manual por cada parcela.	Baja	Múltiples realizaciones		Frecuente
2	Igual que el nivel anterior pero utilizando contadores "inteligentes".	Media	En desarrollo		Inexistente 31/12/02
3	Se realiza la telelectura de contadores. (Aprovechando el terminal remoto de la toma de agrupación) También permite realizar otro tipo de controles como el telemando de la válvula.	Alta	En desarrollo	Nivel 1 anterior y Nivel2 de Hidrantes	Inexistente en Andalucía 31/12/02

## 1.3 CONDICIONANTES DEL MEDIO RURAL

### 1.3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las actuales comunidades de regantes dividen las zonas regables en sectores independientes entre sí, a fin de lograr una gestión más eficiente y ordenada de los recursos.

Esta sectorización se realiza desde el punto de vista del diseño hidráulico de la red.

Asimismo el origen del agua de riego, puede provenir de:

1. Canalizaciones de suministro de la Confederación Hidrográfica de la zona que se trate.
2. Reutilización de aguas de vertidos urbanos.
3. Bombeos de aguas subterráneas que realizan los propios agricultores.

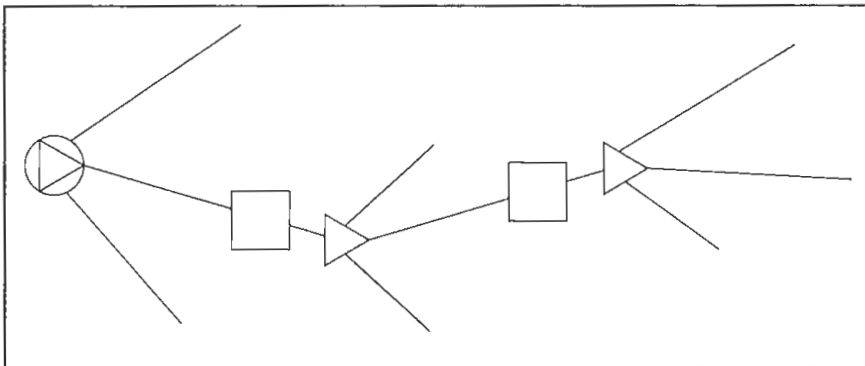
En los dos primeros casos la red de riego suele tener una topología arborescente, partiendo de una o más estaciones de bombeo, que dan lugar a cada uno de los sectores antes mencionados.

El tercer caso, generalmente da lugar a topologías de anillo o mallado de vasos comunicantes, que también se divide luego en sectores.

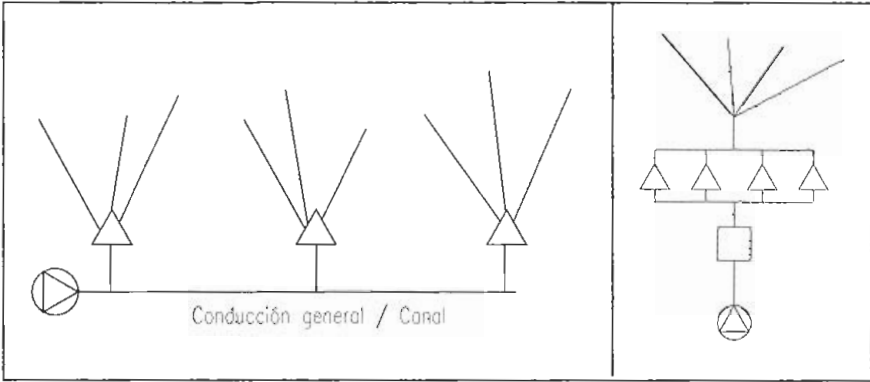
En cuanto a la configuración de las estaciones de bombeo cabe destacar que pueden presentarse en serie o en paralelo y generalmente de forma mixta, así como en anillo o mallado, dependiendo de la topología de la red, la topografía de la zona regable y los puntos de donde parte el abastecimiento del agua.

A modo de ejemplo, podemos ver algunas representaciones gráficas de los distintos tipos de las configuraciones anteriormente nombradas:

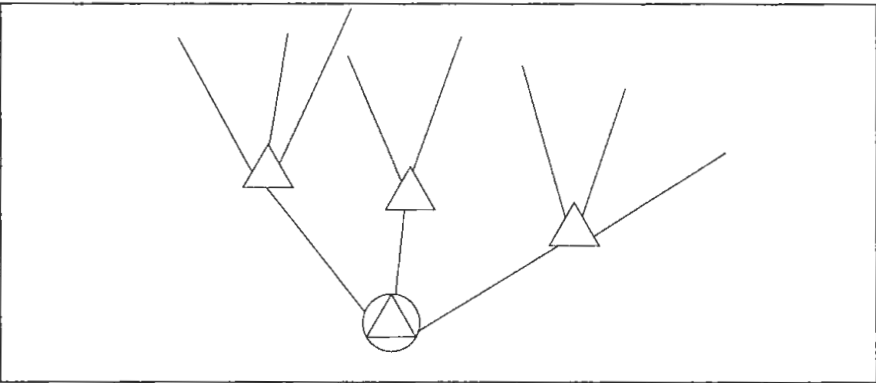
#### Configuración en Serie:



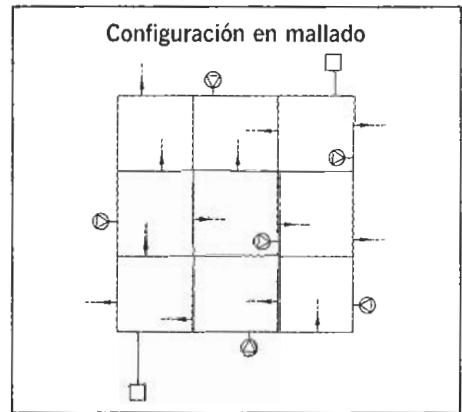
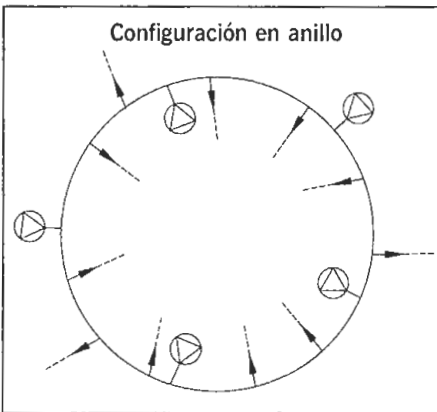
Configuraciones en Paralelo:



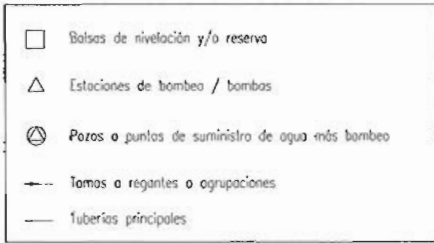
Configuración mixta:



Otros tipos de configuraciones:



LEYENDA:



Uno de los principales condicionantes del medio rural a la hora de abordar la problemática de automatización de las zonas regables, es la falta de alimentación eléctrica. Problema que se magnifica por ser el sistema a automatizar distribuido, comprendiendo en algunos casos grandes extensiones y por tanto grandes distancias.

Esto provoca que una gran parte del coste de la automatización se destine a llevar el suministro eléctrico a los puntos necesarios.

A partir de lo expuesto, y teniendo en cuenta los datos recopilados, se pueden plantear las siguientes consideraciones:

- a) Con respecto a la red de riego, el tamaño de los sectores es diverso, dependiendo de distintos factores, fundamentalmente el tipo de cultivo (intensivo y/o extensivo), y también la topografía, el tamaño de la zona regable, etc. Podría convenirse, que la superficie típica de un sector es del orden de 1.000 hectáreas, con una desviación de  $\pm 200$  hectáreas, existiendo casos particulares que se salen de estos baremos.
- b) Estos sectores pueden subdividirse a su vez en agrupaciones, las cuales comprenden una toma de agua, que dará suministro a una serie de regantes y parcelas. El número de estas agrupaciones como la extensión que abarcan es muy variable.
- c) La complejidad del sistema de automatización, varía notablemente según se incluya o no el control de hidrantes de parcelas y según las necesidades que se atiendan:
  - Telemida de contadores.
  - Telemando de válvulas.
  - Detección de roturas y posible cierre de válvulas para aislar el sector afectado.

Se deberá proporcionar el nivel de automatización más adecuado sobre la base de confrontar los conceptos de "costo-beneficio", ya que se deben evaluar las ventajas que aportan frente a los gastos de instalación y explotación que presente la automatización a elegir.

- d) Las disponibilidades y necesidades del personal encargado del mantenimiento es variable, dependiendo principalmente de los tamaños de los sectores.

En el subcapítulo siguiente, se exponen una serie de consideraciones y relaciones de datos recogidos de las visitas realizadas a diferentes zonas de riego comprendidas en Andalucía.

### 1.3.2 DATOS DE CONFIGURACIONES DE LAS ZONAS REGABLES

Además de los datos que se muestran a continuación hay otros como el tipo de cultivo (intensivo y/o extensivo), número de parcelas/agrupación, número de regantes/agrupación, número de regantes/sector, que son muy variables, incluso dentro de un mismo sector.

Desde el punto de vista de la automatización, todos los datos citados influyen en el número de puntos a controlar, dicho número crecería de manera importante si la automatización se extiende al nivel de parcelas.

También es importante considerar la distancia existente entre agrupaciones, la cual varía considerablemente, pudiendo ser desde unos metros, hasta un kilómetro en casos muy desfavorables. En situaciones muy excepcionales la distancia ha llegado a ser de varios kilómetros.

En cuanto a la alimentación eléctrica de los equipos, ésta se realiza generalmente mediante tendido de cable bajo zanja. Existen algunos casos puntuales en los que se ha recurrido a la instalación de placas fotovoltaicas.

Los sistemas de regadío que nos ocupan carecen de experiencia en el uso de sistemas de bajo consumo eléctrico para automatizar sectores y/o agrupaciones. Su aplicación podría ponerse en práctica cuando no se disponga de energía o cuando resulte costoso y difícil disponer de ella, por lo que sería interesante desarrollar en el futuro alguna prueba experimental que recoja los continuos avances en sistemas electrónicos de bajo consumo, ya que se presenta como una tendencia de futuro a la que recurren de manera creciente los diseñadores de automatismos de toda índole.

A continuación se incluyen una serie de tablas con los datos del medio rural recogidos en las visitas de campo realizadas. Dichas tablas reflejan los aspectos más importantes acerca de la distribución de las actuales zonas regables, así como otras consideraciones importantes.

**Zona Regable: Huelva. Chanza**

Hectáreas	18.000			
Sectores	18			
nº Hectáreas / Sector		944 / 1 584 / 2 676 / 3 983 / 4 734 / 5 382 / 6	584 / 7 1.018 / 8 815 / 9 764 / 10 818 / 11 1.379 / 12	1.000 / 13 1.186 / 14 1.448 / 15 1.265 / 16 1.364 / 17 1.358 / 18
Agrupaciones / Sector		57 / 1 32 / 2 34 / 3 51 / 4 27 / 5 22 / 6	26 / 7 51 / 8 44 / 9 27 / 10 27 / 11 72 / 12	53 / 13 67 / 14 74 / 15 68 / 16 72 / 17 73 / 18
nº Hectáreas / Agrupaciones		Estimación: $\overline{30}$ hectáreas		
Parcelas / Sector		440 / 1 408 / 2 812 / 3 217 / 4 191 / 5 180 / 6	148 / 7 371 / 8 635 / 9 638 / 10 611 / 11 1049 / 12	551 / 13 234 / 14 606 / 15 380 / 16 477 / 17 275 / 18
Regantes / Sector		Gran dispersión de valores		
Centros de control	18			
nº de personas de mantenimiento	1 <sup>ra</sup> / Sector			
Necesidad de discriminación horaria del riego	Si	Triple tarifa: Punta, Llana, Valle Se repercute en el costo del agua al regante		
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	No	La válvula de la agrupación es telemandada Siempre abierta, exceptuando casos de averías		
Detección de Roturas	Si	Válvulas motorizadas y sensores de presión		
Detección de Fugas	No			
€/m3	0,07			
Observaciones				

**Zona Regable: Sevilla-Huelva. Almonte-marismas**

Hectáreas		≈ 10.000 hectáreas / Sector I ≈ 5.000 hectáreas / Sector II
Sectores	2	Subsectores: 8 / sector I 20 / sector II
nº Hectáreas/Sector		1400 hectáreas/Subsectores 2 y 3/Sector I 1336 hectáreas/Subsectores 4 y 5/Sector II
Agrupaciones/Sector		Gran dispersión de valores
nº Hectáreas / Agrupaciones		Gran dispersión de valores
Parcelas		160 / Subsectores 2 y 3 / Sector I 70 / Subsectores 4 y 5 / Sector II
Regantes / Sector		Gran dispersión de valores
Centros de control		Fuera de servicio
nº de personas de mantenimiento		1 / Subsector
Necesidad de discriminación horaria del riego	Sí	Triple tarifa: Punta, Llana, Valle No repercute en el costo del agua al regante. (Pretenden que si repercuta).
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	No	La válvula de la agrupación es manual. Siempre abierta, exceptuando casos de averías y falta de pago por parte del regante.
Detección de Roturas	No	
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,07	
Observaciones		Los automatismos instalados no funcionan, por lo cual, el control de la red de riego se realiza de forma manual. Distancia entre hidrantes: 500 metros.

Zona Regable: Cádiz. Costa Noreste		
Hectáreas	6000	
Sectores	5	
nº Hectáreas/Sector	700/I 700/II Obras/III Obras/IV >2.000/V	
Agrupaciones/Sector	203/V	
nº Hectáreas / Agrupaciones		Estimación: $\bar{15}$ hectáreas (Sector V)
Parcelas (Hectáreas)	Entre 15 y 30/Sector	Gran dispersión de valores: Entre 15 y 30 hectáreas/parcelas en Sector I y II Entre 0.25 y 0.50 Hectáreas/parcelas en Sector V (Zona de invernaderos)
Regantes / Sector		Gran dispersión de valores
Centros de control	5	
nº de personas de mantenimiento	7/V	Equipo humano general para todas las necesidades del setor
Necesidad de discriminación horaria del riego	No	Tarifa única independiente del horario Contrato especial con la <b>compañía</b> suministradora
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	Si	La válvula de la agrupación es telemandada El riego es por horario de 8 de la mañana a 8 de la tarde.
Detección de Roturas	No	
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,05	
Observaciones	El nivel de operatividad ronda el 50%, pero debido a la antigüedad de los automatismos y falta de repuestos en caso de avería es previsible una gran disminución de éste a muy corto plazo.	

**Zona Regable: Almería. Campo de Níjar S.A.T. 2130**

Hectáreas	1.300	
Sectores	4	
nº Hectáreas/Sector		Dispersión de valores
Agrupaciones/Sector		Dispersión de valores
nº Hectáreas / Agrupaciones	Entre 1 y 2	Control a nivel de parcela
Parcelas (Hectáreas)	Total 840	Tamaño de 1 y 2 hectáreas
Regantes / Sector	Total 800	
Centros de control	1	
nº de personas de mantenimiento	5	Una persona de guardia siempre para posibles averías
Necesidad de discriminación horaria del riego	Si	Triple tarifa: Punta, Llana, Valle Se repercute en el costo del agua al regante.
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	Si	La válvula de la agrupación es telemandada Siempre abierta eceptuando casos de averías u otras causas.
Detección de Roturas	No	Pretenden implantar un sistema para ello.
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,12	
Observaciones	Sistema de control Irrinet de Uralita Sistema de comunicaciones mixto (cable y radio)	

**Zona Regable: Almería. Las Cuatro Vegas**

Hectáreas	2.100	
Sectores	6	
nº Hectáreas/Sector	500/III	
Agrupaciones/Sector	Entre 50 y 100/III	Control a nivel de parcela
nº Hectáreas / Agrupaciones		Depende del tamaño de las parcelas.
Parcelas		Gran dispersión de valores
Regantes / Sector	Total 1.060	
Centros de control	6	
nº de personas de mantenimiento	Entre 20 y 25	Horario de 24 horas (3 turnos) Entre 12 y 14 personas preparadas para temas eléctricos.
Necesidad de discriminación horaria del riego	Si	Triple tarifa: Punta, Llana, Valle No repercute en el costo del agua al regante.
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	Si	La válvula de la agrupación es telemandada. Siempre abierta, eceptuando casos de averías. Controlan el llenado de las balsas de los regantes
Detección de Roturas	No	
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,19	
Observaciones	Existencia de enlaces vía radio. (Buen funcionamiento) El mayor de 6 a 7 Km. (Emisora legalizada) El resto mediante emisoras con frecuencias libres.	

**Zona Regable: Córdoba. Fuente Palmera**

Hectáreas	5.260	
Sectores	1	
Agrupaciones	84	
nº Hectáreas / Agrupaciones		Estimación: 25 hectáreas.
Parcelas	1.600	Tamaño variable: Entre 1 y 200 hectáreas.
Regantes	860	
Centros de control	2	Uno de Bombeo Otro de Reimpulsión y telecontrol.
nº de personas de mantenimiento	5	
Necesidad de discriminación horaria del riego	Si	Tienen dos tarifas: Noche y Día. Repercute en el costo del agua al regante.
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	No	La válvula de la agrupación es manual. Siempre abierta, exceptuando casos de averías.
Detección de Roturas	Si	Válvulas motorizadas
Detección de Fugas	No	
€/m <sup>3</sup>	0,05	
Observaciones	Buen funcionamiento del sistema. Basado en gran parte en el buen mantenimiento de éste.	

<b>Zona Regable: Córdoba. Genil - Cabra</b>		
Hectáreas	15.000	
Sectores	2	
nº Hectáreas/Sector	7.000/I 8.000/II	
Agrupaciones/Sector	18 100/I 18 100/II	
nº Hectáreas / Agrupaciones		Estimación: 40 hectáreas.
Parcelas		Gran dispersión de valores
Regantes / Sector	18 1.000/I 18 1.000/II	
Centros de control	2	
nº de personas de mantenimiento	14	
Necesidad de discriminación horaria del riego	No	87% del consumo es en horario valle. No repercute en el costo del agua al regante.
Necesidad de tele- mando de la válvula del hidrante	No	La válvula de la agrupación es telemandada. Siempre abierta, eceptuando casos de averías.
Detección de Roturas	Si	
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,04	
Observaciones		

**Zona Regable: Jaén. Vega de Jabalquinto**

Hectáreas	425	
Sectores	1	Control a nivel de parcela
nº Hectáreas/Sector		
Agrupaciones/Sector		
nº Hectáreas / Agrupaciones		
Parcelas		
Regantes / Sector		
Centros de control	1	
nº de personas de mantenimiento		
Necesidad de discriminación horaria del riego	Si	Sistema de riego por prepago. Riego por horarios preestablecidos.
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	Si	Sistema de riego por prepago. Riego por horarios preestablecidos.
Detección de Roturas		
Detección de Fugas		
€/m3	0,03	
Observaciones	La instalación del sistema todavía está en ejecución, no estando todavía definidos la totalidad de los parámetros tenidos en cuenta en esta tabla.	

**Zona Regable: Albacete. Cdad. Regantes Príncipe de España**

Hectáreas	2.910	
Sectores	4	Control a nivel de parcela
nº Hectáreas/Sector	510/I 400/II 1.500/III 500/IV	I. El Salobral II. Los Pinos III. El Pasico IV. La Madriguera (en obras)
Agrupaciones/Sector		
nº Hectáreas / Agrupaciones		Máximo de 1.5 hectáreas por hidrante.
Parcelas		
Regantes / Sector	1.00/I	
Centros de control		
nº de personas de mantenimiento		
Necesidad de discriminación horaria del riego	No	No hay control de horario de riego.
Necesidad de telemando de la válvula del hidrante	No	No, al ser el riego a la demanda.
Detección de Roturas		
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,05	
Observaciones	Sistema de automatización de Regaber S.A. (Motorola)	

**Zona Regable: Albacete. S.A.T. SORETA**

Hectáreas	1.056	
Sectores	2	Control a nivel de parcela
nº Hectáreas/Sector	$\approx 500/I$ $\approx 500/II$	
Agrupaciones/Sector		
nº Hectáreas / Agrupaciones		
Parcelas		
Regantes / Sector	Total 680	
Centros de control	1	
nº de personas de mantenimiento	2	
Necesidad de discriminación horaria del riego	Si	Punta: 9 a 19 horas Valle: 19 a 9 horas
Necesidad de tele- mando de la válvula del hidrante	No	No, al ser el riego a la demanda.
Detección de Roturas	Si	Medida de tres puntos críticos por sector. Activa una alarma en el centro de control.
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,05	
Observaciones	Sistema de automatización de Regaber S.A. (Motorola)	

**Zona Regable: Álava. Vitoria - Gasteiz**

Hectáreas	4.000	
Sectores		
nº Hectáreas/Sector		
Agrupaciones/Sector	Total 200	
nº Hectáreas / Agrupaciones		
Parcelas		
Regantes / Sector	Total 100	
Centros de control		
nº de personas de mantenimiento		
Necesidad de discriminación horaria del riego	No	Uso de la red de riego sólo durante tres meses al año, dada la gran cantidad de lluvias que se producen en la zona.
Necesidad de tele- mando de la válvula del hidrante	No	Sistema carente de automatización.
Detección de Roturas	Si	Mediante medida de presión en puntos críticos
Detección de Fugas	No	
€/m3	0,07	
Observaciones	Lo más destacable de esta zona es el tratamiento de gran eficacia con el que se tratan las aguas residuales. Sistema de riego carente en su totalidad de automatización	

### 1.3.3 VALORACIÓN DE LOS DATOS Y RECOMENDACIONES

#### 1.3.3.1 Centros de control

En las zonas regables visitadas, se observa la centralización en una misma ubicación física de las siguientes instalaciones:

- Centro de mando de la estación de bombeo.
- Centro de control para la automatización de la red de riego.

Resulta por tanto, que la relación entre sectores y centros de control es de 1:1 o lo que es lo mismo, hay tantos centros de control como sectores.

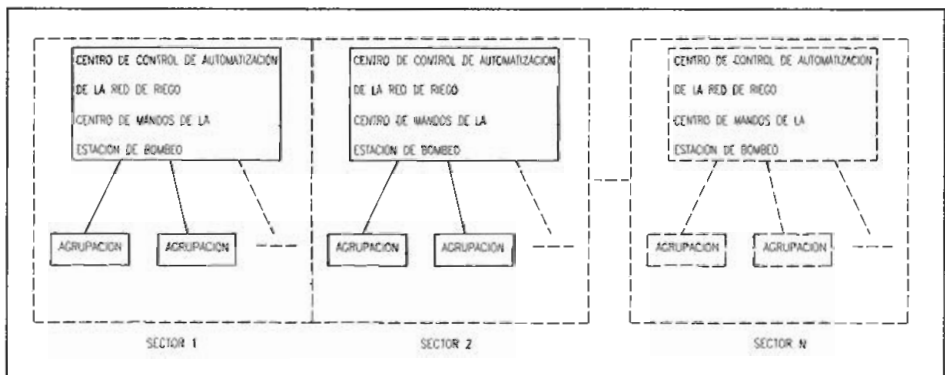
Sin embargo, una primera interpretación del referido análisis de los datos recogidos, nos permite convenir que dicha multiplicidad de centros de control no es eficiente desde el punto de vista de la automatización de una zona regable. Sería aconsejable, en la medida de lo posible, controlar varios sectores desde un mismo centro de control de automatización a fin de mejorar la eficiencia del sistema.

Por tanto, la relación entre sectores y centros de mando de estaciones de bombeo seguiría siendo de 1:1, pero la relación entre sectores y centros de control de automatización de la red de riego sería de n:1, dependiendo de los diferentes condicionantes aplicables en cada caso.

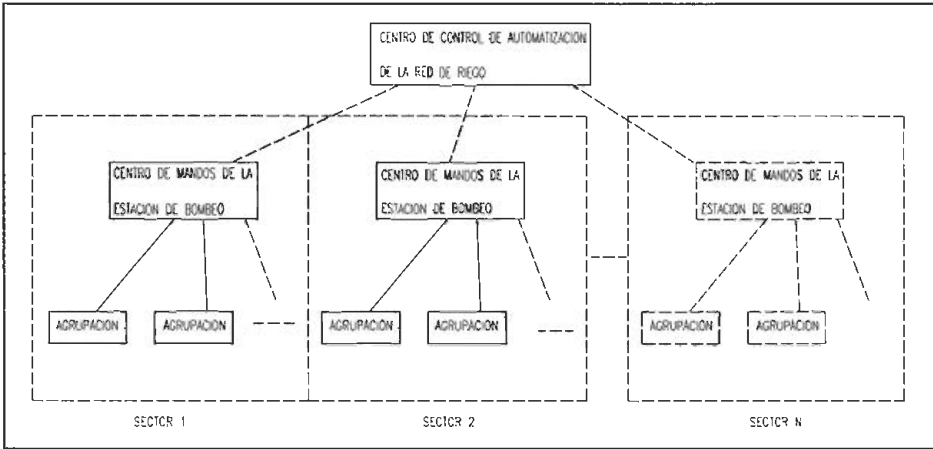
Esto permitiría:

- Un menor coste de infraestructuras.
- Una gestión y control del sistema más eficiente.
- Menores gastos de explotación.
- Racionalización del equipo humano de mantenimiento de las instalaciones

**Arquitectura Convencional:**



**Arquitectura Propuesta:**



**1.3.3.2 Tomas de agrupación y parcelas**

• **Grado de automatización:**

En base a los datos recopilados, se deduce que el aspecto más importante de la automatización respecto a las tomas de agrupación y parcela, es la lectura de contadores. También debe existir la opción de poder realizar dicha medida con discriminación horaria, cuando esta práctica permita reducir costos de explotación.

Por otra parte, es recomendable el uso de alguno de los modelos de válvula hidráulica para control de presión del hidrante, ya que es importante garantizar la entrega de presión constante aguas abajo, sirviendo además como limitadora de caudal. Existen distintos modelos en el mercado, permitiendo en ciertos casos su telemando, no siendo éste prioritario cuando se trata de riego a la demanda, dada su escasa manipulación, al permanecer en circunstancias normales en modo automático ("abierta"). En tal caso, dichas válvulas son manipuladas sólo esporádicamente en caso de averías.

Cuando se disponga de un terminal remoto de telecontrol de agrupación para la telemedida de contadores, el telemando de la citada válvula puede ser aplicable como elemento asociado, ya que en este caso agregar otros automatismos supone un pequeño coste marginal.

Es necesario telecontrolar la válvula del hidrante en circunstancias particulares como:

- El riego se efectúa por horarios.
- Control de las válvulas del regante por parte de la comunidad.
- Sistemas de prepago.
- Otras circunstancias de escasa incidencia.

En cuanto a la automatización a nivel de parcela, es conveniente realizar un estudio previo, de tal manera que se puedan evaluar diversos factores y soluciones tecnológicas (Distribuidas o Centralizadas) en lo referente a la instalación y lectura de los contadores individuales de parcelas.

- **Extensión de las agrupaciones:**

El estudio realizado nos refleja que el tamaño habitual correspondiente a cada agrupación es de unas 20 hectáreas con una desviación de  $\pm 5$  hectáreas.

Normalmente la caseta de agrupación se sitúa a pie de los caminos, permitiendo así una fácil accesibilidad. Teniendo en cuenta los datos antes citados, la extensión de terreno correspondiente a las parcelas de cada agrupación (considerando un terreno de forma cuadrada) correspondería a las siguientes dimensiones:

$$20 \text{ hectáreas} = 200.000\text{m}^2 \Rightarrow \sqrt{200.000} \approx 447 \text{ metros de lado.}$$

Aún en el caso, de que se doblara el tamaño de la superficie de parcela correspondiente a cada agrupación (40 hectáreas), considerando esto como el caso más desfavorable, las dimensiones equivalentes resultarían:

$$40 \text{ hectáreas} = 400.000\text{m}^2 \Rightarrow \sqrt{400.000} \approx 632 \text{ metros de lado.}$$

Con estos cálculos, ponemos en evidencia los límites máximos de posibles longitudes individuales de tubería con vista a reunir la instalación de los contadores de parcela en un único sitio, coincidiendo con la toma de agrupación.

### 1.3.3.3 Mantenimiento

Se puede afirmar, a tenor de lo visto, que uno de los factores más relevantes para la eficiente explotación del sistema de automatización es su mantenimiento.

Normalmente, en base al estudio realizado, se dispone en término medio de una persona de mantenimiento por cada mil hectáreas. Sin embargo es necesario tener en cuenta que para realizar un mantenimiento eficaz hace falta contar con un equipo multidisciplinario de varias personas, idealmente de 5 a 7. Dicho equipo multidisciplinario atendería toda la zona regable (eventualmente agrupando diversos sectores), cada uno en su especialidad (hidráulica, electricidad, electrónica, informática,...), lo cual resulta más eficiente que dividir dicho personal por sectores. Con estas consideraciones se ratifica la recomendación del punto (1.3.3.1.) referente a la agrupación de centros de control.

No obstante, debe tomarse esto como una organización de trabajo flexible, en donde el personal puede realizar distintas tareas, dada la variación estacional de demanda de las labores de mantenimiento.

Por lo tanto, es necesario poner especial énfasis en que la automatización de un sistema de riego no se agota en la etapa de elección del sistema, instalación y puesta en funcionamiento. El éxito o fracaso, aún del mejor sistema de automatización, estará siempre ligado a un mantenimiento eficiente.

## 1.4 ALGUNAS PERSPECTIVAS DE FUTURO

Consecuencia de toda la serie de avances tecnológicos en curso, actualmente se abren múltiples y diversas perspectivas de futuro que afectan a todos los diferentes factores, que intervienen en la automatización de una zona de riego y que tienen como nexo común la potenciación de la estandarización en los sistemas de control y elementos empleados, tanto desde el punto de vista de hardware como del software.

A continuación se realiza una descripción y análisis de estas perspectivas de futuro, que se presuponen se implantarán en las nuevas zonas de riego, así como en las que se ejecuten tareas de modernización.

### 1.4.1 TERMINAL REMOTO DE HIDRANTE CON COMUNICACIONES INALÁMBRICAS Y ALIMENTACIÓN LOCAL.

#### Antecedentes del estado actual

En la actualidad existen diversos terminales remotos específicos para el control de riego. Estos terminales están compuestos, generalmente, por un circuito electrónico diseñado específicamente para esta aplicación. Además, tanto la alimentación como la comunicación con el centro de control se realiza mediante un tendido de cable.

#### Perspectiva de Futuro

1. Alimentación local de los equipos mediante paneles solares y/o baterías.
2. Comunicación inalámbrica con el centro de control.
  - Radioenlaces mediante radio-módem.
  - Enlace mediante telefonía móvil GSM.
3. Aplicación de nuevas tecnologías como las que nos permite la telefonía móvil GSM.
  - SMS (Short Messagge Service)
4. Utilización de elementos estándar en la totalidad de la aplicación, tanto en hardware como en software de forma que proporcionen una máxima robustez y flexibilidad al sistema.

### **Grado de innovación**

La innovación de esta propuesta radica en la estandarización de los elementos que forman el terminal remoto, así como en el empleo generalizado de técnicas alternativas al cable (alimentación y comunicación), teniendo en cuenta los distintos condicionantes del medio rural.

### **Interés económico y tecnológico de los objetivos perseguidos**

El costo de instalación del cable para las comunicaciones y la alimentación de terminales remotos supone cerca del 30% del presupuesto destinado a la automatización de las zonas regables. El tendido de cable es además una de las principales fuentes de problemas en el mantenimiento de los regadíos por lo que su sustitución mediante técnicas de comunicación inalámbricas y alimentación local presenta un gran interés desde el punto de vista económico.

Esta propuesta aporta como innovación tecnológica, el desarrollo de equipos y terminales remotos de bajo consumo diseñados en base a una alimentación local mediante equipos fotovoltaicos y/o baterías.

En el anexo 5 se presentan datos técnicos complementarios así como toda una serie de resultados concretos obtenidos mediante pruebas de campo.

## **1.4.2 CONTADORES "INTELIGENTES" CON TRANSMISIÓN INALÁMBRICA PARA LECTURA LOCAL.**

### **Antecedentes del Estado Actual**

En la actualidad en las zonas regables predominan los tradicionales contadores tipo woltman o de similares características, provistos de emisores de pulsos.

El uso de contadores "inteligentes" se está aplicando exclusivamente en redes de distribución de agua para el consumo humano e industrial, no existiendo experiencias significativas en redes de riego agrícola.

### **Perspectiva de Futuro**

Esta propuesta pretende aprovechar todos los avances que ofrecen los contadores "inteligentes".

Entre las ventajas que ofrecen se encuentran:

- No requieren suministro eléctrico externo.
- Permiten discriminación horaria, almacenando los periodos de consumo sin necesidad de ningún equipo adicional.
- Lectura de toda la información desde un punto exterior al contador (por conexión de equipo portátil o por enlace inalámbrico) sin posibilidad de error.

## **Grado de innovación en relación con los métodos conocidos**

El uso de contadores "inteligentes" en redes de regadío supone una gran innovación en cuanto al proceso de recogida de datos, pudiendo inducir cambios en los sistemas de comunicaciones y en los de alimentación, así como en los propios terminales remotos.

## **Interés económico y tecnológico de los objetivos perseguidos**

La principal ventaja desde el punto de vista económico consiste en la agilización de la lectura al permitir la toma de datos simultánea de varios contadores, con el consiguiente ahorro de tiempo y la confiabilidad en los datos obtenidos.

Cuando se realice telelectura, el uso de dichos contadores "inteligentes" permite simplificar el diseño de los terminales remotos, además de proporcionar una mayor seguridad de preservación de datos en caso de fallo del terminal remoto.

A continuación se presenta un completo análisis de dichos contadores:

- **Informe de Contadores "Inteligentes"**

Similares en su concepción mecánica a los tradicionales contadores tipo Woltman, agregan a su diseño un componente electrónico que puede registrar datos en su memoria.

Su funcionalidad, permite obtener desde la información más simple como es la lectura directa en display del consumo acumulado a informaciones más complejas, como discriminación horaria de consumos. Todo ello se almacena de manera detallada y permitiendo la transmisión de dichos datos de forma rápida y fiable.

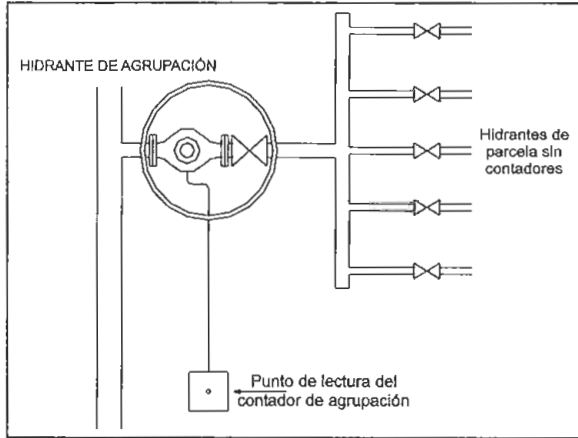
Su funcionamiento es autónomo, el circuito de bajo consumo se abastece con una batería interna cuya duración es de varios años.

La instalación de "contadores inteligentes" brinda una amplia combinación de posibilidades, tanto en el momento de efectuar la instalación del automatismo, como a la hora de incorporar mejoras en el mismo, dada su versatilidad que se pasa a describir.

En su instalación más sencilla, se utiliza como elemento de lectura directa en el hidrante, similar a cualquier contador de pulsos, no siendo esta su aplicación más ventajosa, dado su mayor costo. Sin embargo sus cualidades surgen en el momento en que se desee tener más información, ya que realizando la lectura con un PC. o un pequeño ordenador provisto por el mismo fabricante, se obtienen los registros acumulados en memoria. Este sistema interesa fundamentalmente si la tarifa de consumo prevé la discriminación horaria y no se instala telecontrol.

También presenta alguna ventaja accesoria como puede ser en algunos casos la localización del punto de lectura para facilitar la tarea del operador encargado de recoger

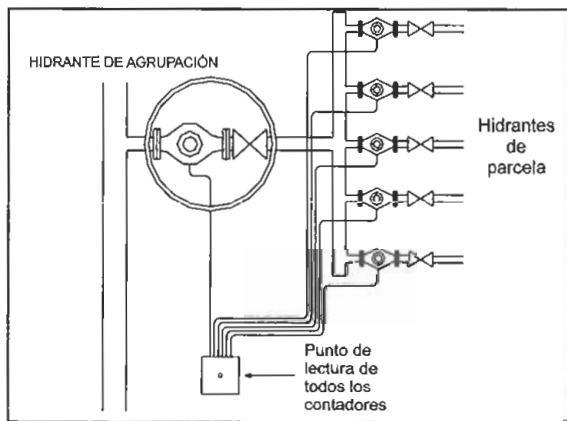
la información mediante un corto tendido de cable. También sería posible la emisión inalámbrica a corta distancia (del orden de 10 a 15 metros) mediante sistema a desarrollar.



*Instalación para lectura del hidrante de agrupación*

Si se desea incorporar automatización, el mismo esquema de instalación permite enviar la información vía radio de corto alcance o GSM desde el mismo punto de lectura utilizando sistemas de bajo consumo. De esta manera se prescinde de una fuente de provisión de energía (solo una pequeña batería de larga duración) y se evita el tendido de cable.

Un sistema de instalación más completo añade la lectura de contadores de parcelas, tal y como se indica en la figura.



*Instalación para lectura de hidrantes de agrupación y parcelas*

Resulta interesante para los casos en donde el sistema instalado carece de telecontrol. También, cuando existiendo un sistema de automatismo en el hidrante de agrupación y si se desea ampliarlo incorporando la lectura de contadores de parcelas con el fin de favorecer el ahorro de agua, pero se carece de capacidad de ampliación en el sistema de automatismo existente.

Si se ha optado por un sistema abierto, debe procurarse que el fabricante utilice un sistema de transmisión digital estándar a fin de no entorpecer la compatibilidad de todo el sistema de automatismo.

Este tipo de lectura se puede hacer desde una toma en paralelo de varios o todos los contadores de una agrupación (hasta varias decenas), conectando el cable de lectura en uno de los contadores extremos o en el punto de lectura, pudiéndose disponer la toma en el exterior del recinto, la que puede también colocarse en un punto más distante de los contadores a fin de facilitar la toma de datos, o utilizar un sistema de transmisión inalámbrica, que puede ser de corta distancia o enviar los datos a la central, vía radio o GSM, según las distancias como ya se describió anteriormente.



*Lectura de los contadores en una sola toma  
en el exterior del recinto de la agrupación*

En estos casos, la comunicación con la central puede hacerse mediante una considerable amplitud de intervalos entre cada envío de información (uno, dos o tres meses), porque los datos se acumulan en la memoria del contador, con reducido consumo de energía. Diferente es la situación de los contadores tradicionales que envían la información constantemente a través del emisor de pulsos.

Independientemente del programa de lectura (mensual, bimestral, trimestral, etc) el contador puede establecer contacto con la central para dar señales de alarma o datos accesorios que se solicitan de manera eventual.

Cuando el automatismo está conectado a una central, vía cable, la alternativa del contador normal es más económica, pero el contador inteligente mantiene una ventaja en

el sentido de que no haya pérdida de datos frente a posibles roturas de cable y versatilidad añadida de poder transformar el sistema alámbrico a inalámbrico sin mayores dificultades.

En la figura adjunta se aprecia una de las maneras en que pueden presentarse los consumos por tramos horarios y días de la semana:

**Consumo por tramos horarios**

Tramo	Hora Inicio	Hora Final	Día Inicio	Día Final
1	8	16:59	Lunes	Viernes
2	17	21:59	Lunes	Viernes
3	22	7:59	Lunes	Viernes
4	8	13:59	Sabado	Domingo
5	14	7:59	Sabado	Domingo
6	0	0:59		

*Presentación de consumos y tramos horarios memorizados en el contador*

Además, nos permite obtener una serie de funciones accesorias tales como:

- Control y detección de fugas e incidencias.
- Almacenar tiempos de consumo normal y de inactividad.
- Alarma por exceso de caudal.
- Número de arranques.
- Caudal máximo, con detalle de fecha y hora.

Una ventaja, que marca diferencias entre este sistema de obtención de datos frente a la posibilidad de hacerlo procesando la información obtenida de un contador de pulsos, es la seguridad de estar trabajando con un sistema homologado de medición y captura de datos.

Otra característica destacable es su versatilidad y la posibilidad de que la ampliación de funciones puede hacerse de manera gradual o a medida que se incorporen avances en el software del automatismo del regadío.

Para concluir, en la fotografía adjunta se presentan distintos modelos de contadores inteligentes, según el diámetro de la tubería.



*Fotografía de distintos tipos de contadores inteligentes,  
según diámetro de tubería*

### 1.4.3 SISTEMA G.I.S.

#### **Antecedentes del estado actual**

Las herramientas G.I.S. (Geographical Information System) y GPS (Global Position System) son ampliamente utilizadas en distintas áreas industriales, tales como compañías de suministro eléctrico, de agua, etc, aunque no así en el sector agrícola. Sin embargo su uso puede proporcionar grandes ventajas en dicho sector, en tareas de mantenimiento y control de la red hidráulica de riego.

#### **Perspectiva de Futuro**

Esta propuesta se refiere a la implantación de un software GIS y un sistema GPS como complemento al servicio de mantenimiento y gestión de la red de riego, con el objetivo de proporcionar una herramienta más eficaz y eficiente que las empleadas en la actualidad.

#### **Grado de innovación en relación con los métodos conocidos**

La principal innovación de esta propuesta está basada en la aplicación al sector agrícola de unos sistemas ya conocidos y asentados en entornos industriales.

Los mismos pueden ser usados para la creación de mapas inteligentes y dibujos que permitan la organización de la información en capas de ayuda para ubicar cientos de elementos de infraestructura y acceder a información específica sobre el equipamiento y el mantenimiento.

Así, el equipo humano que integran los servicios de mantenimiento y gestión de la red de riego no necesitan un especial conocimiento de las instalaciones a su cargo, ya que estos datos están recogidos, de forma actualizada, en el sistema GIS.

### Interés económico y tecnológico de los objetivos perseguidos

El uso de un software GIS proporciona las siguientes ventajas:

- Interfase gráfica con conexión a Bases de Datos para la planificación y realización de tareas de mantenimiento relacionadas con coordenadas geográficas.
- Planificación de ampliaciones y/o modificación de la red de riego o instrumentación (sensores, válvulas, motores,...) teniendo en cuenta detalles del terreno e información complementaria como zonas inundables, accidentes geográficos, espacios protegidos, etc.
- Identificación de itinerarios de acceso (camino rurales, red de carreteras, etc) optimizados para los desplazamientos y tareas de mantenimiento y reparación, no haciendo imprescindible el conocimiento del terreno por todo el personal.

Todo ello proporciona grandes ventajas desde el punto de vista técnico y económico para la gestión de una zona regable.

A continuación se presenta un completo análisis de dicho sistema:

- **Informe**

Se presenta una breve descripción de un software GIS

El GIS (Geographical Information System) es un sistema de información basado en planos cartográficos sobre los que se añaden varias capas de información y permite su actualización mediante la correspondiente vectorización de planos. A cada objeto del plano se le puede asociar o vincular con una determinada información situada normalmente en una base de datos, que puede ser externa. Posee utilidades que permiten generar mapas temáticos, que gracias a los datos topográficos aumentan su utilidad como herramienta de análisis y apoyo de decisiones. Adicionalmente mediante GPS (Global Position System) se pueden actualizar fácilmente las coordenadas de todos los elementos de la red, hidrantes, zanjas, recorrido del cable, etc...

Sin embargo, la experiencia demuestra que muchos sistemas se mantienen activos porque hay una persona que estuvo presente desde su instalación, con lo que se convierte en prácticamente imprescindible para su mantenimiento.

Como se puede comprender esta situación dista mucho de lo que aconsejaría cualquier planteamiento racional, sobretodo cuando se dispone de medios técnicos idóneos para solventar la situación descrita.

Por todo ello, el GIS en combinación con el GPS se presenta como una herramienta adecuada y resulta aconsejable su incorporación cuando se trate de sistemas de regadíos de cierta complejidad, ya que su utilidad está largamente demostrada.

Finalmente, también son usados para la creación de mapas inteligentes y dibujos que permiten la organización de la información en capas de ayuda para ubicar cientos de

elementos de infraestructura y acceder a información específica sobre el equipamiento y el mantenimiento.

#### **1.4.4 CENTRO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO MULTISECTORIAL.**

##### **Antecedentes del estado actual**

Actualmente cada uno de los sectores de riego que forman una comunidad de regantes esta controlado por un sistema automático independiente. Al no existir ninguna normativa en cuanto a prescripciones técnicas, la situación se agrava porque cada etapa de ejecución del proyecto se completa con sistemas distintos, ya sea por tratarse de diferentes contratistas o de obras que se realizan a lo largo de varios años y en ese tiempo la oferta del mercado cambia drásticamente. De tal manera que los sectores llegan a tener características propias completamente diferentes entre sí, lo que hace impensable una mínima compatibilidad para su enlace.

Frente a lo descrito, la consecuencia que se ha verificado es que al resultar estos sistemas de control independientes entre sí, cada sector debe contar necesariamente con un centro de control y un servicio de mantenimiento propio.

Resulta finalmente, como consecuencia de todo ello, una gestión cuya eficacia no alcanza niveles aceptables.

##### **Perspectivas de Futuro**

Mediante esta propuesta se plantea la instalación en plataforma PC de un software complejo constituido por SCADA, GIS y Base de Datos, con el objetivo de definir unas especificaciones básicas respecto a la funcionalidad y la conectividad de un centro de control superior con los centros de control subordinados instalados en cada sector de riego.

##### **Grado de innovación en relación con los métodos conocidos**

Puesto que históricamente, cada sector de riego se desarrolla en época bien diferenciada, se considera que un planteamiento innovador y eficaz puede ser dotar a cada centro de control de sector de un sistema SCADA simple y posteriormente, cuando se disponga de varios sectores vecinos en funcionamiento, instalar el centro superior dotado de GIS y Base de Datos (BD).

##### **Interés económico y tecnológico de los objetivos perseguidos**

El principal interés técnico y económico de esta propuesta se basa en optimizar el servicio de mantenimiento y gestión de la red de riego, en un centro de control superior.

A continuación se presenta un completo análisis de dicho sistema:

- **Informe**

En la figura adjunta se representa gráficamente un esquema del referido centro de control multisectorial.

En dicho esquema se ve la interconexión del centro de control general con N centros de control de los diferentes sectores que pueden componer una zona regable. Uno de los cuales se desglosa indicando la conexión con los terminales remotos de dicho sector.

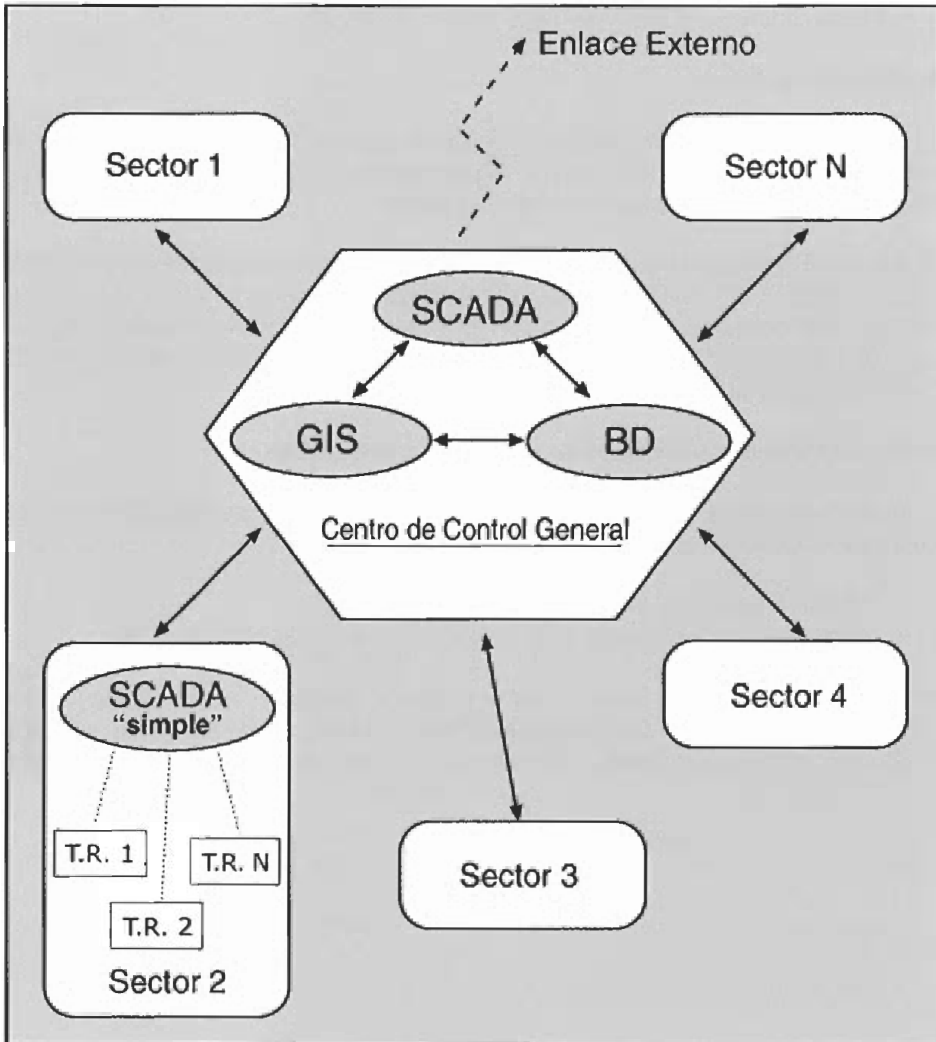
El enlace externo de dicho centro de control general permitiría:

- Tener acceso online por parte de la Consejería o de una auditoría externa.
- Actualizaciones tecnológicas.
- Tareas de supervisión.
- Etc.

Esta interconexión necesitaría un proyecto previo de estandarización de las aplicaciones informáticas utilizadas en los sistemas de control, principalmente en lo referido a:

- Compatibilidad de formatos:
  - o Formato de las Base de Datos.
  - o Formatos de cartografía.
  - o Visualizadores.
  - o Etc.

- Protocolo de comunicaciones



*Centro de Control Multisectorial*

#### 1.4.5 SOFTWARE ESPECÍFICO PARA LA DETECCIÓN DE ANOMALÍAS EN LA RED.

##### Antecedentes del estado actual

El control de las pérdidas de agua por roturas y fugas en las redes de riego agrícola es un aspecto que aún no ha sido considerado con el grado de rigurosidad adecuado.

Aunque la escasez de recursos hidrológicos está haciendo que se empiecen a esbozar algunas soluciones a partir de la medida de presiones en puntos críticos y la comparación entre caudales totales y parciales de la red de riego.

### **Perspectivas de Futuro**

Esta propuesta trata de proporcionar un software específico para la detección de anomalías en la red (fugas, roturas, averías de contadores,...) mediante análisis de coherencia estadística aplicada a las medidas de caudal.

En este sentido trabaja el Grupo IEA (Grupo de Investigación en INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y APLICACIONES de la Universidad de Sevilla) con estudios y publicaciones realizados desde 1994. En particular se plantea analizar el interés práctico respecto a la aplicación del algoritmo FLOS (Flow Optimal Estimator) y del Método 3Q (patentado por el Grupo IEA).

### **Interés económico y tecnológico de los objetivos perseguidos**

La implantación en la red de riego de las consideraciones que se desarrollan en esta propuesta, pretenden conseguir:

- Agilizar y facilitar la localización de roturas y fugas.
- Minimizar las pérdidas de agua provocadas por dichas roturas y fugas.

Todo ello se realiza con un escaso coste económico, siempre que se disponga de una cierta redundancia en cuanto a medidas de caudal, ya que el método utiliza los datos de los contadores ya instalados, los cuales son tratados por un software adicional.

## CAPÍTULO II. MODELO DE PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 2.1 OBJETO

El Modelo de Pliego de Prescripciones Técnicas para los Sistemas de Control Automático de Riegos a la Demanda persigue el objetivo de establecer las prescripciones técnicas particulares del Sistema de Control, así como las especificaciones técnicas que deben de cumplir los diferentes elementos constitutivos y los trabajos complementarios adicionales que deberá acometer el ADJUDICATARIO.

La filosofía con la que se ha desarrollado el presente PLIEGO es la de proporcionar las bases para la implantación de sistemas de automatización abiertos mediante el empleo de elementos estándar, que faciliten las labores del mantenimiento por parte del órgano gestor de la zona regable.

El presente PLIEGO pretende proporcionar solución a diferentes tipos de proyectos. En particular se consideraran los dos grandes grupos siguientes:

- Sistema de automatización para zonas regables de nueva implantación.
- Sistemas de automatización para la remodelación o ampliación de zonas regables existentes.

Tanto unos como otros tendrán unos requerimientos de automatización diferentes, dependiendo de las necesidades a satisfacer. En efecto, un proyecto concreto puede estar fuertemente condicionado por toda una serie de consideraciones que serán expuestas en el punto 2.3, por lo que su Pliego de Condiciones específico deberá realizarse seleccionando adecuadamente de entre las prescripciones técnicas aquí detalladas, aquellas que efectivamente se apliquen a dicho proyecto concreto.

En definitiva, las necesidades particulares de un proyecto marcarán el **nivel de automatización** al que hay que recurrir, limitándose el pliego de condiciones técnicas a cubrir los requerimientos técnicos necesarios para el nivel pretendido.

## 2.2 DEFINICIONES

A efectos del presente PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, se detalla por orden alfabético un glosario de palabras con el significado que en cada caso se indica:

- **ADJUDICATARIO:** El CONCURSANTE a favor del cual se resuelve el CONCURSO.
- **ADMINISTRACIÓN:** Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- **CONCURSANTE:** Persona jurídica cuya presentación al CONCURSO sea aceptada de acuerdo con la legislación vigente.
- **CONCURSO:** El que es objeto del presente PLIEGO.
- **DIRECCIÓN TÉCNICA:** Personal técnico nombrado por la PROPIEDAD para la dirección de la OBRA.
- **OBRA:** Sistema de Control Automatizado para una Zona Regable
- **PLIEGO:** El presente PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.
- **PROPUESTA:** Los TRABAJOS totales ofrecidos por cada CONCURSANTE.
- **PROPUESTA BASE:** Los TRABAJOS ofrecidos por cada CONCURSANTE para el sistema completo, excluidas las OPCIONES, correspondiente a la descripción y características de la OBRA recogidas en el PLIEGO. Deberá llevar su valoración económica separada.
- **OPCIONES:** Los TRABAJOS adicionales, o mejoras alternativas sugeridas en el PLIEGO propuestas por los CONCURSANTES, que puedan ser incluidas en el PRESUPUESTO fijado en este PLIEGO. Cada OPCIÓN deberá llevar su valoración económica separada.
- **PROYECTO DEFINITIVO:** El Proyecto de Detalle relativo a la OBRA, y que formará parte de los TRABAJOS incluidos en el PRESUPUESTO.

## 2.3 FUNDAMENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

### 2.3.1 FILOSOFÍA DE IMPLANTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

La implantación de un sistema de automatismo de riego se debe basar en una necesidad concreta que justifique su utilización, lo que a su vez determinará los niveles aconsejables en cada caso, ya que si bien los avances tecnológicos permiten alcanzar altos niveles de sofisticación, estos significan en cada caso una inversión cuya rentabilidad debe quedar adecuadamente justificada.

Como consecuencia de ello, se considera oportuno establecer una clara diferencia entre las necesidades de:

- a) Sistema de riego a la demanda.
- b) Sistema de riego por turnos.

La filosofía que se pretende implantar en la comunidad andaluza como medio para reducir los consumos de agua es la de riegos a la demanda, ya que la garantía de poder contar con un suministro permanente permite al regante racionalizar el uso del agua, ajustando en cada riego los volúmenes estrictamente necesarios según la demanda hídrica del cultivo.

Asimismo, dicha racionalización en el uso del agua, no solo genera importantes ahorros en el consumo, sino que además tiene ventajas agronómicas agregadas desde el punto de vista de la relación suelo – planta.

No obstante, se han podido apreciar algunos casos puntuales en los que para reducir los costos de inversión (diámetro de tuberías, caudales de bombeo, potencia instalada), se ha recurrido al sistema de riego por turnos.

Entendiendo que, aunque esta modalidad se pueda considerar como la excepción que confirma la regla de uso de "riego a la demanda", habrá que aconsejar acerca de las diferencias que deberían establecerse en los niveles de automatización, según se trate de riego a la demanda o riego por turnos.

### **2.3.1.1 Sistema de Riego a la Demanda**

En una Comunidad de regantes con riego a la demanda, no hay fundamentos técnicos – económicos que justifiquen la implantación de altos niveles de automatización, así es que más allá de lo que es la sala de bombeo, tema que no es objeto de este estudio, la red de riego es la que presenta las mayores demandas de automatización, a través de los sistemas de aviso de averías en la red, siendo mínimas las necesidades reales en los hidrantes, salvo algunos casos a considerar.

En tal sentido, se presenta como posible necesidad de automatización en los hidrantes, la lectura de consumos con fecha y hora, cuando se apliquen tarifas diferenciales por tramos horarios. Sin embargo, en las visitas de campo realizadas, se pudo apreciar una clara tendencia encaminada a la utilización de tarifas planas, debido a que es ineludible garantizar en todo momento que los consumos no sobrepasen los límites de diseño, cuyos cálculos están basados en parámetros estadísticos. Las franjas horarias, llegan a generar consumos puntuales que sobrepasan ampliamente cualquier desviación estándar calculada en el diseño del sistema.

La lectura de contadores a distancia es otro aspecto de la automatización que se presenta como posible, pero debe valorarse el costo de instalación frente a la posibilidad de utilizar contadores tradicionales o "inteligentes" con lectura in-situ.

También se podrían justificar altos niveles de automatización en los hidrantes en las comunidades con sistemas de prepago del riego, ya que en tales casos es necesario que el control centralizado sea el que habilite el uso de dichos hidrantes.

### 2.3.1.2 Sistema de Riego por Turnos

Cuando se opta por este sistema, se justifica la utilización de un control centralizado del suministro, que garantice el cumplimiento de turnos de riego, por lo que las necesidades reales de automatización en el hidrante son mayores.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que, una vez que se realiza algún tipo de control automatizado en el hidrante (Control de apertura y cierre del hidrante), el costo de incorporar más funciones, como puede ser la lectura de contadores o control de intrusismo, resulta prácticamente irrelevante.

Por último, es necesario fijar la atención en el hecho de que un sistema de riego a la demanda con tarifas horarias diferenciales pasaría a convertirse virtualmente en un sistema de riego por turnos, al menos a ciertas horas críticas, como lo son los inicios de tramos horarios económicos, por lo que sus requerimientos de automatización serán similares a un sistema de riego por turnos, ya que en el momento descrito, la demanda de agua podría superar las posibilidades calculadas del diseño del sistema de riego.

## 2.4 ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

En este capítulo se presenta una descripción del Sistema de control automatizado con el objetivo de exponer con máxima claridad en que consiste la automatización de una zona regable así como los objetivos que se persiguen con ello.

Adicionalmente en el apartado 2.4.2 se analizan una serie de consideraciones sobre el tamaño de los sectores de riego, poniéndose de manifiesto su repercusión, técnica y económica, en la automatización de la zona regable.

### 2.4.1 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO

#### 2.4.1.1 Descripción General

La automatización de una red hidráulica de riego se realiza mediante un sistema de control informatizado, que tiene cuatro objetivos principales:

- Control de los consumos.
- Manejo de los hidrantes.
- Manejo de la red.
- Aviso de anomalías.

Para ello se recurre a un sistema con múltiples posibilidades de información y control. Además, según los casos, se podría dotar al sistema de una serie de posibilidades accesorias (no tratadas en este pliego) como por ejemplo: Control de Estación de bombeo y balsas de regulación.

El sistema de control deberá responder a las siguientes características generales:

#### Sistema jerarquizado

- o Centro de control.
- o Comunicaciones.
- o Terminales remotos.
- o Sensores y actuadores.

#### Alta fiabilidad

Todos los elementos del sistema, así como el software empleado deberá tener una gran fiabilidad. Sobre todo teniendo en cuenta que el sistema debe estar en condiciones de funcionar las 24 horas del día durante todo el año.

#### Flexibilidad

El sistema poseerá capacidad de ampliación, en función de las aplicaciones que se vayan demandando del mismo, y de la posible incorporación de nuevos terminales remotos, sin que ello suponga tener que recurrir a otro concepto de sistema diferente al implementado.

#### Mantenibilidad

Este concepto requiere especial atención, pues una vez realizada la instalación y la puesta a punto, se exigirá al sistema una alta disponibilidad. Ello supone, además de la necesidad de contar con equipos y programas fiables, la necesidad de que el operador del sistema reciba una serie de avisos, con objeto de coordinar el mantenimiento lo más rápidamente posible.

Desde este punto de vista, el sistema deberá avisar de los fallos de comunicaciones y alimentación, fallo en los terminales remotos, medidas fuera de rango, etc.

Además, ante la aparición de fallo en un equipo, debe permitir su sustitución por otro sin modificación del cableado ni del software del Centro de Control.

Para una rápida actuación ante una avería debe estar establecido un "Protocolo de actuación".

#### Inteligencia distribuida

Los terminales remotos deberán tener capacidad para actuar con completa autonomía, independientemente de que la comunicación con el Centro de Control esté o no establecida. Aún ante averías de enlace con la central, los datos deberán quedar almacenados en el terminal.

### 2.4.1.2 Descripción Particular

El sistema de control estará formado por los elementos siguientes:

- Centro de Control informatizado.
- Terminales remotos para el control y adquisición de datos.
- Sensores de toma de datos
- Sistemas de alimentación eléctrica.
- Comunicaciones.
- Dispositivos eléctrico-electrónicos de los elementos hidráulicos.

Los mismos se detallan a continuación.

#### ► 2.4.1.2.1 Centro de Control Informatizado

Será el encargado de recibir la información procedente de todos y cada uno de los terminales remotos de la red de riego, almacenarla, procesarla y presentarla al operador del centro.

De igual modo, deberá decidir en situaciones críticas, para así poder ejecutar ordenes y evitar males mayores.

Llevará por tanto la gestión y control de toda la red de riego.

El Centro de Control dispone de los dos elementos básicos de todo sistema informático: hardware y software.

##### Hardware del Centro de Control

- Ordenador tipo PC
- SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)
- Impresora

##### Elementos opcionales:

- Vídeo proyector
- Pantalla de proyección
- Sinóptico mural (Aunque la opción del video proyector es una opción mucho más recomendable por su flexibilidad frente a futuras mejoras y/o modificaciones del sistema).

##### Software del Centro de Control

- Sistema operativo
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)
- Base de Datos
- Programas de aplicaciones diversas (facturación, etc)

#### ► 2.4.1.2.2 *Terminales Remotos*

Equipos electrónicos para el control y adquisición de datos de los hidrantes (son los equipos que proporcionan el lazo de unión entre los dispositivos de campo y el Centro de Control).

A ellos se conectarán los siguientes elementos:

- Contadores
- Sensores de presión
- Sensores de intrusismo
- Etc.

#### ► 2.4.1.2.3 *Sensores*

Son los elementos anteriormente mencionados utilizados para la toma de datos y actuación de los equipos relacionados con la automatización de las zonas regables (caudalímetros, sensores de presión, etc).

#### ► 2.4.1.2.4 *Sistemas de Alimentación Eléctrica*

El Centro de Control dispondrá de una acometida de 220Vc.a. para su alimentación de energía eléctrica.

En cuanto a los terminales remotos, la energía eléctrica podrá provenir:

- La red eléctrica (general o del tendido de cables del sistema).
- Sistemas autónomos de energía como paneles fotovoltaicos o baterías.

#### ► 2.4.1.2.5 *Comunicaciones*

El soporte de las comunicaciones podrá ser mediante cable, radio o GSM, dependiendo de la opción más adecuada en cada caso, pudiendo existir los tres sistemas de comunicaciones conjuntamente.

El controlador de las comunicaciones deberá canalizar la recepción de los datos generados por los Terminales Remotos, independizando las comunicaciones y el tratamiento de los datos del resto de tareas del SCADA.

Tecnológicamente existe además la posibilidad de teletransmisión de datos vía satélite. Sin embargo, esta alternativa actualmente resulta notablemente más cara que las otras antes citadas y sólo se justifica en caso de accesos a instalaciones remotas alejadas y con un volumen de comunicaciones de datos importante. Por estas razones los enlaces de comunicaciones vía satélite no serán considerados en este Pliego de Prescripciones Técnicas.

### ► 2.4.1.2.6 Dispositivos eléctrico-electrónicos de los elementos hidráulicos

Estos dispositivos son fundamentalmente los siguientes:

- Electroválvulas
- Telecontrol de válvulas motorizadas
- Emisores de pulsos de los contadores de agua
- Contadores de agua "inteligentes"

### 2.4.2 CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS TAMAÑOS DE LOS SECTORES Y PARCELAS EN RELACIÓN CON LA IMPLANTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

Si bien no se ha determinado una superficie mínima de regadío ni un número mínimo de parcelas que justifiquen la implantación de sistema de control automatizado, es cierto que el número creciente de parcelas influye en mayor medida que el tamaño de la superficie total en el momento de la toma de decisión. Además debe tenerse en cuenta lo comentado en el punto 2.3 acerca de si se trata de riego a la demanda o riego por turnos.

El tamaño del sector y el número de parcelas determinará también el nivel de automatización aconsejable en cada caso. En tal sentido, los principales aspectos a incluir en el telecontrol son:

- Lectura de contadores (Nivel de agrupación y Nivel de parcela\*).
- Posibilidad de discriminar en *Triple tarifa* con facturación detallada.
- Control de fugas y roturas en la red hidráulica mediante el uso de válvulas motorizadas con telecontrol.
- Telemando de la válvula del hidrante.

*\*Existe la tendencia a implantar contadores en parcela como medio de repartir mejor el costo de consumos de cada agrupación, lo que redundará a su vez en el ahorro de consumo de agua.*

En base a las observaciones acerca del desenvolvimiento actual de diversas comunidades de regantes, se ha podido apreciar que en sectores con superficies del orden de  $n \times 1000$  hectáreas y con necesidad de triple tarifa, se justifican total o parcialmente los siguientes aspectos:

- Personal fijo de mantenimiento de  $n$  personas.
- Telemida de contadores.
- Telemando de válvulas del hidrante.
- Telemando de válvulas de la red hidráulica (fugas).
- Telemida de presiones de puntos críticos.

Sin embargo, cuando no se utiliza tarifa triple, las necesidades de automatización son menores y/o los mínimos de superficie y cantidad de parcelas que justifican su implantación son sensiblemente superiores.

En cambio, en sectores de dimensiones muy pequeñas generalmente no se justifica la telemetria de contadores, existiendo la alternativa de utilizar contadores "inteligentes" o de triple tarifa, en caso de ser necesario contar con discriminación horaria, realizándose la lectura manualmente in situ. Continuando con la filosofía descrita del riego a la demanda, tampoco se realizará telecontrol sobre la válvula del hidrante.

Por último, en sectores de tamaño medio, el nivel de automatización dependerá de los requerimientos particulares.

En cuanto a los hidrantes de parcelas se hace una distinción dependiendo de la superficie de éstas:

- Para parcelas  $\geq 10$  hectáreas.  
Se justifica un hidrante individual por parcela y se puede considerar implantar la telemetria del contador.
- Para pequeñas parcelas.  
Se justifica un hidrante de agrupación, englobará unas 10 hectáreas y realizará la función de concentrador de los contadores individuales de cada parcela. Al igual que en el punto anterior, se puede considerar la telemetria de dichos contadores.

En cualquier caso, implantar la telemetria dependerá fundamentalmente del número de parcelas existentes y de la periodicidad de la lectura.

## 2.5 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

En este punto se exponen las prescripciones técnicas particulares de los elementos básicos constitutivos del Sistema de Control Automatizado de Riego: Centro de Control, Terminales Remotos, Sensores, Sistemas de Alimentación, Canales de Comunicaciones y Dispositivos eléctrico-electrónicos de los elementos hidráulicos. En ellas se definen con precisión los requerimientos funcionales que se requieren para el Sistema de Control Automatizado para las Zonas Regables, pero dejando amplia libertad al CONCURSANTE para proponer las soluciones y equipos concretos que estime más competitivos, siempre presentando elementos estándar.

El director de obra podrá exigir al contratista la necesidad de someter a control todos los materiales y componentes que se han de colocar en las obras, sin que este control previo sea una recepción definitiva de los materiales. Igualmente tiene derecho a exigir cuantos catálogos certificados y ensayos estime oportunos para asegurarse de la calidad de los materiales.

### 2.5.1 CENTRO DE CONTROL

El Centro de Control estará dotado de un Ordenador desde el cual se realizarán todas las funciones de supervisión y control automático de la zona regable, así como las de gestión de la información y almacenamiento de la misma.

La ubicación del Centro de Control será acorde a los equipos que lo forman, asegurando su seguridad y limpieza así como la comodidad necesaria para el trabajo de los operarios que gestionen la zona regable.

Este ordenador tendrá que poder estar operativo las 24 horas del día y poder trabajar de forma no atendida. Con tal objetivo dispondrá de arranque automático.

El diálogo interactivo entre el ordenador y el operario de explotación se realizará mediante la pantalla gráfica y el teclado del ordenador. Además para la impresión de los informes de alarmas u otros documentos se dispondrá de una impresora.

Se contará con una SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) para el ordenador y la impresora. Ésta tendrá la suficiente autonomía para poder alimentar a ambos equipos durante un periodo de al menos 15 minutos.

Dicho SAI contará con el software necesario interfase a ordenador, que permita detectar Alarma por falta de energía eléctrica, a fin de que el ordenador se cierre de forma segura, garantizando un estado conocido para los elementos de la zona regable.

El software del ordenador consistirá en:

- Sistema operativo.
- SCADA: es el software de supervisión y control, y proporciona la interfase hombre – máquina.
- Base de Datos.
- Software específico de gestión y facturación.

Las especificaciones técnicas de todos estos elementos hardware y software se detallan en el apartado 2.6.1. Dado el rápido avance en este tipo de equipos estas especificaciones técnicas podrán quedar obsoletas en un corto periodo de tiempo, por lo que será necesario una actualización periódica.

Opcionalmente, el Centro de Control podrá contar con un video-proyector y pantalla de proyección para poder representar en ella la imagen mostrada en el monitor del ordenador. Antiguamente se montaba un sinóptico mural representando la estructura de la zona regable, pero esto tiene el inconveniente de quedar obsoleto rápidamente y no presenta la versatilidad del video-proyector. En efecto, la mayoría de los sistemas visitados estaban fuera de servicio debido a las causas apuntadas, por lo que se desaconseja su utilización en los nuevos sistemas a implantar.

## 2.5.2 TERMINALES REMOTOS

Equipo electrónico interconectado con el Centro de Control por el correspondiente enlace de comunicaciones, y mediante el cual dicho Centro de Control podrá realizar las funciones de telemando y telemedida requeridas en la zona regable.

Existirán los siguientes tipos de Terminales Remotos:

- Terminal Remoto para Tomas de Agrupación.
- Terminal Remoto para válvulas motorizadas.
- Terminal Remoto con requerimiento de medida de presión.
- Terminal Remoto para el telecontrol de cualquier otro elemento de la red de riego.

Los Terminales Remotos estarán preparados para futuras adaptaciones, ampliaciones y modificaciones de sus funciones de automatización con total facilidad y flexibilidad.

Los Terminales Remotos estarán constituidos de los siguientes elementos:

- Equipo de Control

Equipo electrónico basado en un Autómata Programable o microcontrolador.

- Módulo de Entradas / Salidas digitales

El equipo de control dispondrá de las entradas y salidas digitales necesarias para satisfacer todos los requerimientos de telecontrol del punto de instalación del Terminal Remoto. En cualquier caso, contará de dos entradas y dos salidas adicionales como reserva.

- Módulo de Entradas Analógicas

Los equipos de control podrán ser ampliados con un módulo de entradas analógicas en caso de que el Terminal Remoto las requiera para una determinada telemedida (sensores de presión, caudalímetros, ...).

- Módulo de Comunicaciones

Equipo electrónico que puede ser un Transmisor/Receptor por cable, un Modem-Radio o un Modem-GSM, dependiendo en cada caso, de la elección que se haga del soporte físico de las comunicaciones para cada Terminal Remoto. En caso de ser las comunicaciones mediante radio-enlace, también incluirá la correspondiente emisora.

Este equipo será independiente del equipo de control, es decir, no estará integrado en él. A tal efecto, dispondrá de una interfase de conexión RS232 ó RS485 con el equipo de control.

En caso de comunicaciones radio o GSM, el Terminal Remoto irá provisto de la respectiva antena de comunicaciones y soporte de ésta.

- Equipo de alimentación

Una fuente de alimentación proporcionará el nivel de tensión requerido por el Terminal Remoto. La misma, deberá ser independiente del equipo de control, es decir, que no esté integrado en éste.

- Fusible de Protección

El T.R. contará con una PTC (fusible electrónico) para su protección instalada en la entrada de la fuente de alimentación.

- Software del Equipo de Control

Este software será el desarrollado por el ADJUDICATARIO para satisfacer los requerimientos funcionales de cada Terminal Remoto.

En los casos en que el Terminal Remoto emplee entradas analógicas, su software realizará la autocalibración y autocorrección automática del offset de dichas entradas. De esta forma, frente a procesos de envejecimiento y frente a cambios de las condiciones ambientales externas (temperatura, HR, etc.), el Terminal Remoto corregirá las desviaciones de la recta de conversión de forma autónoma y automática. Esta utilidad asegurará la fiabilidad en las medidas y evitará la revisión periódica del calibrado en las entradas analógicas.

Dicho software estará completamente documentado.

En general, se requiere que los terminales remotos sean unos equipos abiertos donde puedan ser sustituidos sus diferentes módulos por otros iguales o de similares características, sin afectar al correcto funcionamiento del mismo.

Las especificaciones técnicas de diferentes tipos de terminales remotos, así como de sus elementos hardware y software, se detallan en el apartado 2.6.2

### 2.5.3 SENSORES

Los criterios generales que han de regir las especificaciones técnicas de estos elementos serán los siguientes:

- Normalización
- Facilidad de instalación y mantenimiento
- Robustez
- Fiabilidad de la medida
- Salida 4-20 mA para las medidas analógicas

- Contactos libres de potencial para la información digital.
- Alimentación eléctrica a 12 ó 24 Vc.c.
- Para los equipos electrónicos instalados en emplazamientos cubiertos sin acondicionamiento, simplemente con ventilación natural, se requerirá que tengan margen de temperatura de 0 a 55 °C y HR 100% (Sin Condensación) conforme normativa UNE 20-501-75 (ensayos D: Calor húmedo).
- Los equipos electrónicos deberán estar debidamente protegidos a sobretensiones y descargas atmosféricas. En particular, todas sus conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

Estos elementos consistirán primordialmente en:

- Sensores de intrusismo:

Además de las medidas de seguridad pasiva, como la caseta de agrupación convenientemente cerrada, se dispondrá de una seguridad activa que detecte la presencia de intrusos y refleje un aviso en el Centro de Control. Para ello, se instalarán detectores de intrusismo en todos los puntos de control, uno en la puerta de acceso a la caseta o arqueta y otro en la puerta del armario del Terminal Remoto.

- Presostatos:

Estos elementos se emplearán para funciones como:

- Detectar bajadas o subidas anormales en la presión del agua en la red de riego.
- Controlar el arranque o parada de bombas.

- Transductores de presión:

Estos elementos se emplearán al igual que los presostatos para:

- Detectar bajadas o subidas anormales en la presión del agua en la red de riego.
- Controlar el arranque o parada de bombas.

En las Tomas de Agrupación requeridas, se utilizarán transductores de presión, puesto que su información es mucho más completa (medida analógica) que la de un presostato y permite caracterizar el estado de funcionamiento de la red de riego.

- Caudalímetros:

Elemento que proporciona una medida del caudal instantáneo en el punto de red en que esté instalado.

Las especificaciones técnicas de los diferentes sensores y actuadores se detallan en el apartado 2.6.3

## 2.5.4 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

### 2.5.4.1 Sistemas de Alimentación Eléctrica

Existirán tres sistemas de alimentación perfectamente diferenciados:

- Sistema de Alimentación del Centro de Control.

Este sistema de alimentación proporcionará la energía eléctrica necesaria a los equipos que componen el Centro de Control, y estará protegido por los elementos de protección específicos (Interruptor Automático Magnetotérmico e Interruptor Automático Diferencial) ambos de potencia y características acordes con los elementos a proteger en el Centro de Control.

Dicha energía eléctrica será de 220 Vca y será proporcionada por la propia red eléctrica del edificio donde esté ubicado el Centro de Control, el cual dispondrá de su propio SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) especificado en el apartado 2.6.1.

- Sistema de Alimentación de los Terminales Remotos.

Cada Terminal Remoto dispondrá de un sistema de alimentación propio que le proporcionará la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de sus propios equipos y comunicaciones. En cada T.R. existen diferentes posibilidades para su sistema de alimentación, pudiendo ser de carácter mixto:

- a) Alimentación por cable desde un centro de suministro

La tensión suministrada por el cable será de corriente alterna monofásica comprendida entre 24 a 48 Vca. El Tendido de cable será protegido por fusibles, ubicados en dicho centro de suministro.

Cada T.R., a través de un transformador de aislamiento generará una tensión continua regulada a 12 Vcc ó 24 Vcc para la alimentación de todos sus equipos y componentes.

En este caso, el centro de suministro (generalmente coincidente con el Centro de Control) dispondrá de un SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida) debiendo cumplir las especificaciones técnicas marcadas a tal efecto en el apartado 2.6.4 Este SAI además contará con la protección de un Interruptor Automático Magnetotérmico y de un Interruptor Automático Diferencial de potencia y características acordes con dicho SAI.

- b) Paneles fotovoltaicos con soporte de baterías.

Este Sistema de Alimentación estará compuesto por:

- Panel fotovoltaico.
- Regulador.
- Batería.
- Mástil para el panel fotovoltaico.

Y su diseño estará sobredimensionado en un 20% con respecto a la potencia necesaria por el Terminal Remoto. Además, las baterías tendrán que poder mantener al Terminal Remoto alimentado correctamente al menos durante tres días en caso de falta de carga por parte de los paneles fotovoltaicos.

Todos estos elementos tendrán que cumplir las especificaciones técnicas detalladas en el apartado 2.6.4

c) Baterías.

En los casos que fuese posible disponer como Sistema de Alimentación para un Terminal Remoto de simplemente una batería, ésta deberá proporcionar una autonomía de 1 año, con un margen de reserva de al menos un 25%

- Sistema de Alimentación de las Válvulas motorizadas.

Este sistema de alimentación se realiza por cable tendido desde un centro de suministro.

La tensión suministrada será de 220Vca monofásica ó 380Vca trifásica, dependiendo de las características del motor de las válvulas.

#### 2.5.4.2 Tomas de Tierra

El Sistema de Alimentación debe estar complementado con una adecuada Toma de Tierra. En nuestro caso, por ser un sistema distribuido, se dotará de una toma de tierra independiente por cada uno de los siguientes elementos:

- Centro de Control
- Terminales Remotos (una toma de tierra individualizada por cada T.R.)

#### 2.5.5 CANALES DE COMUNICACIONES

El Sistema de Control Automático podrá establecer los enlaces de comunicaciones entre el Centro de Control y los Terminales Remotos mediante cable, radio-enlaces y/o telefonía móvil.

Las especificaciones técnicas a cumplir por los equipos necesarios para los enlaces vía cable o telefonía móvil (GSM) están descritas en las especificaciones técnicas referentes al Terminal Remoto en el apartado 2.6.2 Sólo indicar que dichos equipos en

el Centro de Control pueden estar alimentados a 220 Vca y el cable de comunicaciones tendrá que cumplir las especificaciones técnicas indicadas en el apartado 2.6.5

Para los radio-enlaces, además de los radio-modem especificados en el apartado 2.6.2, serán necesarios los siguientes equipos:

- Centro de Control:
  - o Emisora de radio
  - o Antena de Radio Omnidireccional
  - o Cable coaxial
  - o Mástil
  
- Terminales Remotos:
  - o Emisora de radio
  - o Antena de Radio Direccional
  - o Cable coaxial
  - o Mástil

Estos elementos deberán cumplir las especificaciones técnicas detalladas en el apartado 2.6.5.

### **2.5.6 DISPOSITIVOS ELÉCTRICO-ELECTRÓNICOS DE LOS ELEMENTOS HIDRÁULICOS**

El lazo de unión entre el sistema de control automático y los elementos hidráulicos de la red de riego se compondrá fundamentalmente de los siguientes elementos, detallándose las especificaciones técnicas que tienen que cumplir en el apartado 2.6.6:

- Electroválvulas.

Dispositivo que permite el mando abrir/cerrar de las válvulas hidráulicas de las Tomas de Agrupación ú otras ubicaciones. Serán tipo latch (por pulsos), minimizando de esta forma el consumo eléctrico en los terminales remotos.

- Automatismos del control de válvulas motorizadas.

Serán los dispositivos que permitan el mando abrir/cerrar de las válvulas motorizadas (motor eléctrico) así como los que indiquen el estado de dichas válvulas (finales de carrera, alarmas, ...)

- Emisor de Pulsos de los Contadores.

Dispositivo electromecánico incorporado en los contadores que proporcionará pulsos indicativos del caudal circulante por dicho contador.

- Contadores "inteligentes".

Mecánica e hidráulicamente presentarán las mismas características que deben cumplir los contadores "tradicionales".

Eléctricamente deberán cumplir con las especificaciones técnicas detalladas en el apartado 2.6.6.

## 2.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

### 2.6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DEL CENTRO DE CONTROL

Elementos Básicos:

- A) PC
- B) Impresora
- C) Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)
- D) Software SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Opciones:

- E) Video Proyector

#### A) PC (ORDENADOR PERSONAL)

El ordenador personal es el elemento donde se realizan las labores de centralización de la información, almacenamiento, gestión, visualización, control y supervisión de todo lo concerniente al control automatizado de la zona regable.

#### *Especificaciones mínimas a cumplir por el PC:*

- Alimentación a 220Vca.
- Microprocesador 2 GHz , 512 Kb de Cache.
- Placa Base necesaria para el microprocesador montado y con al menos las siguientes características:
  - 2 Puertos RS232C
  - 1 Puerto paralelo
  - 4 Puertos USB
  - 1 Slot AGP
  - Varios Slot ISA (al menos 2 deben estar libres, como reserva).
- Tarjeta de video AGP aceleradora con resolución de 1024x768.
- Disquetera 3 1/2 1,44 MB
- Disco duro de 40 GB 7200 rpm ATA100
- Modem telefónico V.92 56Kbs

- Grabadora de CD-ROM
- Teclado, ratón y alfombrilla.
- Monitor SVGA 17" Pantalla Plana. TCO99
- Sistema Operativo Windows
- El sistema deberá venir preparado para facilitar la realización de copias de seguridad periódicas en CD-ROM, por un operario no informático: Salvaguarda / Restauración del sistema y de la base de datos.
- Normativa:
  - Marcado CE

## **B) IMPRESORA**

Equipo que permite reproducir en papel de distintos formatos, los documentos, informes, facturas, etc realizados en el ordenador del Centro de Control, concernientes a la gestión, control y supervisión de la zona regable.

### ***Especificaciones mínimas a cumplir por la Impresora:***

- Impresión en Negro.
- Impresión en papel A4.
- Resolución mínima 720x720 p.p.p.
- Interfase: Paralelo o USB
- Alimentación eléctrica 220Vc.a.
- Normativa:
  - Marcado CE

### ***Especificaciones Adicionales Opcionales:***

- En caso de interesar la impresión de esquemas y planos de la zona regable, la impresora admitirá hasta formato A3 e impresión en color.

## **C) SAI (SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA)**

Equipo electrónico que mantiene la alimentación (220Vc.a.) durante un tiempo determinado de los equipos informáticos del Centro de Control.

### ***Especificaciones mínimas a cumplir por el SAI:***

- La señal de alimentación generada por estos dispositivos será Senoidal filtrada (sin armónicos) y estabilizada a 220Vca  $\pm 4\%$ .
- Potencia suficiente para proporcionar una autonomía mínima de 15 minutos.
- Frecuencia de Salida: 50 Hz  $\pm 3\%$ .
- Tensión de entrada: 160 a 250 Vc.a.

- Frecuencia de entrada: 50 Hz  $\pm$ 5 Hz.
- Tiempo de transferencia: 0
- Aislamiento total entrada-salida
- Protección contra Sobretensiones: Hasta 5 KV con una energía de pico de 300 Julios.
- Test automático de baterías proporcionando una señal al ordenador indicativa de baterías con carga baja.
- Condiciones ambientales: 10 a 40 °C, HR hasta 95% (sin condensación)
- Interfase para la conexión con el PC: RS232C ó USB.
- Software de Cierre de ficheros e indicación de alarmas.
- Normativa:
  - Marcado CE

#### **D) SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION)**

Es un software de supervisión, control y adquisición de datos, que permitirá el conocimiento del estado de la red de riego en tiempo real así como su control y gestión.

##### ***Especificaciones mínimas a cumplir por el SCADA:***

Este software deberá utilizar las siguientes herramientas estándar entre otras, para proporcionar un sistema abierto y que admita el avance de las nuevas tecnologías:

- Entorno Microsoft Windows
- Base de datos abierta o con arquitectura tipo cliente/servidor
- Interfaces a dispositivos y aplicaciones, basados en OLE2, OPC y/o DDE o netDDE. (Permite el intercambio de información entre aplicaciones)
- Diseño de páginas mediante XMS y dinamic HTML

El SCADA Básico dispondrá de los siguientes Módulos Funcionales:

- Interfase Operador MMI (Man Machine Interface)
- Sistema de Base de Datos
- Generador de históricos: Gráficos e Informes
- Generador y editor cronológico de incidencias y alarmas
- Protocolo de Comunicaciones
- Telemando
- Control de Acceso
- Copias de Seguridad  
(Se especifican a continuación)

##### ***Especificaciones mínimas a cumplir por los Programas de Aplicación:***

- Facturación y Balance de explotación  
(Se especifican a continuación)

***Especificaciones Adicionales Opcionales del SCADA:***

- Comunicaciones GSM
- Avisos GSM para mantenimiento  
(Se especifican a continuación)

***Especificaciones Adicionales Opcionales de los Programas de Aplicación:***

- Interconexión entre Centros de Control
- Gestión del mantenimiento  
(Se especifican a continuación)

Módulos Funcionales del SCADA Básico:

• **Interfase Operador MMI (Man Machine Interface)**

La interfaz de usuario deberá ser intuitiva y de fácil manejo para así facilitar la relación entre el operario y el sistema de control.

Una de las grandes ventajas que tiene un sistema SCADA es la facilidad con la que los operarios asimilan el estado en el que se encuentra la red hidráulica de riego.

Para desplazarse de una pantalla a otra, el operario dispondrá de menús que le permitan navegar por la aplicación sin que sea necesario aprender complejos comandos de lenguaje de programación.

Las actuaciones que podrán llevarse a cabo serán cambios de consigna, órdenes y mandos manuales.

Sobre un gráfico sinóptico representativo de la zona regable se indicará:

- Estación o estaciones de bombeo.
- El Centro de Control informatizado.
- La red de tuberías.
- Balsas reguladoras
- Terminales remotos de agrupaciones o parcelas
- Terminales remotos de válvulas motorizadas
- Cualquier elemento significativo del sistema de control

Dicho gráfico representará permanentemente el estado actual de los elementos, debiendo ser actualizado ante cualquier modificación en la estructura de la red de riego.

Así mismo, el operario podrá visualizar los parámetros del sistema, facilitando las tomas de decisión sobre su funcionamiento, que podrán ser llevadas a cabo directa e interactivamente en el propio gráfico.

En dicho gráfico sinóptico se indicará al menos:

Estado de las medidas de Caudales:

No hay flujo

Caudal normal

Exceso de caudal o anomalía en caudalímetro

Estado de las medidas de presión:

Presión nula

Presión dentro de los límites normales

Anomalía en el sensor de presión o medida fuera de rango

Estado de los terminales remotos:

T.R. fuera de servicio

T.R. en funcionamiento normal

T.R. con fallo de comunicaciones o interno

Estado de las casetas de agrupación:

Lectura del contador

Estado de la válvula hidráulica

Señal de intrusismo

Estado de cada bomba de la estación de bombeo:

Estado de la Bomba

Alarma

Estado de los calderines:

Nivel correcto (Compresor parado)

Nivel incorrecto (Compresor funcionando)

De igual modo se indicarán el estado de todos los demás elementos representativos del sistema de control.

- Balsas
- Válvulas motorizadas
- Parcelas automatizadas
- Etc

#### • Sistema de Base de Datos

Módulo que permite la generación y edición de la base de datos. En ella, se guardarán todos los datos y parámetros de la red de riego necesarios para el conjunto de módulos y aplicaciones del software SCADA.

Además será donde queden registrados todos los datos recogidos a partir de la adquisición de los datos transmitidos por los terminales remotos, referente al estado de entradas y salidas digitales, medidas analógicas, medidas de contadores, etc.

Deberá existir un diálogo de edición de la base de datos a través del cual el operario del sistema podrá consultar y modificar (según unas determinadas restricciones) los parámetros y valores de cada una de las señales, tanto de aquellas que provienen directamente de campo, como de todas aquellas variables que sean generadas internamente por los terminales remotos y el Centro de Control para el control de la instalación.

El ADJUDICATARIO deberá proporcionar una completa definición de todos los parámetros registrados en dicha base de datos.

Dicha base de datos tendrá que tener un acceso abierto mediante herramientas estándar del mercado (OBDC, SQL server, ...). Esto proporciona al sistema una mayor versatilidad y estandarización.

### • **Generador de históricos: Gráficos e Informes**

El sistema deberá contar con los medios necesarios para poder representar de forma automática gráficas, informes y partes del funcionamiento y estado de la red de riego, para su posterior análisis y como fundamento para la toma de decisiones, ya que es este uno de los elementos esenciales que brinda un sistema SCADA a través del almacenamiento de la información.

Estos gráficos e informes tendrán que ser fácilmente configurables por los operarios, para poder adaptarse a los requerimientos de los explotadores de la zona regable.

Entre otras características, el operario podrá configurar el formato, tipo de datos a representar, intervalo en tiempo de la representación, etc., de manera que automáticamente se generen los informes de explotación y funcionamiento del sistema.

Las representaciones gráficas mostrarán la situación de la variable en tiempo real o su evolución en un periodo de tiempo pasado, basándose en los históricos de la base de datos.

Estos gráficos de tendencias deberán poderse incorporar en las pantallas sinópticas de visualización del sistema.

Los registros podrán ser actualizados por eventos, entendiéndose por tal uno de los tres casos siguientes:

- Captación de una señal digital, que en la base de datos del sistema tiene activada la generación de un registro histórico.
- Generación de una alarma o señal interna de un Terminal Remoto.
- Mando manual.

El ADJUDICATARIO realizará una configuración completa de los informes necesarios para la zona regable, suministrando las plantillas tipo. Además proporcionará las

herramientas necesarias para la creación de nuevos informes, según sean las necesidades.

• **Generador y editor cronológico de incidencias y alarmas**

Este módulo permitirá definir los eventos que sean incidencias o alarmas, generando al mismo tiempo un histórico cronológico de todos ellos.

De igual modo, permitirá la consulta de estos históricos, así como generar salidas por impresora.

Entre este módulo y el generador de históricos existirá un vínculo para poder editar informes periódicos con información referente a las incidencias y alarmas que se hayan producido. Estos informes tendrán información en cuanto frecuencia, periodicidad, tipo, etc de los eventos producidos.

Las alarmas se podrán clasificar según sea su prioridad, generando salidas por impresora, avisos visuales en pantalla y/o señales acústicas.

Simultáneamente, en todas las pantallas tendrá que visualizarse una indicación de las alarmas que se están produciendo, pudiéndose ejecutar acciones pertinentes sin tener que conmutar a la pantalla de visualización de alarmas e incidencias.

Las incidencias y alarmas más significativas del sistema de control de la red de riego son:

- Cambios de estado en los elementos que comprenden la red de riego (Terminales Remotos, válvulas, bombas, alimentación eléctrica, etc).
- Modificación de algún parámetro en las bases de datos.
- Alarmas digitales (alta temperatura, no obediencia de una válvula, etc).
- Alarma por nivel alto/bajo de una medida.
- Fuera de rango de una medida.
- Fallo de comunicaciones con algún Terminal Remoto.
- Fallo de hardware de algún Terminal Remoto.
- Etc.

Las incidencias y alarmas como mínimo serán almacenadas en la base de datos, representadas en pantalla y registradas en impresora en el orden en que se sean detectadas por el Centro de Control.

Cada registro deberá contener como mínimo la información siguiente:

- Fecha (Día, mes, año, hora, minuto y segundo)
- Descripción
- Elemento a la que se refiere la incidencia o alarma.
- Estado actual y anterior de la incidencia o alarma.

Las alarmas se presentarán en la pantalla de forma claramente visible y sin posibilidad de confusión indicando al menos los siguientes estados:

- Alarma no reconocida.
- Alarma reconocida por el operador.
- Alarma reconocida que ha desaparecido.
- Alarma que ha desaparecido, pero que no ha sido reconocida por el operador.

El ADJUDICATARIO realizará una configuración completa de los informes de incidencias y alarmas necesarios para la zona regable, suministrando las plantillas tipo. Además proporcionará las herramientas necesarias para la creación de nuevos informes, según sean las necesidades.

### • Protocolo de Comunicaciones

El protocolo de comunicaciones será del tipo Maestro-Esclavo de manera que el Centro de Control pueda actualizar periódicamente todo los datos del conjunto de terminales remotos:

- Muestreo cíclico de los Terminales Remotos con protocolo maestro-esclavo en Half-Duplex.
- Después de cada pregunta el Centro de Control se queda esperando la respuesta del Terminal Remoto. En caso de no recibir respuesta, se repite la pregunta.

Así mismo, cada vez que el operario solicite una actuación manual sobre un Terminal Remoto concreto (telemando, petición de contadores, ...) el Centro de Control transmitirá automáticamente la correspondiente pregunta y al recibir la respuesta del Terminal Remoto podrá actualizar todos los datos de éste.

Sobre esta base, los requerimientos específicos son diferentes según el medio físico de comunicaciones que se utilice: Cable, Radio.

Cable:

El tiempo de refresco periódico de señales y medidas de los terminales remotos será inferior o igual a  $(n + 10)$  segundos. Siendo  $n$  el número de terminales remotos.

Radio:

Con objeto de disminuir el consumo de los terminales remotos, el periodo de refresco de las señales y medidas de los terminales remotos podrá aumentarse hasta un máximo de una hora.

El sistema de comunicaciones soportará unos enlaces de carácter mixto y tendrá capacidad para comunicar por diferentes medios físicos (básicamente Cable y Radio) para proporcionar una mayor versatilidad y facilitar posibles modificaciones y ampliaciones en las estructuras de las zonas regables.

Los mensajes de información intercambiada entre el Centro de Control y los Terminales Remotos deberán estar protegidos contra posibles ruidos eléctricos que produzcan distorsión en los datos. Esta protección se obtendrá mediante el empleo de un código redundante cíclico (CRC). Correspondiente a una distancia de Hamming igual a cuatro.

El ADJUDICATARIO deberá definir y describir completamente el sistema de comunicaciones teniendo en cuenta que el mecanismo de transvase de los datos recogidos de las comunicaciones a la base de datos se realizará mediante herramientas estándar del mercado (DDE, OPC, ...).

- **Telemando**

El funcionamiento del sistema es a priori automático, pero requiere la intervención del operador para ejecutar las operaciones manuales previstas en el sistema.

Dichas operaciones manuales se realizarán mediante el teclado del ordenador, pudiendo acceder al control de la explotación de la zona regable para realizar mandos de apertura/cierre de válvulas, marcha/paro de bombas, lectura de medidas, etc.

Toda acción manual, quedará reflejada en el registro de históricos y en la impresora indicando al menos: Tipo de acción, fecha, hora y código del operador.

El ADJUDICATARIO será el encargado de definir las funciones básicas que se necesitan para dicho telemando ON-LINE.

- **Control de acceso**

Puesto que desde la aplicación SCADA instalada en el Centro de Control se puede actuar sobre toda la red de riego, y acceder a la base de datos de configuración e incluso de facturación, es fundamental que se implemente un adecuado sistema de control de acceso y seguridad en la aplicación.

Teniendo en cuenta que puede haber más de un operario en el Centro de Control, y que no es necesario que todos los operarios tengan acceso a todas las aplicaciones o posibilidades de actuación, se incluye un módulo que gestione los privilegios que tiene cada operador del sistema.

Con este módulo el supervisor es capaz de configurar la base de datos en la cual se recogen los operarios que tienen acceso al sistema, niveles de prioridad a los distintos módulos y gestión global del acceso vía contraseña para que ningún operario pueda entrar en módulos o ejecutar acciones para las que no esté autorizado.

- **Copias de Seguridad**

El ADJUDICATARIO facilitará de forma clara y concisa la ubicación de los datos, ficheros y directorios de trabajo que tengan que ser guardados de forma periódica, como medida de seguridad.

Este módulo permitirá realizar las copias de seguridad de los datos almacenados en el disco duro. Dicha copia se realizará una vez al mes, dejando en el ordenador al menos los datos referentes al mes en curso y al anterior.

Así mismo, este módulo permitirá la restauración de una copia de seguridad previamente realizada con objeto de volver a una configuración de base de datos anterior o de restaurar para su análisis algún fichero histórico salvaguardado en el pasado.

Las copias de seguridad se realizará en formato CD-ROM, para una mayor seguridad de éstos.

### ***Especificaciones mínimas a cumplir por los Programas de Aplicación:***

#### **• Facturación y Balance de explotación**

El programa de facturación a partir de los datos recogidos de la telelectura de los contadores permitirá generar las facturas correspondientes en los impresos que se diseñen a tal efecto.

Al programa de facturación sólo podrá acceder el operario autorizado mediante el menú correspondiente.

El ADJUDICATARIO especificará el modelo de los informes de facturación atendiendo a las necesidades de la zona regable.

Nota: Mientras el programa de facturación esté ejecutándose, no se interrumpirá la comunicación entre el Centro de Control, los terminales remotos y las estaciones de bombeo, es decir, no deberá interferir en el sistema de control de la zona regable.

### ***Especificaciones Adicionales Opcionales del SCADA:***

#### **• Comunicaciones GSM**

En este caso, además de soportar las comunicaciones por cable y/o radio, el protocolo no sólo tendrá que procurar la disminución del consumo eléctrico de los terminales remotos, sino que es imprescindible la minimización del costo de explotación, limitando el número de comunicaciones a realizar entre el Centro de Control y los terminales remotos. Por ello el periodo de refresco automático se aumentará hasta las 24 horas (un refresco de datos diario como mínimo), aunque el protocolo adicionalmente deberá permitir la llamada espontánea (generada por eventos) desde el Terminal Remoto al Centro de Control.

El ADJUDICATARIO propondrá su mejor solución utilizando líneas de GSM o mensajes cortos (SMS), facilitando los costes unitarios, así como los tiempos de ocupación del canal de comunicaciones para poder evaluar dichos costes de forma independiente.

En caso de emplearse mensajes cortos, deberá ser implementado algún método de verificación para confirmarse de que los SMS han sido recibidos.

- **Avisos GSM para mantenimiento**

Se dispondrá de la facultad de comunicación exterior para avisos al servicio de mantenimiento, operario de guardia, etc, ante alarmas o incidencias de máxima prioridad.

***Especificaciones Adicionales Opcionales de los Programas de Aplicación:***

- **Interconexión entre Centros de Control**

Con esta opción se posibilita la interconexión de diferentes centros de control de la zona regable, pudiendo dar lugar a un Centro de Control superior que reciba toda la información de la zona regable o incluso a una conexión externa.

Para ello, el software SCADA deberá satisfacer:

- Facilidades de integración con aplicaciones web y navegadores de internet. (Esto sería útil en caso de plantearse la conexión de los centros de control a otros centros de control superiores o conexiones externas como por ejemplo con la Consejería de Agricultura y Pesca).
- Conexión exterior vía internet: Protocolos TCP/IP.
- Se deberá optar por una simbología normalizada, igual en todas las zonas regables, para así facilitar la comprensión a los operadores de los equipos y como preparación ante una futura integración de los sistemas por parte de la Consejería de Agricultura y Pesca.

- **Gestión del mantenimiento**

La aplicación se fundamenta en un software de información geográfica G.I.S. (Geographic Information Systems), donde se podrá representar la situación real de todos los elementos que componen la red de riego.

Dicho software estará relacionado con la base de datos independiente del sistema SCADA.

Dicho software es parte fundamental en el sistema para dar una buena asistencia a la zona regable:

- Localización y definición de los mantenimientos a realizar.
- Registro de acciones de mantenimiento realizadas.
- Previsión de mantenimientos periódicos.

## E) VÍDEO PROYECTORES (opcional)

Aparato óptico que proporciona un haz luminoso de gran intensidad, permitiendo representar la pantalla visible en el ordenador.

### *Especificaciones mínimas a cumplir por el video proyector:*

- Tipo: Proyección en color.
- Zoom: Manual.
- Enfoque: Manual.
- Luminosidad: 700 Lúmenes ANSI
- Aumento de lente: 12:1
- Factor de contraste: 250:1
- Resolución: SVGA 1024 x 768
- Conexión a ordenador.
- Alimentación eléctrica: 220-240 Vc.a.
- Elementos adicionales al video proyector:
  - Pantalla de proyección
  - Soporte de techo
- Normativa:
  - Marcado CE

## 2.6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TERMINALES REMOTOS

- A) Terminal Remoto (T.R.)
- B) Transmisor/Receptor por Cable
- C) MODEM radio
- D) MODEM GSM (Antenas GSM)
- E) Fuente de Alimentación

### A) TERMINAL REMOTO (T.R.)

Equipo electrónico interconectado con el Centro de Control por el correspondiente enlace de comunicaciones, y mediante el cual dicho Centro de Control podrá realizar las funciones de telemando y teledirigida requeridas en la zona regable.

### *Especificaciones mínimas a cumplir por los T.R.:*

- Equipo de Control basado en Autómata Programable (PLC) ó microcontrolador (mC).
  - Será ampliable en el número de entradas y salidas digitales.
  - Será ampliable en el número de entradas analógicas.
  - Memoria de lectura/escritura no volátil para el almacenamiento de los datos recogidos.
  - Reloj de Tiempo Real Hora/Día/Mes/Año

- Entradas Digitales:
  - Dispondrá de una capacidad mínima de 4 ED, ampliable según las necesidades específicas del T.R. En Cualquier caso, el ADJUDICATARIO especificará con todo detalle la flexibilidad de sus equipos para la ampliación de señales.
  - Todas las entradas serán optoaisladas.
  
- Salidas Digitales:
  - Dispondrá de una capacidad mínima de 2 ED, ampliable según las necesidades específicas del T.R. En Cualquier caso, el ADJUDICATARIO especificará con todo detalle la flexibilidad de sus equipos para la ampliación de señales.
  - Todas las salidas serán de tipo relé, con una capacidad de conmutación de 1A a 250Vca y 1A a 24Vcc.
  
- Entradas analógicas:
  - Si bien el T.R. básico no requiere ninguna entrada analógica, estos T.R. deberán admitir la posibilidad de equiparse con una, dos, e incluso, en algún caso, con un mayor número de entradas analógicas, según los requerimientos de cada proyecto.
  - Todas las entradas analógicas serán del tipo 4-20 mA, con una impedancia de entrada igual o inferior a 250 ohmios.
  - En todos los casos, el correspondiente convertidor Analógico/Digital tendrá una resolución de 8 Bits o superior, con una precisión del 1% como mínimo.
  
- Módulo de Comunicaciones:
  - El T.R. contará con un Transmisor/Receptor por cable, Modem-Radio ó Modem-GSM, dependiendo del soporte de comunicaciones implementado en cada caso. Según los fabricantes este equipo vendrá integrado en el mismo Equipo de Control o será un equipo adicional a éste.  
(Ver las especificaciones técnicas correspondientes de cada tipo de en el apartado 2.6.2).
  - En caso de problemas de comunicación con un Terminal Remoto, se podrá realizar la inicialización ("Reset") de dicho Terminal Remoto, bien por un pulsador local, bien por una orden desde el Centro de Control.
  
- Fusible de Protección
  - PTC (fusible electrónico) instalado en la entrada de la fuente de alimentación.
  
- Equipo de Alimentación:
  - Este elemento, que será externo al equipo de control, adaptará el nivel de tensión proporcionado por el sistema de alimentación al requerido por el Terminal Remoto.  
(Ver especificación técnica de Fuente de Alimentación. Apartado 2.6.2).

- Software:
  - Será el desarrollado por el ADJUDICATARIO para satisfacer los requerimientos funcionales de cada T.R.
  - Cumplirá las especificaciones referidas al mismo en el apartado 2.5.2
- Tensión de alimentación de los elementos que componen el Terminal Remoto: 12 ó 24 Vcc.
- La interconexión entre el modem y el equipo de control será mediante una interfase RS232 ó RS485 (preferentemente RS232).
- Todos los elementos que componen el T.R. (exceptuando las antenas de radio o GSM) estarán alojados en un armario con un grado de protección no inferior a IP65. Este grado de protección tiene que cumplirse en su totalidad, incluyendo la entrada y salida de cables.
- Los T.R. deben disponer de una toma de tierra constituida por una pica de 1,5 metros instalada en la cercanía del correspondiente Terminal Remoto.
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 55°C.
  - Humedad Relativa: 5 a 95 % (sin condensación).
- Todos los elementos constituyentes del Terminal Remoto cumplirán las normativas referentes a:
  - Mercado CE.
  - Compatibilidad electromagnética.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

***Especificaciones funcionales mínimas a cumplir por los T.R. según sea su aplicación:***

• **Telecontrol de Tomas de Agrupación.**

- Telemedida del Contador
- Telecontrol de la válvula hidráulica
- Aviso de intrusismo en la caseta o en el armario del T.R.

• **Telecontrol de Válvulas Motorizadas.**

- Funciones requeridas para el Telecontrol de válvulas motorizadas.
- Indicación de Abierta/Cerrada.
- Indicación de posición (opcional).
- Aviso de intrusismo en el armario del T.R.

- **Telemedida de Presión en la Red.**

Esta funcionalidad de los T.R. sólo será implementada en los puntos que lo exija el proyecto hidráulico de la zona regable. La telemedida de presión generalmente será una función adicional a un T.R. ya existente para realizar otras funciones.

El Sensor de presión deberá de conectarse al T.R. a través de un módulo analógico de aislamiento con objeto de garantizar una separación eléctrica entre el T.R. y potencial eléctrico, más o menos indefinido, del agua de la red de riego.

Este T.R. si está alimentado por un sistema autónomo (paneles fotovoltaicos, baterías, ...), además de cumplir las especificaciones mínimas indicadas, con objeto de minimizar el consumo, recurrirá a un software que permita la activación y lectura del transductor a intervalos programables.

- **Otras aplicaciones.**

El ADJUDICATARIO definirá completamente la funcionalidad de estos T.R. debiendo cumplir al menos las especificaciones técnicas mínimas descritas anteriormente.

## **B) TRANSMISOR/RECEPTOR POR CABLE**

Equipo electrónico que permite establecer las comunicaciones mediante cable, entre el T.R. y el Centro de Control.

### ***Especificaciones mínimas a cumplir por el Modem-Cable:***

- Tensión de Alimentación: 12 ó 24 Vcc.
- Velocidad de transmisión: de 1200 b.p.s a 9600 b.p.s
- Transmisión de datos por RS485 aislado (500V aislamiento mínimo).
- Conexión a 2 hilos para comunicaciones multipunto con operación half-duplex.
- En caso de que este Transmisor/Receptor fuera un equipo independiente del Equipo de Control, la interfase de comunicación entre ambos equipos se realizará mediante un RS232 ó RS485.
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 55°C.
  - Humedad Relativa: 5 a 95 % (sin condensación).
- Normativa:
  - Marcado CE.
  - Compatibilidad Electromagnética EMC.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

• **Capacidad de las comunicaciones multipunto empleando RS485:**

El enlace por cable con transmisión de datos RS485 permitirá una comunicación multipunto de hasta 32 T.R. por un mismo enlace de cable compartido, con una longitud máxima de 1,2 Km. En caso de necesitar una comunicación con mayor nº de Terminales Remotos y/o una mayor longitud del cable, la ampliación de capacidad se podrá conseguir en base a las dos alternativas siguientes:

- o Instalando un repetidor RS485/RS485 aislado con todas las características similares a las anteriormente especificadas.
- o Instalando un nuevo tendido de cable.

Estas alternativas permiten ampliaciones de 32 Terminales Remotos adicionales.

**C) MODEM - RADIO**

Equipo electrónico que permite establecer las comunicaciones mediante radio-enlace, entre el T.R. y el Centro de Control.

***Especificaciones mínimas a cumplir por el Modem-Radio:***

- Tensión de Alimentación: 12 ó 24 Vcc
- Velocidad de transmisión: La necesaria para cumplir las especificaciones de refresco de datos del Centro de Control. Mínima de 1200 b.p.s.
- Interfase digital de comunicación: RS232 ó RS485.
- Comunicación Half-Duplex y operación multipunto.
- Tiempo de Conmutación ON inferior a 200 ms.  
(Tiempo transcurrido entre la caída del RTS en el transmisor y la indicación de la portadora de datos DCD en el receptor).
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 55°C
  - Humedad Relativa: 5 a 95 % (sin condensación)
- Normativa:
  - Marcado CE.
  - Compatibilidad Electromagnética EMC.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

**D) MODEM - GSM**

Equipo electrónico que permite establecer las comunicaciones mediante un enlace vía GSM ó SMS (Servicio de Mensajes Cortos) entre el T.R. y el Centro de Control.

**Especificaciones mínimas a cumplir por el Modem-GSM:**

- Tensión de Alimentación: 12 ó 24 Vcc.
- Velocidad de transmisión: Automática, hasta 9600 b.p.s
- Permitirá transmisión de datos, SMS.
- Operativo en banda dual 900/1800.
- Compatible con los estándares ETSI GSM.
- Potencia de salida: 1W mínimo.
- Utilización de estándar de transmisión y corrección de errores.
- Interfase de comunicación: RS232 ó RS485.
- Control por medio de comandos AT.
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 55°C.
  - Humedad Relativa: 5 a 95 % (sin condensación).
- Normativa:
  - Mercado CE.

Cada Modem-GSM deberá estar equipado con una antena GSM de las siguientes características:

- Transmisión en banda dual 900/1800
- Impermeabilizada
- Conexiones eléctricas selladas.

**E) FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

Elemento electrónico que adapta el nivel y tipo de tensión proporcionada por el sistema de alimentación (Cable, paneles fotovoltaicos, ...) al requerido por el Terminal Remoto.

**Especificaciones mínimas a cumplir por las fuentes de alimentación:**

- Entrada: Dependerá de la suministrada por el sistema de alimentación.
- Salida: 12Vcc ó 24Vcc (ajustándose a lo requerido por el Terminal Remoto).
- Potencia: La requerida por el Terminal Remoto.
- Estabilizada y cortocircuitable.
- Regulación de la Carga: Menor o igual al 0.5%.
- Rizado y ruido: Menor o igual al 1%
- Protección contra Sobretensiones
- Aislamiento:
  - En el caso de alimentación por cable la fuente de alimentación dispondrá de un aislamiento galvánico como mínimo de 500 V.
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 55°C.
  - Humedad Relativa: 5 a 95 % (sin condensación).

- Normativa:
  - Marcado CE.
  - Compatibilidad electromagnética.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

### 2.6.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SENSORES

- A) Detector de intrusismo
- B) Presostato
- C) Transductor de presión
- D) Caudalímetro

#### A) DETECTOR DE INTRUSISMO

Elemento electro-mecánico que proporciona una señal digital al Terminal Remoto indicando el estado (abierta/cerrada) de la puerta de la caseta de la Toma de Agrupación y de la tapa del armario del Terminal Remoto.

##### *Especificaciones mínimas a cumplir por los detectores de intrusismo:*

- Sin requerimiento de alimentación.
- Salida: Contacto Libre de Tensión Normalmente Cerrado con capacidad de conmutación de al menos 1A a 250Vca y 1A a 24Vcc.
- Cumplimiento de las especificaciones generales indicadas en el apartado 2.5.3
- Normativa:
  - Marcado CE

Nota: En caso de que el T.R. esté alimentado por un sistema autónomo (paneles fotovoltaicos, baterías, ...), además de cumplir las especificaciones mínimas indicadas, con objeto de minimizar el consumo, recurrirá a un software que permita la activación y lectura del sensor de intrusismo a intervalos programables.

#### B) PRESOSTATO

Elemento electromecánico conectado a terminales remotos, convertidores de frecuencias u otros elementos de control, a los cuales proporciona una señal digital de todo o nada dependiendo de la presión del agua en las tuberías de la red de riego.

##### *Especificaciones mínimas a cumplir por los presostatos:*

- Tipo membrana.
- Rango de medida de 1 a 10 bar.
- Presión máxima 16 bar.

- Salida: contacto libre de tensión Normalmente abierto con capacidad de conmutación de al menos 1A a 250Vca y 1A a 24Vcc.
- Límites de temperatura de funcionamiento:
 

Agua	0 a +30 °C
Ambiente	-10 a 60 °C
- Repetibilidad  $\pm 2\%$ .
- Uso en medios agresivos, viscosos, no uniformes y cristalizables.
- IP65
- Normativa:
  - Marcado CE.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

### C) TRANSDUCTOR DE PRESIÓN

Elemento electrónico conectado a terminales remotos, convertidores de frecuencias u otros elementos de control, a los cuales proporciona una señal analógica de 4 a 20 mA proporcional a la presión del agua en las tuberías de la red de riego.

#### *Especificaciones mínimas a cumplir por los transductores de presión:*

- Medidor de presión piezorresistivo.
- Rango de medida de 1 a 10 bar.
- Presión máxima: 16 bar.
- Alimentación de 10 a 30 Vcc.
- Material constructivo en acero inoxidable.
- Salida analógica 2 hilos (4 a 20 mA).
- Límites de temperatura de funcionamiento -10 a +60 °C
- Precisión de  $\pm 0.5\%$  FE.
- Linealidad  $\pm 0.2\%$  FE.
- Histéresis  $\pm 0.1\%$  FE.
- Repetibilidad  $\pm 0.1\%$  FE.
- Uso en medios agresivos, viscosos, no uniformes y cristalizables.
- IP68
- Normativa:
  - Marcado CE.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

### D) CAUDALÍMETRO

Elemento electrónico conectado a terminales remotos u otros elementos de control, a los cuales proporciona una señal analógica de 4 a 20 mA proporcional al caudal de agua en las tuberías de la red de riego.

**Especificaciones mínimas a cumplir por los caudalímetros:**

- Electromagnético o de ultrasonidos.
- Unidad electrónica basada en microprocesador.
- Alimentación AC o DC:
  - Alimentación en corriente alterna: 220Vca.
  - Alimentación en corriente continua. 12Vcc ó 24Vcc
- Salida analógica de 4 a 20 mA.
- Límites de temperatura de funcionamiento -10 a +60 °C
- Precisión de  $\pm 0.5\%$  del caudal real.
- IP65
- En aquellos modelos que incluyan un tubo de medida, se requiere adicionalmente:
  - Tubo de medida en acero inoxidable.
  - Recubrimiento interno en elastómero.
  - Uso en medios agresivos, viscosos, no uniformes y cristalizables.
- Normativa:
  - Marcado CE.
  - Compatibilidad electromagnética.
  - Todas las conexiones externas para señales de entrada, salida o alimentación deberán estar protegidas según la normativa EN 61000-4-4 y EN 61000-4-5.

**2.6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA**

- A) Cable de alimentación
- B) Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para el Centro de Control (Descrita en el apartado 2.6.1)
- C) Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para los Terminales Remotos
- D) Paneles solares
- E) Baterías (Paneles solares)
- F) Reguladores de tensión (Paneles solares)
- G) Mástiles
- H) Puesta a tierra

**A) CABLE DE ALIMENTACIÓN**

Conductores metálicos aislados que permiten transmitir la energía eléctrica desde el centro de suministro a los puntos donde sea requerida.

**Especificaciones mínimas a cumplir por los cables de alimentación:**

- Conductor: Cobre electrolítico recocido, rígido.
- Aislamiento: Polietilileno Reticulado.
- Asiento de armadura: PVC.

- Armadura: Flejes de Acero. Formada por dos flejes de acero galvanizado, arrollados en hélice sobre asiento y con un solape mínimo del 25% y recubrimiento del 100% ó características similares
- Cubierta: PVC.
- Tensión nominal: 0,6/1 KV
- Tensión de Ensayo: 3500 V
- Temperatura de servicio: -5 °C a 90°C
- Sección:
  - Para alimentaciones a tensiones de 220Vca ó 380Vca: la adecuada para que la caída de tensión sea inferior a un 5%
  - Para alimentaciones a tensiones de 48V ó inferiores: la adecuada para que la caída de tensión sea inferior a un 10%
- Número de Conductores:
  - Para alimentaciones trifásicas: 3
  - Para alimentaciones monofásicas: 2
- Normativa:
  - Mercado CE
  - UNE 21 123

### C) SAI (SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA) PARA LOS TERMINALES REMOTOS

Equipo electrónico, instalado en el centro de suministro (normalmente coincidirá con el Centro de Control), que mantiene la tensión de 220Vc.a. a partir de la cual se genera la tensión de 24Vca a 48Vca que alimenta a los terminales remotos.

Este SAI sólo se requiere en aquellos sistemas en que la comunicación Centro de Control-Terminales Remotos se establezca por cable.

#### *Especificaciones mínimas a cumplir por el SAI:*

- La señal de alimentación generada por estos dispositivos será Senoidal filtrada (sin armónicos) y estabilizada a 220Vca  $\pm 4\%$ .
- Potencia suficiente para proporcionar una autonomía mínima de 15 minutos para el conjunto de terminales remotos (evaluada en su consumo medio) de todo el sistema de control.
- Frecuencia de Salida: 50 Hz  $\pm 5\%$ .
- Tensión de entrada: 160 a 250 Vc.a.
- Frecuencia de entrada: 50 Hz  $\pm 5$  Hz.
- Tiempo de transferencia: < 20 milisegundos.
- Protección contra Sobretensiones: Hasta 5 KV con una energía de pico de 300 Julios.

- Test automático de baterías proporcionando una señal al ordenador indicativa de baterías con carga baja.
- Condiciones ambientales: 10 a 40 °C, HR hasta 95% (sin condensación)
- Interfase para la conexión con el PC: RS232C ó USB.
- Software para la indicación de alarmas.
- Normativa:
  - Marcado CE

### D) PANEL FOTOVOLTAICO

Elemento Fotovoltaico que convierte la energía solar en energía eléctrica (corriente continua).

#### *Especificaciones mínimas a cumplir por los paneles fotovoltaicos:*

- Tipo: Monocrystalinos
- Potencia: Especificada en el apartado 2.5.4.1
- Tensión nominal: 12Vcc.
- Aislamiento eléctrico básico (Tipo I).
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: -20 °C a + 70°C.
  - Humedad Relativa: 5 a 95 % (sin condensación).
- IP65
- Normativa:
  - Marcado CE
  - Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215, para módulos de silicio cristalino.

### E) BATERÍAS (PANELES FOTOVOLTAICOS)

Elemento acumulador de energía eléctrica (corriente continua).

#### *Especificaciones mínimas a cumplir por las baterías:*

- Tipo: Herméticas preparadas para aguantar ciclos de descarga (uso fotovoltaico).
- Tensión nominal: 12Vcc.
- Potencia: Especificada en el apartado 2.5.4.1
- Conexiones: Cobre macizo totalmente aisladas.
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 50°C.
- Normativa:
  - Marcado CE

## F) REGULADORES DE TENSIÓN (PANELES FOTOVOLTAICOS)

Elemento electrónico que realiza las funciones de gestión de energía eléctrica entre el panel fotovoltaico, la batería y la carga (Terminal Remoto).

### *Especificaciones mínimas a cumplir por los reguladores de tensión:*

- Potencia: Especificada en el apartado 2.5.4.1
- Tensión nominal: 12Vcc.
- Protección contra sobrecarga de la batería.
- Protección contra polaridad inversa
- Protección contra sobrecarga
- Protección contra cortocircuito
- Protección contra Sobretensiones
- Compensación de Temperatura
- Condiciones Ambientales de operación:
  - Temperatura de operación: 0 °C a + 50°C.
  - Humedad Relativa (HR): 0 a 95% (sin condensación).
- Normativa:
  - Mercado CE

## G) MÁSTILES (PANELES FOTOVOLTAICOS)

Elemento metálico, que sirve como soporte al panel fotovoltaico.

### *Especificaciones mínimas a cumplir por los reguladores de tensión:*

- Material: Mástil metálico tratado para resistir a las condiciones medioambientales.
- Altura: Mínima de 6 metros.

## H) TOMA DE TIERRA

Barra metálica de cobre que a través de un conductor eléctrico proporciona la puesta a tierra de la instalación.

### *Especificaciones mínimas a cumplir por las tomas de tierra:*

- Pica de 1,5 metros
- Normativa:
  - Conforme a la instrucción MIE BT 039 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## 2.6.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CANALES DE COMUNICACIONES

- A) Cable de Comunicaciones
- B) Transmisión / Recepción Radio del Centro de Control
- C) Transmisión / Recepción Radio de los Terminales Remotos

### A) CABLE DE COMUNICACIONES

Conductores metálicos aislados que nos permiten comunicar el Centro de Control con los diferentes Terminales Remotos, en los casos que el enlace de comunicaciones se realice mediante cable.

*Especificaciones mínimas a cumplir por los cables de comunicaciones:*

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| - Conductor:               | Cobre electrolítico recocido, rígido.  |
| - Aislamiento:             | Polietilileno Reticulado.  |
| - Asiento de armadura:     | PVC.   |
| - Armadura:                | Flejes de Acero.<br>Formada por dos flejes de acero galvanizado, arrollados en hélice sobre asiento y con un solape mínimo del 25% y recubrimiento del 100% ó características similares. |
| - Cubierta:                | PVC.   |
| - Sección:                 | 1,5 mm <sup>2</sup>  |
| - Número de Conductores:   | 2 Trenzados y apantallados   |
| - Resistencia:             | < 13 W/Km  |
| - Capacidad:               | < 65 nF/Km   |
| - Temperatura de servicio: | -5°C a 90°C  |
| - Normativa:               |  |
| • Marcado CE               |  |

### B) TRANSMISIÓN/RECEPCIÓN RADIO DEL CENTRO DE CONTROL

Conjunto de elementos del Centro de Control que permiten establecer las comunicaciones mediante radioenlaces.

*Especificaciones mínimas a cumplir por los elementos de la transmisión/recepción radio del Centro de Control:*

- Emisora de radio:

Las especificaciones de la emisora de radio dependerán de las características concretas, en cada caso, de la zona regable en cuestión. En particular dependerá de facto-

res como la topografía, distancias, ... donde estén instalados los terminales remotos y el Centro de Control.

La frecuencia será asignada por el proyecto de telecomunicaciones, siempre y cuando este sea necesario. En caso contrario se podrá recurrir a bandas de uso libre.

- **Antena de Radio:**

- Omnidireccional
- Impermeabilizada
- Conexiones eléctricas selladas
- Preparada para montaje en mástil

- **Cable Coaxial:**

- Características al menos iguales a RG213

- **Mástil**

- Material: Mástil metálico tratado para resistir a las condiciones medioambientales.
- Altura: Mínima de 6 metros.

## C) TRANSMISIÓN/RECEPCIÓN RADIO DE LOS TERMINALES REMOTOS

Conjunto de elementos que permiten establecer las comunicaciones mediante radioenlaces a los Terminales Remotos que así las realicen.

***Especificaciones mínimas a cumplir por los elementos de la transmisión/recepción radio de los terminales remotos:***

- **Emisora de radio:**

- Iguales características a la instalada en el Centro de Control.
- Tensión de Alimentación: 12 Vcc ó 24 Vcc.

- **Antena de Radio:**

- Direccional
- Impermeabilizada
- Conexiones eléctricas selladas
- Preparada para montaje en mástil

- **Cable Coaxial:**

- Características al menos iguales a RG213

- **Mástil**

- Material: Mástil metálico tratado para resistir a las condiciones medioambientales.
- Altura: Mínima de 6 metros.

### 2.6.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICO-ELECTRÓNICOS DE LOS ELEMENTOS HIDRÁULICOS

- A) Electroválvulas.
- B) Automatismos del control de válvulas motorizadas.
- C) Emisor de Pulsos de los Contadores.
- D) Contadores "inteligentes".

#### A) ELECTROVÁLVULA

Elemento electromecánico que nos permite actuar telecontroladamente sobre las válvulas hidráulicas.

Especificaciones mínimas a cumplir por las electroválvulas:

- Válvula piloto solenoide Tipo Latch (activada por pulsos).
- Rango de Tensión de alimentación 10 a 30 Vcc.
- Bajo consumo
- IP68
- Condiciones extremas de operación
  - o Temperatura máxima ambiente 60 °C
  - o Temperatura máxima agua 30 °C
  - o Presión Máxima 16 Bar
- Partes metálicas: Acero inoxidable.
- Normativa:
  - Marcado CE

#### B) AUTOMATISMOS DEL CONTROL DE VÁLVULAS MOTORIZADAS

Dispositivos que permiten el mando y señalización del estado de las válvulas motorizadas de la red de riego.

*Especificaciones mínimas a cumplir por los automatismos del control de válvulas motorizadas:*

- **Motor eléctrico:**
  - Tensión de Alimentación:

- 220Vca para alimentación monofásica.
- 380Vca para alimentación trifásica.
- Potencia: la requerida para el correcto accionamiento de la válvula motorizada.
- Resistencia anti-condensación.
- Incorporará 2 finales de carrera para indicación de posiciones límite (totalmente abierta / cerrada)
- IP67.
- Normativa:
  - Mercado CE.

• **Finales de Carrera:**

- Dos incluidos en el cabezal del motor eléctrico.
- Salida: Contacto Libre de Tensión Normalmente Abierto con capacidad de conmutación de al menos 1A a 250Vca y 1A a 24Vcc.
- Cumplimiento de las especificaciones generales indicadas en el apartado 2.5.3
- Normativa:
  - Mercado CE

• **Señalización de alarmas:**

- Al menos se indicarán los fallos:
  - Defecto diferencial.
  - Defecto Magnetotérmico.

## C) EMISOR DE PULSOS DE LOS CONTADORES

Dispositivo electromecánico incorporado en los contadores, que proporcionará pulsos según el caudal circulante por dicho contador.

***Especificaciones mínimas a cumplir por los emisores de pulsos de los contadores:***

- Salida: Contacto Libre de Tensión Normalmente Abierto con capacidad de conmutación de al menos 50 mA a 24Vcc.

## D) CONTADORES "INTELIGENTES"

Contador de agua de iguales características mecánicas e hidráulicas a las presentadas por los contadores "tradicionales", pero que aportan nuevas funcionalidades respecto a la recogida de datos de caudal.

***Especificaciones mínimas a cumplir por los contadores "inteligentes"***

- Homologado.

- Almacenamiento de todas las operaciones de riego efectuadas durante al menos un mes, con indicación de día y hora.
- Cabezal totalmente hermético y con posibilidad de desmontaje independiente del cuerpo del contador, para facilitar el mantenimiento.
- IP68.
- Batería interna de larga duración superior a 5 años.

## **2.7 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS A REALIZAR POR EL ADJUDICATARIO**

### **2.7.1 DOCUMENTACIÓN**

La documentación se considerará parte integrante de la OBRA, y deberá cubrir convenientemente las siguientes áreas:

- PROYECTO DEFINITIVO.
- Documentación de Operación.
- Documentación de Mantenimiento.
- Documentación de Control de Calidad.
- Planos.

Se entregarán 2 copias completas de toda la documentación, encarpetadas en volúmenes independientes que resulten manejables y permitan una clara y fácil localización de temas.

Toda la documentación será en castellano, y deberá ser entregada por el ADJUDICATARIO antes de la recepción de la OBRA.

La documentación deberá ser aprobada por la DIRECCIÓN TÉCNICA para ser aceptada.

#### **2.7.1.1 Proyecto Definitivo**

Contendrá una descripción completa y detallada de la solución adoptada, con las especificaciones definitivas de las funciones y los equipos del sistema de automatización.

#### **2.7.1.2 Documentación de Operación**

Contendrá el conjunto de manuales necesarios para definir completamente todas aquellas operaciones y funciones que se puedan realizar en el Centro de Control.

La redacción de esta documentación deberá estar enfocada para su uso por los operadores, por lo que deberá hacerse especial énfasis en la descripción funcional de los equipos, para su manejo.

Básicamente, el Manual de Operación incluirá:

- Descripción general de los Centros de Control bajo el punto de vista del operador.
- Descripción y utilización de todos los equipos de la interfase hombre-máquina.
- Descripción y utilización de los equipos de comunicaciones.
- Descripción y utilización de todas las funciones implementadas.
- Descripción de alarmas y avisos en pantalla que puedan aparecer en la operación, indicando para cada una de ellas: Texto exacto de la alarma o aviso, causa o motivo previsto, efectos previsibles y posibles acciones correctoras a realizar por el operador.

### **2.7.1.3 Documentación de Mantenimiento**

Estará constituida por todos aquellos documentos y manuales necesarios para efectuar el mantenimiento, reparación y ampliación de los equipos de la OBRA.

En este capítulo se consideran necesarios, al menos, los siguientes volúmenes:

- Descripción y documentación de equipos (básicamente se corresponderá con la original del suministrador del equipo en cuestión).
- Descripción de los procedimientos de mantenimiento preventivo, ejecución de diagnósticos y localización de averías, mantenimiento correctivo y realización de reparaciones.
- Documentación general del software con descripción de los procesos de carga del sistema, descripción y manejo de los parámetros de ajuste que existan, y listados de compilación, ensamblado, carga y mapa de memoria de todos los programas contenidos en los Ordenadores y Terminales Remotos.
- Documentación de generación y modificación de la Base de Datos, incluyendo imágenes de pantalla del sistema.
- Documentación de programación y acceso a Base de Datos para nuevas tareas programables.
- Documentación de supervisión, programación y depuración de tareas en los Terminales Remotos.

### **2.7.1.4 Documentación de Control de Calidad**

Contendrá una descripción completa y detallada de todas las pruebas de Control de Calidad previstas para su realización como requisito para la recepción de la OBRA.

Cada prueba específica de Control de Calidad se detallará en una hoja individualizada donde se identificarán claramente los elementos involucrados en la prueba, las condiciones de la prueba y finalmente los resultados de la prueba. Cada hoja individualizada deberá contar con la fecha y firma del responsable por parte del ADJUDICATARIO y asimismo del visto bueno de la DIRECCIÓN TÉCNICA.

### **2.7.1.5 Planos**

Toda la documentación anterior se completará con los planos necesarios en cuanto a instalación, ubicación y conexionado de todos los elementos del Sistema de Automatización de la zona regable.

## **2.7.2 ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN**

### **2.7.2.1 Elementos del Centro de Control**

Todos los elementos pertenecientes al Centro de Control serán instalados en condiciones acordes a su uso, siendo ésta, la adecuada a un puesto de control y supervisión asistida por el correspondiente operario.

El ordenador será instalado completamente configurado en la mesa correspondiente al puesto de operador del Centro de Control, situando la impresora lo más próxima posible a éste.

El SAI será instalado siguiendo las instrucciones del manual del equipo, y en todos los casos, sus baterías deberán ser cargadas al máximo antes de conectarle el ordenador y la impresora.

La instalación del software SCADA del ordenador será llave en mano, incluyendo su total configuración y parametrización de su Base de Datos, puesta en marcha, manuales y formación de los operarios que se vayan a hacer cargo del control de las instalaciones.

De igual modo, se hará entrega de los ficheros de diseño y en caso de ser una versión RUNTIME, las fuentes para posibilitar modificaciones futuras.

En cuanto a la opción del video-proyector, éste deberá ser instalado de forma que su pantalla pueda ser vista correctamente desde el puesto del operario del ordenador.

### **2.7.2.2 Terminales Remotos**

La instalación de los Terminales Remotos se efectuará siempre en un recinto cerrado (casetas) de forma conveniente y a altura tal que el riesgo de inundación del Terminal Remoto sea despreciable.

En los T.R. cuyas comunicaciones sean mediante telefonía móvil, la antena GSM se instalará preferentemente encima del propio armario del T.R. En caso de requerir ser instalada en el exterior por problemas de cobertura, ésta será instalada en un mástil a una altura mínima de 6 metros.

### 2.7.2.3 Sensores

Los sensores de intrusismo estarán instalados de tal forma que indicarán señal de alarma en caso de no estar perfectamente cerradas las puertas de la caseta y armario del Terminal Remoto.

Para los sensores de presión (presostatos y transductores de presión) a instalar en los puntos de medida establecidos en las tuberías de la red de riego, se elegirán zonas metálicas de la tubería o bien se dispondrán los accesorios adecuados. En cualquier caso, cada sensor se instalará en una pequeña tubería en derivación dotada de una llave de paso para facilitar las labores de mantenimiento y situada convenientemente para evitar sedimentos y burbujas de aire que provoquen errores en las medidas.

Finalmente, con respecto a los medidores de caudal, éstos deberán instalarse por personal cualificado de manera que pueda garantizarse la precisión de medida. Especialmente deberán tenerse en cuenta las longitudes de los tramos rectos de tubería requeridos antes y después del medidor.

### 2.7.2.4 Elementos de los Sistemas de Alimentación Eléctrica de los T.R.

#### • *Instalación de los cables de alimentación*

La instalación de los cables de alimentación y de comunicaciones para los Terminales Remotos se realizará en zanja común manteniendo una distancia mínima entre ambos tendidos de 20 centímetros. Dicha zanja será independiente de la zanja por la que transcurre la tubería hidráulica.

Dicha zanja será convenientemente preparada con lecho de arena y dispondrá de cinta avisadora.

La profundidad de la zanja no será inferior a 1,5 metros, situándose la cinta avisadora a una distancia no inferior a 50 centímetros del tendido de cables.

La zanja estará balizada para su señalización con hitos cada 500 metros y en cada cambio de sentido.

Las bifurcaciones o empalmes se realizarán en contenedores estancos IP68 de acero galvanizado, registrables y convenientemente señalizados para facilitar el mantenimiento de los cables.

Las conexiones a los Terminales Remotos se realizarán bajo tubo de acero inoxidable.

#### • *SAI para los Terminales Remotos*

Su instalación se realizará en el Centro de Control siguiendo las instrucciones del manual del equipo, y sus baterías deberán ser cargadas al máximo antes de conectarle el ordenador y la impresora.

- ***Instalación de sistemas de alimentación mediante paneles fotovoltaicos***

El panel se instalará de tal forma que evite las pérdidas de radiación causadas por una orientación y/o inclinación inadecuada.

Los elementos adicionales, tales como la batería y el regulador, serán suministrados en un armario convenientemente ventilado para instalar en la caseta del T.R.

- ***Instalación de sistemas de alimentación mediante baterías***

Las baterías serán suministrados en un armario convenientemente ventilado para instalar en la caseta del T.R.

- ***Instalación de las puestas a tierra***

Se realizará según lo dispuesto en la instrucción MIE BT 039 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### **2.7.2.5 Canales de Comunicaciones**

El cable de comunicaciones se instalará según la descripción del apartado 2.7.2.4

Los transmisores/receptores, antenas y otros elementos auxiliares, tanto para comunicaciones mediante radio-enlaces como para las de telefonía móvil, se instalarán por personal cualificado que garantice el establecimiento de dichas comunicaciones con el grado de calidad requerido.

### **2.7.2.6 Especificaciones de Instalación de los dispositivos eléctrico–electrónicos de los elementos hidráulicos**

Las especificaciones de instalación de estos dispositivos serán las indicadas por los fabricantes de los referidos elementos.

## **2.7.3 PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD**

El Control de Calidad tiene como objetivo el proporcionar un Plan de Inspecciones y Pruebas con sus correspondientes documentos, que den como resultado principal la satisfacción del cliente al corroborarse que se han cumplido los requerimientos del Pliego de Condiciones y que se cumplen todas las especificaciones necesarias para que la OBRA en su conjunto funcione según lo previsto en el proyecto.

Es responsabilidad del ADJUDICATARIO el desarrollar un Plan de Puntos de Inspección que permita comprobar que los componentes cumplen todas las especificaciones y que recoja toda la información necesaria sobre verificaciones y certificados que garanticen que todos los equipos cumplen las especificaciones del proyecto.

Independientemente de lo anterior se establecerá un Plan de Pruebas de Funcionamiento en Campo que permita comprobar que los distintos elementos del sistema, una vez instalados, responden a los requerimientos del proyecto y que su funcionamiento es el especificado. Dichas Pruebas de Funcionamiento, se realizarán en base a un muestreo aleatorio de un cierto porcentaje de elementos a definir en cada caso.

A continuación se detallan las Pruebas de Funcionamiento que debe exigir y aprobar la DIRECCIÓN TÉCNICA de la OBRA como paso previo ante la firma del Acta de Recepción. Este conjunto de pruebas exigidas no serán limitativas, pudiendo la DIRECCIÓN TÉCNICA de la OBRA proponer pruebas adicionales.

### **2.7.3.1 Pruebas de Funcionamiento del Centro de Control**

En este apartado se detallan las siguientes Pruebas de Funcionamiento:

- 2.7.3.1.1 Telemandos.
- 2.7.3.1.2 Sincronismo Centro de Control-Terminals Remotos.
- 2.7.3.1.3 Gestión de Alarmas.
- 2.7.3.1.4 Comunicaciones.
- 2.7.3.1.5 Generador de Históricos.
- 2.7.3.1.6 Generación de nuevos informes.
- 2.7.3.1.7 Informes de facturación.
- 2.7.3.1.8 Edición on-line de la Base de Datos.
- 2.7.3.1.9 Salvaguarda y restauración de la Base de Datos.

► 2.7.3.1.1 Prueba de Funcionamiento de Telemandos

Finalidad:

Comprobación del buen funcionamiento del telemando de una válvula hidráulica de una Toma de Agrupación desde el Centro de Control.

Procedimiento:

- 1º Visualizar una página general del MMI en pantalla y seleccionar un T.R.
- 2º Visualizar el estado de la válvula hidráulica del T.R. seleccionado.
- 3º Generar por MMI una orden de telemando para cambiar el estado "Abierto/Cerrado" de dicha válvula hidráulica.
- 4º Verificar que, sobre la pantalla del MMI, aparece una indicación de "Telemando en Curso" indicando que se ha enviado la correspondiente orden de cambio de estado.
- 5º Verificar que , sobre la pantalla del MMI, se corrobora automáticamente el cambio de estado de dicha válvula en un tiempo inferior a 20 segundos desde que se generó la orden del telemando.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ____ / ____ / ____	

2.7.3.1.2 Prueba de Funcionamiento del Sincronismo Centro de Control-Terminales Remotos

Finalidad:

Comprobar el buen funcionamiento de la sincronización horaria entre el Centro de Control y los Terminales Remotos del sistema.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento todo el sistema, Centro de Control y Terminales Remotos.
- 2º Modificar la fecha y hora en el Centro de Control por actuación on-line del operador sobre el MMI.
- 3º Generar una alarma en un Terminal Remoto (por ejemplo: apertura de la puerta de la caseta) y verificar que en el Centro de Control se recibe con una fecha y hora distinta que la del Centro de Control.
- 4º Generar en el Centro de Control una orden de puesta en sincronismo de los Terminales Remotos.
- 5º Generar una alarma en un Terminal Remoto (por ejemplo: apertura de la puerta de la caseta) y verificar que en el Centro de Control se recibe con una fecha y hora coincidente con la del Centro de Control.

**Observaciones:**.....  
 .....  
 .....

**CONFORME:**

Poner SI o NO según proceda

<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
<b>Fecha:</b> ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.1.3 Prueba de Funcionamiento de Gestión de Alarmas

Finalidad:

Comprobación de la gestión y almacenamiento de alarmas.

Procedimiento:

- 1º Generación de una alarma en un T.R. (por ejemplo: apertura de la puerta de la caseta de agrupación).
- 2º Provocar en el Centro de Control una interrogación a dicho T.R. y comprobar la aparición visual y sonora de la alarma en pantalla (MMI).
- 3º Visualización de la alarma en la página específica del Gestor de Alarmas.
- 4º Reconocimiento de la alarma.
- 5º Verificación de la alarma con estado reconocido en la página de registro cronológico de incidencias y alarmas.
- 6º Borrado de la alarma.
- 7º Verificación de que dicha alarma ha desaparecido del registro cronológico.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.1.4 Prueba de Funcionamiento de las Comunicaciones

Finalidad:

Verificar que el sistema detecta correctamente el estado de funcionamiento de las comunicaciones: NORMAL/FALLO.

Procedimiento:

- 1º Seleccionar un T.R. en funcionamiento normal y verificar que en el Centro de Control las comunicaciones con dicho T.R. se visualizan en estado "Funcionamiento Normal".
- 2º Desconectar el T.R.
- 3º Verificar que en el Centro de Control, automáticamente cuando realice las comunicaciones con los T.R. aparece la indicación de "Fallo de comunicaciones" de dicho T.R.
- 4º En el Centro de Control poner dicho T.R. fuera de servicio.
- 5º Verificar que el estado de "Fallo de comunicaciones" desaparece y es reemplazado por el estado de "Fuera de Servicio".
- 6º Conectar el T.R.
- 7º En el Centro de Control poner dicho T.R. en servicio.
- 8º Verificar que en el Centro de Control, automáticamente cuando realice las comunicaciones con los T.R. aparece la indicación de "Funcionamiento Normal" de dicho T.R.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <b>CONFORME:</b> </div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
<b>Fecha:</b> ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.1.5 Prueba de Funcionamiento del Generador de Históricos

Finalidad:

Comprobar el buen funcionamiento de la generación on-line de históricos y restitución de los correspondientes datos sobre pantalla e impresora.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento todo el sistema, Centro de Control y Terminales Remotos.
- 2º Definir on-line un histórico que registre dos medidas de dos Terminales Remotos distintos (por ejemplo: una presión y un caudal) con un periodo de muestreo igual a un minuto.
- 3º Transcurridos más de 10 minutos verificar que en pantalla podemos visualizar simultáneamente ambas medidas con 10 ó más valores registrados y con escalas de representación seleccionables por pantalla.
- 4º Verificar que las medidas registradas pueden imprimirse sobre papel previa selección por pantalla del intervalo inicial y final de impresión.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.1.6 Prueba de Funcionamiento de la generación de nuevos informes

Finalidad:

Comprobar el buen funcionamiento de la generación on-line de nuevos informes o partes de explotación.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento todo el sistema, Centro de Control y Terminales Remotos.
- 2º Generar on-line un nuevo informe introduciendo en el dos o más datos o medidas de diferentes Terminales Remotos.
- 3º Visualizar en pantalla el nuevo informe así creado.
- 4º Verificar que solicitando una impresión se obtiene una salida en papel con toda la información del nuevo informe creado.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
<b>Fecha:</b> ____ / ____ / ____	

► 2.7.3.1.7 Prueba de Funcionamiento de informes de facturación

Finalidad:

Comprobar el buen funcionamiento de la generación, modificación e impresión on-line de los informes de facturación.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento todo el sistema, Centro de Control y Terminales Remotos.
- 2º Seleccionar por pantalla uno de los informes de facturación previstos y generar una orden de petición de impresión.
- 3º Verificar que en la impresora se obtiene sobre papel un informe de facturación con toda la información que se había visualizado en pantalla.
- 4º Por diálogo on-line sobre el MMI solicitar la eliminación de algunos de los datos del informe de facturación y añadir algún contador nuevo sobre el mismo.
- 5º Solicitar de nuevo la impresión del mismo informe de facturación y verificar que sobre papel se obtiene toda la información anterior, pero habiéndose eliminado el contador seleccionado y habiéndose añadido el otro contador seleccionado.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.1.8 Prueba de Funcionamiento de la edición on-line de la Base de Datos

Finalidad:

Generación on-line de un nuevo T.R. y puesta en marcha desde el Centro de Control.

Procedimiento:

- 1º Salvaguardar la Base de Datos existente: BASE DE DATOS ORIGINAL.
- 2º Asignar el número del nuevo T.R.
- 3º Definir el enlace de comunicaciones (cable, radio ó GSM).
- 4º Definir las funcionalidades del nuevo T.R. (por ejemplo: Lectura de contador, medida de presión, telemando de Electroválvula y detectores de intrusismo).
- 5º Añadir el nuevo T.R. en el esquema gráfico de distribución de equipos de la zona regable.
- 6º Conectar el nuevo T.R. con las funcionalidades descritas en las fases 3ª y 4ª.
- 7º Verificar que el nuevo T.R. realiza todas las funciones implementadas adecuadamente en el MMI del Centro de Control.
- 8º Salvaguardar la nueva Base de Datos: BASE DE DATOS MODIFICADA.

**Observaciones:**.....  
.....  
.....

**CONFORME:**

Poner SI o NO según proceda

**VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA**

**VºBº ADJUDICATARIO**

**FDO:**

**FDO:**

Fecha: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

► 2.7.3.1.9 Prueba de Funcionamiento de salvaguarda y restauración de la Base de Datos

Finalidad:

Verificar la correcta salvaguarda y restauración de la Base de Datos.

Procedimiento:

- 1º Una vez terminada la prueba anterior (7.3.1.2) restaurar la BASE DE DATOS ORIGINAL.
- 2º Verificar en el Centro de Control que el nuevo T.R. que se había creado en dicha prueba anterior no existe.
- 3º Restaurar la BASE DE DATOS MODIFICADA.
- 4º Verificar en el Centro de Control que el nuevo T.R. que se había creado en dicha prueba anterior aparece de nuevo en el Centro de Control.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

### **2.7.3.2 Pruebas de Funcionamiento de los Terminales Remotos**

Tal como se especifica en sus correspondientes apartados, las pruebas de sensores, dispositivos eléctrico-electrónicos de accionamientos hidráulicos y comunicaciones se realizan conjuntamente con los Terminales Remotos. Adicionalmente, en este apartado se especifica un conjunto de Pruebas de Funcionamiento específicas para dichos T.R.

A continuación se detallan las siguientes Pruebas de Funcionamiento:

- 2.7.3.2.1 Telesñalización y Telemida.
- 2.7.3.2.2 Telemando.
- 2.7.3.2.3 Telelectura de Contadores.
- 2.7.3.2.4 Alimentación por Cable.

► 2.7.3.2.1 Pruebas de Funcionamiento de Telesñalización y Telemida

Finalidad:

Comprobación de que todos los sensores (digitales y analógicos) son interpretados correctamente por el T.R. y teletransmitidas las seales al Centro de Control.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento el T.R. en sus condiciones normales de alimentación y conectarle todos los sensores.
- 2º Verificar in situ el estado de las seales digitales y el valor en mA de las seales analógicas (4-20 mA).
- 3º Verificar que en el Centro de Control se reciben dichas seales digitales y analógicas con los mismos valores comprobados en la fase anterior.
- 4º Modificar el estado de las seales digitales y el valor de las seales analógicas, y verificar que dichos cambios se reciben correctamente en el Centro de Control.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SÍ o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.2.2 Pruebas de Funcionamiento de Telemando

Finalidad:

Comprobar el buen funcionamiento de la apertura-cierre de la válvula hidráulica de la toma de agrupación por parte del T.R. a partir de la correspondiente orden de telemando generada en el Centro de Control.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento el T.R. en sus condiciones normales de alimentación, estando conectados todos sus sensores y actuadores.
- 2º Generar en el Centro de Control una orden de Abrir la válvula hidráulica.
- 3º Verificar que la válvula se abre en un tiempo no superior a 15 segundos.
- 4º Repetir la fase 2ª y 3ª para una orden de Cerrar la válvula hidráulica generada en el Centro de Control.

<b>Observaciones:</b> .....	
.....	
.....	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 10px 20px; margin: 0 auto;"> <b>CONFORME:</b> </div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ____ / ____ / ____	

► 2.7.3.2.3 Pruebas de Funcionamiento de la Telelectura de Contadores

Finalidad:

Comprobar que el emisor de pulsos del contador es adecuadamente interpretado por el T.R. y que este transmite una lectura de contador correcta al Centro de Control.

Procedimiento:

- 1º Conectar el T.R. a la alimentación correspondiente, al enlace de comunicaciones y al conjunto de sensores y actuadores.
- 2º Desconectar la entrada del emisor de pulsos del contador y directamente sobre las bornas del T.R., mediante un cable, generar 10 conmutaciones de Cierre-Apertura.
- 3º El Centro de Control debe recibir la información de que el consumo de agua se ha incrementado en 10 unidades de contador.
- 4º General de nuevo, igual que en la fase 2ª, 5 conmutaciones de Cierre-Apertura.
- 5º Desconectar la alimentación del T.R. durante un intervalo de tiempo superior a un minuto. Volver a conectar la alimentación del T.R.
- 6º El Centro de Control debe recibir la información de que el consumo de agua se ha incrementado en 5 unidades de contador.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.2.4 Pruebas de Funcionamiento de la Alimentación por Cable

Finalidad:

Comprobar que la tensión de Alimentación por Cable llega correctamente a los Terminales Remotos.

Procedimiento:

- 1º Conectar el T.R. a la alimentación (24Vca a 48Vca) por cable, al enlace de comunicaciones y al conjunto de sensores y actuadores.
- 2º En las condiciones anteriores y en el estado de funcionamiento normal del T.R., medir la tensión de entrada de alimentación y comprobar que su variación con respecto a la suministrada desde el centro de suministro (Centro de Control) es menor al 10%.
- 3º Variar la tensión de alimentación de entrada del T.R. (mediante un autotransformador) originando una disminución del 10% y verificar que el Terminal Remoto sigue funcionando correctamente manteniendo las comunicaciones con el Centro de Control según se describe en el apartado 7.3.2.1.

<b>Observaciones:</b> .....	
.....	
.....	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin: 0 auto;"> <b>CONFORME:</b> </div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

### 2.7.3.3 Pruebas de Funcionamiento de los Sensores

En este apartado se detallan las siguientes Pruebas de Funcionamiento:

- 2.7.3.3.1 Detectores de Intrusismo.
- 2.7.3.3.2 Presostatos.
- 2.7.3.3.3 Transductores de Presión.
- 2.7.3.3.4 Caudalímetros.

#### ► 2.7.3.3.1 Pruebas de Funcionamiento para los Detectores de Intrusismo

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento del detector.

Procedimiento:

- 1º Cerrar la puerta de la caseta de Toma de Agrupación.
- 2º Comprobar que el contacto del detector es CERRADO.
- 3º Abrir levemente la puerta de la caseta.
- 4º Comprobar que el contacto del detector es ABIERTO.
- 5º Repetir los pasos anteriores con la puerta del armario y el detector del T.R.

**Nota:** Las verificaciones de contacto ABIERTO-CERRADO se realizarán mediante las indicaciones luminosas de estado que suministre el propio Terminal Remoto o bien mediante un módulo enchufable de visualización local, que el ADJUDICATARIO hubiere suministrado como elemento de mantenimiento. En caso que dichas indicaciones locales no existan en le T.R., la verificación de ABIERTO-CERRADO se realizará mediante un potímetro conectado en las correspondientes bornas de entrada en el T.R.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.3.2 Pruebas de Funcionamiento de los Presostatos

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento del presostato.

Procedimiento:

- 1º Conexión de un polímetro en las correspondientes bornas para comprobación del estado del contacto.
- 2º Aumento de presión del agua en la tubería y verificación de estado del contacto en posición CERRADO.
- 3º Bajada de presión del agua en la tubería y verificación de estado del contacto en posición ABIERTO.

**Nota:** Las verificaciones de contacto ABIERTO-CERRADO se realizarán mediante las indicaciones luminosas de estado que suministre el propio Terminal Remoto o bien mediante un módulo enchufable de visualización local, que el ADJUDICATARIO hubiere suministrado como elemento de mantenimiento. En caso que dichas indicaciones locales no existan en le T.R., la verificación de ABIERTO-CERRADO se realizará mediante un polímetro conectado en las correspondientes bornas de entrada en el T.R.

<b>Observaciones:</b> .....	
.....	
.....	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 10px 20px; margin: 0 auto;"> <p style="margin: 0;"><b>CONFORME:</b></p> </div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
<b>Fecha:</b> ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.3.3 Pruebas de Funcionamiento de los Transductores de Presión

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento del medidor.

Procedimiento:

- 1º Cerrar el paso de agua y comprobar que la salida analógica del medidor de una señal de 4 mA.
- 2º Puesta en presión de la tubería y comprobar que la medida analógica del sensor es correcta (dentro del rango 4-20 mA).
- 3º Modificar la tensión de alimentación dentro del rango de tensiones admisibles y verificar que el medidor sigue funcionando correctamente.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.3.4 Pruebas de Funcionamiento de los Caudalímetros

Finalidad:

Comprobación del correcto funcionamiento del medidor de caudal una vez instalado.

Procedimiento:

- 1º Asegurar la ausencia de caudal con el cierre de válvula.
- 2º Comprobación del cero en la medida del caudalímetro.
- 3º Proporcionar caudal, preferentemente el caudal máximo
- 4º Comprobación de la medida del caudalímetro.
- 5º Comprobar que la medida sigue siendo correcta al variar la tensión de alimentación del equipo dentro del rango de tensiones admisibles.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

### 2.7.3.4 Pruebas de Funcionamiento de los elementos del Sistema de Alimentación Eléctrica de los Terminales Remotos

En este apartado se detallan las siguientes Pruebas de Funcionamiento:

- 2.7.3.4.1 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI.
- 2.7.3.4.2 Sistemas de Alimentación mediante paneles fotovoltaicos y baterías.

#### ► 2.7.3.4.1 Pruebas de Funcionamiento de los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento del equipo.

Procedimiento:

- 1º Con el equipo encendido, comprobar que la tensión de salida es correcta.
- 2º Tras un tiempo de carga de las baterías, interrumpir la alimentación y comprobar que el conjunto de equipos alimentados sigue en tensión y que dicha tensión de salida no a cambiado.
- 3º Verificar que si la interrupción de alimentación citada en el punto anterior se mantiene durante 15 minutos, el conjunto de equipos del sistema sigue correctamente alimentado.
- 4º Variar la tensión de entrada (mediante un autotransformador) en el rango de 160Vca a 250Vca y verificar que la tensión de salida permanece correcta.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.4.2 Pruebas de Funcionamiento para los Sistemas de Alimentación mediante paneles fotovoltaicos y baterías

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento del sistema de alimentación mediante paneles fotovoltaicos y baterías.

Procedimiento:

- 1º Mantener el T.R. en funcionamiento durante varios días en condiciones solares normales con objeto de garantizar un estado de carga normal de las correspondientes baterías.
- 2º Desconectar las placas fotovoltaicas manteniendo el funcionamiento del T.R. a partir de las baterías.
- 3º Verificar que el T.R. se mantiene en funcionamiento durante al menos 3 días.
- 4º Dejar el tiempo suficiente para que se agoten las baterías y el T.R. deje de funcionar.
- 5º Reconectar los paneles fotovoltaicos y verificar que transcurrido un día de insolación normal, el T.R. recupera su funcionamiento normal sin la intervención de ningún operario.

<b>Observaciones:</b> .....	
.....	
.....	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 10px 20px; margin: 10px 0;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

### 2.7.3.5 Pruebas de Funcionamiento de los Canales de Comunicaciones

En este apartado se detallan las siguientes Pruebas de Funcionamiento:

- 2.7.3.5.1 Sistemas de Transmisión/Recepción Cable, Radio y/o GSM.

#### ► 2.7.3.5.1 Pruebas de Funcionamiento de los Sistemas de Transmisión/Recepción Cable, Radio y/o GSM

Finalidad:

Comprobación del correcto funcionamiento de la transmisión/recepción de datos.

Procedimiento:

- 1º Conectar el equipo de Transmisión/Recepción del Terminal Remoto a un ordenador portátil a través de su puerto serie RS232.
- 2º Hacer lo mismo en el Centro de Control con otro ordenador portátil.
- 3º Cargar un programa de prueba de comunicaciones que emita en ambos sentidos comprobando que lo que llega al otro extremo coincide con lo enviado. Se mandarán al menos 20 cadenas de 100 caracteres cada una.
- 4º El programa dará una estadística de fallos de comunicaciones y deberá comprobarse un correcto funcionamiento tal que el número de transmisiones erróneas sea inferior al 5%.
- 5º Repetir el mismo ensayo verificando que el funcionamiento sigue correcto, pero modificando la alimentación de los transmisores/receptores dentro de su rango admisible.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

**2.7.3.6 Pruebas de Funcionamiento de los dispositivos eléctrico-electrónicos de los elementos hidráulicos**

En este apartado se detallan las siguientes Pruebas de Funcionamiento:

- 2.7.3.6.1 Electroválvulas.
- 2.7.3.6.2 Accionamientos y señalizaciones de las válvulas motorizadas.
- 2.7.3.6.3 Emisores de pulsos de los contadores de agua.

► *2.7.3.6.1 Pruebas de Funcionamiento de las Electroválvulas*

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento de las Electroválvulas que gobiernan las válvulas hidráulicas de las Tomas de Agrupación.

Procedimiento:

- 1º Con el T.R. en funcionamiento generar un breve cortocircuito en las bornas de salida de ABRIR de la Electroválvula de la válvula hidráulica.
- 2º Verificar que la válvula hidráulica se abre correctamente.
- 3º Con el T.R. en funcionamiento generar un breve cortocircuito en las bornas de salida de CERRAR de la Electroválvula de la válvula hidráulica.
- 4º Verificar que la válvula hidráulica se cierra correctamente.

<b>Observaciones:</b> .....	
.....	
.....	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin: 0 auto;"> <p><b>CONFORME:</b></p> </div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.6.2 Pruebas de Funcionamiento de los accionamientos y señalizaciones de las válvulas motorizadas

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento de los elementos eléctrico-electrónicos de las válvulas motorizadas.

Procedimiento:

- 1º Con el T.R. en funcionamiento generar un cortocircuito en las bornas de salida de ABRIR de la válvula motorizada.
- 2º Verificar que la válvula motorizada se abre totalmente y que en el T.R. se detecta un 0 Vcc en las bornas de entrada del correspondiente final de carrera de la válvula motorizada
- 3º Con el T.R. en funcionamiento generar un cortocircuito en las bornas de salida de CERRAR de la válvula motorizada.
- 4º Verificar que la válvula motorizada se cierra totalmente y que en el T.R. se detecta un 12Vcc ó 24Vcc, según corresponda, en las bornas de entrada del correspondiente final de carrera de la válvula motorizada
- 5º Provocar test de disparo en las protecciones de diferencial y magnetotérmico de la válvula motorizadas, comprobando que son indicadas correctamente en el T.R.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.6.3 Pruebas de Funcionamiento de los emisores de pulsos de los contadores de agua

Finalidad:

Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento de los emisores de pulsos.

Procedimiento:

- 1º Cortocircuitar los dos cables del emisor de pulsos.
- 2º Comprobar que al T.R. le llega el estado de CERRADO.
- 3º Desconectar un cable del emisor de pulsos.
- 4º Comprobar que al T.R. le llega el estado de ABIERTO.

**Nota:** Las verificaciones de contacto ABIERTO-CERRADO se realizarán mediante las indicaciones luminosas de estado que suministre el propio Terminal Remoto o bien mediante un módulo enchufable de visualización local, que el ADJUDICATARIO hubiere suministrado como elemento de mantenimiento. En caso que dichas indicaciones locales no existan en le T.R., la verificación de ABIERTO-CERRADO se realizará mediante un polímetro conectado en las correspondientes bornas de entrada en el T.R.

<b>Observaciones:</b> .....	
.....	
.....	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 10px 20px; margin: 0 auto;"> <p style="margin: 0;"><b>CONFORME:</b></p> </div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

### **2.7.3.7 Pruebas de Funcionamiento Global del Sistema de Riego**

Una vez realizadas todas las instalaciones y Pruebas parciales de Funcionamiento en Campo y una vez entregada toda la documentación exigida en el proyecto, se iniciará un periodo de Prueba de Funcionamiento Global del Sistema con una duración de 720 horas.

Durante dichas 720 horas el sistema deberá funcionar satisfactoriamente, con una disponibilidad superior al 95%, para poder proceder a la firma del Acta de Recepción.

Adicionalmente con todo el sistema en funcionamiento se deberán realizar unas pruebas globales de Apagado/Encendido de la alimentación en los casos siguientes:

- 2.7.3.7.1 Pruebas de Funcionamiento ON/OFF de los Terminales Remotos.
- 2.7.3.7.2 Pruebas de Funcionamiento ON/OFF del Centro de Control.

► 2.7.3.7.1 Prueba de Funcionamiento ON/OFF de los Terminales Remotos

Finalidad:

Comprobar que tras el corte de alimentación de los Terminales Remotos el sistema recupera el correcto funcionamiento de manera automática.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento todo el sistema, Centro de Control y Terminales Remotos.
- 2º Provocar un corte de la alimentación eléctrica del SAI que alimenta a todos los Terminales Remotos.
- 3º Reponer la alimentación al cabo de varios minutos.
- 4º Verificar sobre la pantalla del MMI del Centro de Control que todo el sistema recupera el estado normal sin pérdida de cronología.
- 5º Verificar que el sistema genera una única alarma de "Fallo General de Alimentación de Terminales Remotos" en lugar de una multitud de alarmas (una alarma por Terminal Remoto).

**Nota:** Esta prueba sólo es válida cuando la alimentación de los Terminales Remotos se realice por cable.

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

► 2.7.3.7.2 Prueba de Funcionamiento ON/OFF del Centro de Control

Finalidad:

Comprobar que tras el corte de alimentación de los Terminales Remotos el sistema recupera el correcto funcionamiento de manera automática.

Procedimiento:

- 1º Poner en funcionamiento todo el sistema, Centro de Control y Terminales Remotos.
- 2º Provocar un corte de la alimentación eléctrica del SAI que alimenta al ordenador del Centro de Control.
- 3º Reponer la alimentación al cabo de varios minutos.
- 4º Verificar sobre la pantalla del MMI del Centro de Control que todo el sistema recupera el estado normal sin pérdida de cronología ni de información.
- 5º Verificar que el sistema genera una única alarma de "Fallo General de Alimentación del Centro de Control".

<b>Observaciones:</b> ..... ..... .....	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>CONFORME:</b></div>	
Poner SI o NO según proceda	
<b>VºBº DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>VºBº ADJUDICATARIO</b>
<b>FDO:</b>	<b>FDO:</b>
Fecha: ___ / ___ / ___	

## **2.7.4 FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO**

La PROPUESTA del ADJUDICATARIO incluirá la formación y entrenamiento para el personal que se hará cargo de las instalaciones y que se consideren necesarios y suficientes para una correcta operación y mantenimiento del sistema de automatización.

El programa para dicha formación y entrenamiento deberá incluir una propuesta en las tres áreas siguientes:

### **2.7.4.1 Formación de operadores**

La formación y entrenamiento de los operadores deberá asegurar su capacitación en el manejo y utilización de las funciones del sistema y en la forma de actuación en caso de presentarse anomalías en su funcionamiento.

El ADJUDICATARIO deberá concretar en su PROPUESTA un curso de formación, en el que se utilizarán como guía los propios documentos de operación del sistema, donde se abordarán básicamente los siguientes temas:

- Descripción general del sistema.
- Funciones de SCADA.
- Funciones de la interfase hombre – máquina.
- Manejo de los equipos.

### **2.7.4.2 Formación para los mantenedores del sistema informático**

Esta formación constará de una primera parte similar a la indicada para la formación de los operadores, pero además será completada con otra parte adicional dedicada a un conocimiento más profundo de la estructura y programación del sistema informático y de comunicaciones, con especial énfasis en la modificación, salvaguarda y mantenimiento de la Base de Datos.

### **2.7.4.3 Formación para el mantenimiento de equipos**

La formación para el mantenimiento de equipos deberá asegurar una capacitación suficiente, para el personal que se hará cargo de dicho mantenimiento, que le permita detectar y aislar los problemas básicos que puedan presentarse en todo el equipamiento incluido en la OBRA.

El ADJUDICATARIO deberá concretar en su PROPUESTA un curso teórico-práctico en el que utilizarán como guía los propios documentos de Mantenimiento y Planos de instalación y cableado del sistema.



## ANEXO I. COMPARATIVA ENTRE CABLE, RADIO Y GSM

De todas los estudios desarrollados, y apoyados en las visitas y en las pruebas realizadas, se presenta aquí un cuadro comparativo de las diferentes consideraciones técnico-económicas relativas a tres alternativas de enlaces de comunicaciones.

	<b>CABLE</b>	<b>RADIO</b>	<b>GSM</b>
Coste Instalación	Alto Requiere obra civil	Medio	Bajo
Coste Materiales	Alto Muchos Kilómetros	Alto	Bajo
Coste Explotación	No tiene	No tiene	Si tiene. Dependerá de su uso
Mantenimiento	Medio Dificultad en las averías	Medio Deterioro de las antenas	Sin Mantenimiento
Fiabilidad	Muy Alta	Media	Muy Alta
Versatilidad	Requiere planificación inicial	Fácil de modificar o agregar telecontrol posterior	Fácil de modificar o agregar telecontrol posterior
Consumo	-----	Medio-Alto	Bajo

Es difícil hacer una comparación de costes de igual a igual al presentar los equipos características y prestaciones diferentes. No obstante, como idea orientativa se considera que el salto de costos de "bajo" a "alto" está normalmente en una relación de 1 a 4 o incluso superior.



## **ANEXO II. POSIBILIDADES ACTUALES Y FUTURAS EN LOS ENLACES GSM**

Los enlaces mediante telefonía móvil GSM proporcionan una nueva alternativa a los sistemas de comunicaciones actuales, mediante cable y en menor medida radio, entre el centro de control y los terminales remotos.

Este tipo de enlace mediante GSM posibilita cualquier acción que se pudiera hacer con los medios anteriores, pero con un costo significativamente inferior y con un consumo eléctrico muy reducido. Además aporta una serie de novedades como la posibilidad que tiene el regante de interactuar en el sistema de forma limitada.

El servicio de mensajes cortos (SMS) que brinda la tecnología GSM permite a muy bajo costo y de forma sencilla realizar cualquier acción, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- Lectura de contadores
- Accionamiento de válvulas
- Cambios de horarios
- Recibir alarmas
- Etc

Estas acciones pueden estar restringidas por el centro de control, si así se considera necesario.

Sin embargo, este sistema de comunicaciones presenta los siguientes inconvenientes:

- Necesita que exista cobertura en la zona de instalación
- Supone un coste de explotación añadido.

No obstante se ha podido comprobar que en la mayoría de las zonas la cobertura es razonablemente buena. En cuanto al coste de explotación, se señala que este puede disminuirse notablemente mediante el uso de protocolos de comunicaciones que no requieran la interrogación periódica continua a los terminales remotos (ver pliego). En estas condiciones el costo de explotación podría ser incluso menor que el costo de mantenimiento en las alternativas de cable y de radio.

Los SMS presentan el problema de que aunque en un altísimo porcentaje son enviados en unos pocos segundos, hay casos (<1%) en los que pueden tardar en llegar unos minutos, unas horas o incluso perderse y no llegar nunca. Sin embargo esta

situación es fácilmente solucionable usando confirmación de los envíos y reenviando los que presenten fallos.

### ANEXO III. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA LOCAL

Plantear una instalación con las comunicaciones inalámbricas, ya sea vía radio o mediante GSM, obliga a que el suministro eléctrico de los equipos sea local, ya que si hubiera que tender cable para esta última cuestión, también se haría para las comunicaciones.

Como en general no se dispondrá de suministro eléctrico en los hidrantes, habrá que recurrir a sistemas de alimentación local, fundamentalmente paneles fotovoltaicos y baterías.

A continuación se muestra una tabla con los equipos necesarios y costes P.V.P. orientativos según el consumo requerido por el terminal remoto.

Consumo (W)	2 W	3 W	4 W	5 W
Localidad	Andalucía	Andalucía	Andalucía	Andalucía
Latitud	37 °	37 °	37 °	37 °
Horas de uso	24 h	24 h	24 h	24 h
Energía(W·h/día)	48, Wh/día	72, Wh/día	96, Wh/día	120, Wh/día
Periodo de diseño	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Superficie m2	0,4 m2	0,4 m2	0,511 m2	0,7851 m2
Peso Kg	5,4 Kg	5,4 Kg	6, Kg	10, Kg
Precio placas	541,15 E	541,15 E	552,80 E	762,90 E
Regulador	Isoler 10	Isoler 10	Isoler 10	Isoler 10
Precio Regulador	60,97 E	60,97 E	60,97 E	60,97 E
Autonomía	5 Días	5 Días	5 Días	5 Días
Bat Ah	17,63	26,45	35,27	44,09
Tipo Batería	(cp12100)	(cp12170)	(cp12380)	(cp12380)
Precio Batería	56,35 E	74,48 E	167,97 E	167,97 E
Precio Poste aprox	96,16 E	96,16 E	96,16 E	96,16 E
<b>TOTAL</b>	<b>754,63 E</b>	<b>772,76 E</b>	<b>877,90 E</b>	<b>1088,00 E</b>

En el futuro se profundizará más en el estudio de equipos con mínimo consumo eléctrico, con el objetivo de poder prescindir de los paneles fotovoltaicos y posibilitar el uso de una simple batería en los hidrantes con capacidad para cubrir las necesidades de las comunicaciones mediante GSM.

## ANEXO IV. ELEMENTOS ESTÁNDAR FRENTE A ELEMENTOS ESPECÍFICOS

Este análisis comparativo está centrado principalmente en los Terminales Remotos (TR) ya que es el elemento determinante en la instalación de un sistema de telecontrol. En tal sentido como Elemento Estándar se considera el caso de un PLC (autómata programable), que pueda realizar todas las funciones de un TR.

Actualmente la funcionalidad de los Terminales Remotos se limita al control de los siguientes elementos:

- **Terminales remotos de hidrantes**

- Necesidades básicas
  - o Lectura de un contador > 90%
  - o Abrir / Cerrar una válvula hidráulica

- Necesidades adicionales
  - o Detector de intrusismo
  - o Transductor de presión
  - o Detectores de confirmación de posición de válvulas < 5%
  - o Otras Necesidades adicionales

- **Terminales remotos para otras aplicaciones**

- o Abrir / Cerrar válvulas motorizadas < 5%
- o Control de nivel de balsas
- o Otras aplicaciones

En base a las citadas funcionalidades, a continuación se expone un cuadro resumen donde se recogen las principales ventajas e inconvenientes de usar Elementos Estándar con respecto a Elementos Específicos.

Elementos Estándar		Elementos Específicos	
Ventajas	Inconvenientes	Ventajas	Inconvenientes
Estándar		Optimización	Específicos
"Inteligentes"	Consumo	Consumo	No "Inteligentes"
Versátiles		Coste básico	Equipos "Cerrados"
Muchas Empresas Fabricantes			Pocas empresas Fabricantes
No dependencia de un proveedor			Dependencia

Con respecto a los conceptos planteados en este cuadro, presentamos a continuación las siguientes consideraciones complementarias explicativas.

### Equipos "Inteligentes"

Como "inteligentes" se entienden los equipos que reúnen las siguientes características:

- Posibilidad de funcionar de forma independiente sin perder funcionalidad aunque se pierda la comunicación con el centro de control.
- Posibilidad de ponerse en contacto con el centro de control en caso necesario.
- Posibilidad de almacenar en memoria diversos datos recogidos, como por ejemplo el consumo de agua.

En general, los terminales remotos específicos, propuestos por las empresas del sector para las aplicaciones básicas no son "inteligentes", necesitando estar siempre conectados con el centro de control. Esto conlleva por ejemplo, la pérdida de la lectura de los contadores en caso de fallo en las comunicaciones.

Las comunicaciones son también prácticamente en su totalidad mediante cable, aunque se empiezan a contemplar soluciones vía radio y GSM.

### Versatilidad

Los equipos estándar, al ser genéricos, proporcionan soluciones para cualquier tipo de aplicación, pudiendo adaptarse a cualquier circunstancia y siendo fácilmente ampliables o modificables en caso que cambien éstas.

En cambio los equipos específicos son "cerrados" teniendo que ser sustituidos generalmente en caso de modificaciones o ampliaciones.

## Optimización

Los equipos específicos, al ser especialmente diseñados para una aplicación concreta, en este caso el control de equipos de riego, presentan una gran optimización. Proporcionando a priori, como ventajas principales un menor coste y consumo para los equipos básicos.

Actualmente las principales empresas del sector llevan la alimentación y las comunicaciones por un mismo cable, empleando un bus de desarrollo propio. Esta solución se complica notablemente en cuanto se sobrepasan las necesidades básicas.

## Consumo

La alimentación de energía de los equipos es prácticamente en su totalidad mediante cable, aunque actualmente se está contemplando la posibilidad de hacerlo mediante paneles solares.

Actualmente los TR para necesidades básicas están bien optimizados con respecto a un consumo eléctrico bastante pequeño. Sin embargo dicho consumo eléctrico aumenta muy notablemente en el caso de otros TR para necesidades más complejas. Sin embargo, en todos los casos conocidos las comunicaciones no han sido diseñadas con el objetivo de minimizar el consumo eléctrico.

Los equipos específicos básicos presentan un menor consumo que los equipos estándar. Sin embargo, este inconveniente de los equipos estándar puede minimizarse fundamentalmente por:

- Los equipos estándar presentan cada vez mejores valores en cuanto a consumo
- Optimizando las comunicaciones entre los terminales remotos "inteligentes" y el centro de control.

Actualmente las comunicaciones se realizan de forma continua mediante un scan cíclico, no siendo necesaria esta periodicidad en TR "inteligentes", además de contraproducente por el aumento de consumo que esto conlleva en sistemas de alimentación local.

## Coste

El menor coste de los equipos específicos sobre los estándar es bastante relativo. Es bastante claro en los equipos destinados para las aplicaciones básicas, pero si aumenta el nivel de complejidad requerido, las empresas del sector aportan soluciones complejas y los costes tienden a igualarse.

Por otra parte un mayor coste de los equipos estándar puede compensarse por su mayor funcionalidad y versatilidad.

### **Empresas del sector**

Actualmente existen pocas empresas relacionadas con la automatización de zonas regables, lo que provoca una falta de competencia y dependencia de dichas empresas, precisamente por tratarse de sistemas cerrados.

La introducción de equipos estándar puede abrir este mercado, aumentando de esta forma la competencia al eliminar la dependencia y multiplicar la oferta.

### **Software**

Hasta ahora se han presentado las ventajas que puede aportar el uso de elementos estándar, centrándonos en la utilización de autómatas programables como terminales remotos.

Hay que indicar que estos equipos requieren un software específico para su funcionamiento, lo que nos lleva nuevamente a un equipo específico y "cerrado". Por ello, este software deberá estar perfectamente documentado para poder reproducirlo en un equipo igual o similar.

Lo mismo ocurre con el software utilizado en el centro de control, que deberá estar completamente documentado, especialmente en lo que respecta a las especificaciones del protocolo de comunicaciones empleado.

La documentación debe permitir al personal de mantenimiento o en su caso a técnicos cualificados, la sustitución de algún elemento estropeado por otro igual, así como también la modificación o ampliación del sistema mediante elementos iguales o similares a los empleados en la instalación original.

## **ANEXO V. PRUEBAS DE CAMPO REALIZADAS**

De todas las propuestas de actuación presentadas se han realizado estudios más o menos complejos, dependiendo de las prioridades y necesidades de cada una de ellas.

Después de evaluar las distintas propuestas del equipo de trabajo y tratando de proporcionar soluciones a las principales inquietudes tanto por parte de los usuarios de las zonas regables, como por parte de los técnicos de la Consejería de Agricultura, se decidió realizar unas pruebas de campo lo bastante significativas con respecto a la propuesta de "Terminal remoto de hidrante con comunicaciones inalámbricas y alimentación local".

Las pruebas se han desarrollado desde el día 26 de Junio hasta el día 9 de Julio del 2002 en la Comunidad de Regantes Genil-Cabra, Colectividad de Santaella SANTAELLA (Córdoba). Aunque las mismas se han estado desarrollando y realizando pruebas de laboratorio durante los meses comprendidos entre Febrero y Junio del presente año.

Esta zona presenta dificultades de comunicación vía radio y problemas de cobertura en telefonía móvil. Siendo está la causa principal de que se eligiera este lugar para realizar las pruebas.

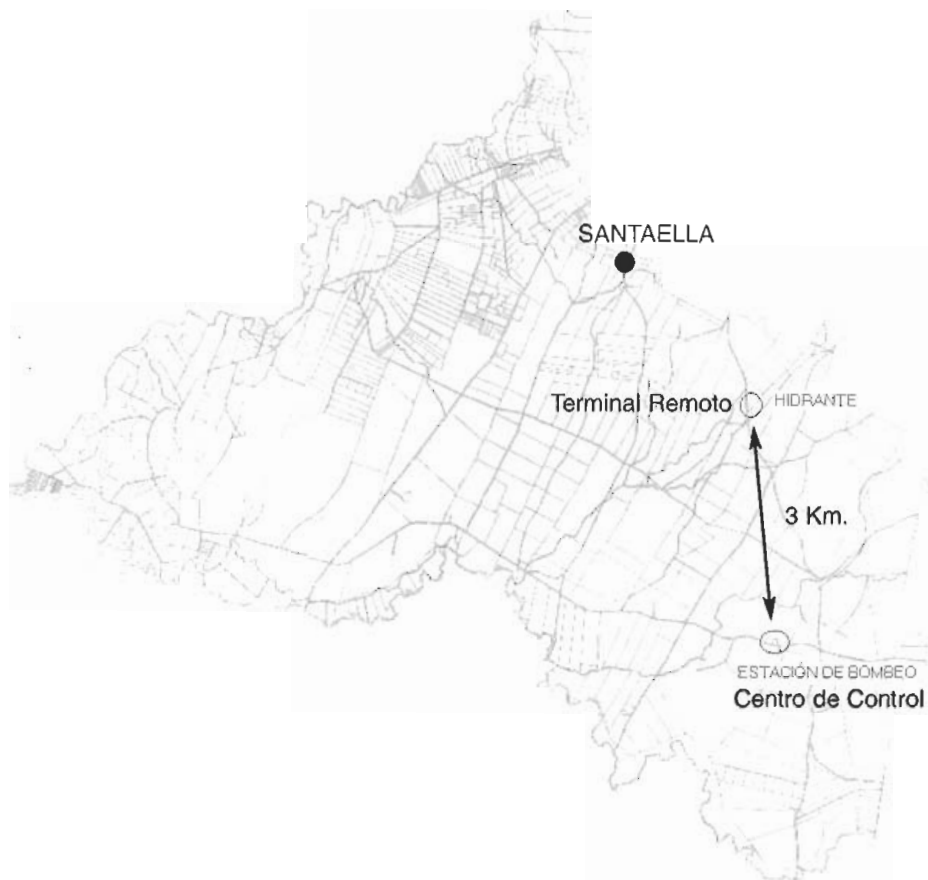
Además era un lugar bastante apropiado por la cercanía a Sevilla, lugar de residencia de los componentes del equipo de trabajo, y por las facilidades prestadas por los integrantes de dicha comunidad, destacándose el especial agradecimiento a todos ellos a través de la persona de D. José Berlanga Mercado.

### **A5.1 LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA**

La prueba de campo se efectuó en la Zona Regable del Genil-Cabra, concretamente en los sectores VIII-XI.

Esta comunidad de regantes se encuentra en SANTAELLA con domicilio social en c/ Villagallegos, 25 14546 SANTAELLA (Córdoba).

En la figura, se puede ver un mapa representando la situación exacta donde se instalaron los equipos.



*Figura 1*

Esta zona se caracteriza por tener una orografía irregular, lo que perjudica las comunicaciones vía radio. La cobertura de telefonía móvil es variable.

Los puntos concretos donde se han efectuado las pruebas de campo presentaban una cobertura GSM media-baja.

## **A5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS DE CAMPO**

Las pruebas de campo han consistido en la realización de un prototipo de terminal remoto mediante un autómata programable (PLC) para hidrantes, con comunicaciones inalámbricas y alimentación local.

El otro punto fundamental de las pruebas, fue realizarlas en su totalidad con elementos estándar de contrastada calidad.

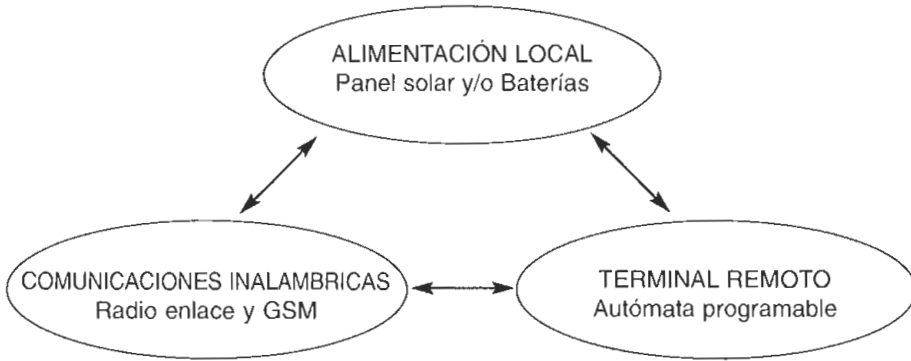


Figura 2

A continuación se ve una representación esquemática de los equipos utilizados en las pruebas, siendo descritos posteriormente.

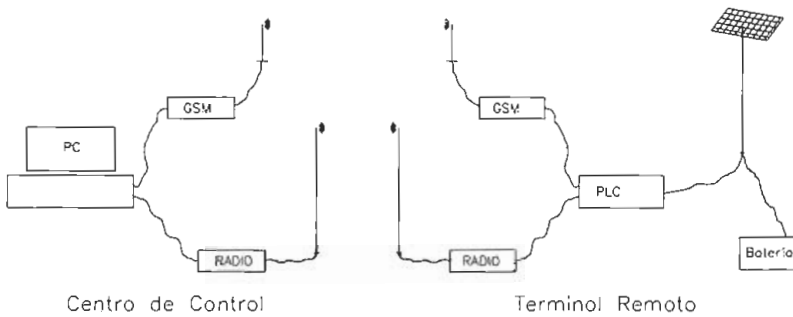


Figura 3

Con estos equipos, centro de control y terminal remoto, instalados en una zona regable, las pruebas consistían en establecer una serie de comunicaciones intermitentes, del tipo pregunta-respuesta como si de un telecontrol se tratara, y analizar las anomalías detectadas.

• **Centro de control**

Como Centro de Control se ha utilizado un ordenador portátil con un software específico para la prueba, desarrollado con la herramienta de programación "Borland C++ Builder 5.0".

También se contaba con un pequeño cuadro eléctrico para ubicar los siguientes elementos:

- MODEM GSM. Para las comunicaciones mediante telefonía móvil GSM.
- MODEM Radio. Para las comunicaciones mediante Radio enlace.
- Emisora de Radio UHF. Para las comunicaciones mediante Radio enlace.
- Fuente de alimentación 220Vca / 12Vcc para alimentar a los módems y a la emisora de radio.

Además había instalada una pequeña antena GSM junto al cuadro eléctrico, y una antena de radio omnidireccional en el exterior.

Todos estos equipos se han montado en la estación de bombeo de la Comunidad de Regantes.

### • Terminal Remoto

El Terminal Remoto ha estado compuesto por un PLC (Autómata Programable) de la marca Omron, con un software desarrollado con la herramienta de programación Syswin 3.4.

Al igual que en el centro de control, se contaba con un pequeño cuadro eléctrico para ubicar tanto al PLC como a los siguientes elementos:

- MODEM GSM. Para las comunicaciones mediante telefonía móvil GSM.
- MODEM Radio. Para las comunicaciones mediante Radio enlace.
- Emisora de Radio UHF. Para las comunicaciones mediante Radio enlace.
- Pequeño motor. Para simular la ejecución del telemando mediante SMS.

Además había instalada una pequeña antena GSM junto al cuadro eléctrico, y una antena de radio direccional en el exterior.

Todos estos equipos se han montado en una caseta de agrupación de la referida comunidad de regantes.

Alimentación de los equipos

### • Equipos del Centro de Control:

El centro de control es un punto donde siempre se dispone de energía eléctrica, por lo que los equipos serán alimentados a 220Vca. o en caso de requerir otras tensiones, se emplearán transformadores o fuentes de alimentación, para adaptar los 220Vca disponibles a las tensiones necesarias.

### • Equipos del Terminal Remoto:

En general no se dispone de energía eléctrica en los puntos de instalación de los terminales remotos, debiendo recurrirse a instalar un tendido de cable para llevarla o

como en la prueba realizada, utilizar equipos que proporcionen energía eléctrica de forma local.

En nuestro caso la alimentación de los equipos se ha efectuado mediante un panel fotovoltaico provisto de una batería.

El equipo completo se compone de:

- Panel fotovoltaico
- Batería 12 Vcc.
- Regulador. Equipo que enlaza el panel fotovoltaico con la batería y la carga (terminal remoto).
- Convertidor 12Vcc/24Vcc. Todos los equipos empleados requieren 12Vcc, a excepción del PLC que necesita 24Vcc.
- Cuadro eléctrico para ubicar todos los elementos mencionados a excepción del panel solar, que va montado en un mástil de 3 metros de altura.

#### • Enlace de comunicaciones

La prueba se ha desarrollado empleando dos tipos de comunicaciones:

##### ***Radioenlace.***

Se ha realizado en UHF en la banda comprendida entre 440-470 Mhz. Los equipos empleados han sido:

- o Para el centro de control: Antena omnidireccional de 3 dB de ganancia
- o Para el terminal remoto: Antena direccional de 6 dB de ganancia y 3 elementos.
- o Módem Radio de la marca Ekodat que trabaja de forma transparente.
- o Emisoras de radio marca Yaesu modelos 7011

##### ***GSM***

Se ha utilizado un módem GSM de la marca Xacom.

Además se ha desarrollado el software necesario para la gestión de datos y comunicaciones entre el terminal remoto y el centro de control tanto para las comunicaciones GSM como para las vía radio.

La aplicación desarrollada realizaba comunicaciones automáticamente cada cierto tiempo predeterminado y guardaba en un registro todo lo acontecido en dichas comunicaciones.

Este desarrollo previo y las correspondientes pruebas de laboratorio fueron realizadas entre los meses de Febrero y Junio del año 2002.

### A5.3 DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

Las pruebas de campo han consistido en la realización de un enlace inalámbrico entre un centro de control y un terminal remoto, con los siguientes condicionantes:

- Que todos los elementos empleados fueran estándar.
- Alimentación del terminal remoto mediante panel fotovoltaico y batería.
- Enlace inalámbrico vía radio y mediante GSM

El terminal remoto fue instalado en un hidrante de la zona regable. Se seleccionó el mismo por las malas comunicaciones que ofrecía a consecuencia de la topografía del terreno, tanto en radio como en cobertura GSM, con el centro de control. El objetivo era poner de manifiesto todas las posibles anomalías en la transmisión inalámbrica de datos para el telecontrol.

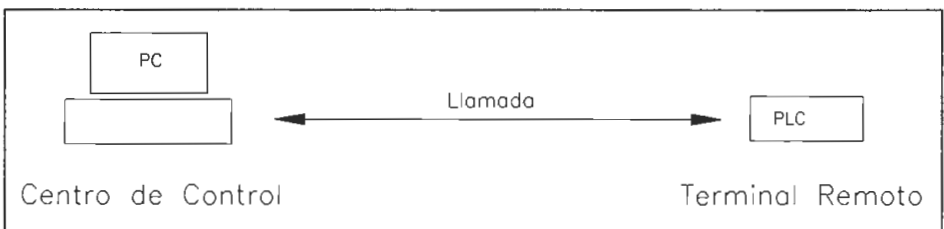
#### A5.3.1 Pruebas con comunicaciones GSM

Estas pruebas han consistido en realizar las siguientes comunicaciones:

##### *Llamada telefónica desde el centro de control (CC) al terminal remoto (TR)*

Mediante este tipo de comunicación el CC puede transferir o recoger gran cantidad de información del TR.

- o El CC establece la llamada.
- o El TR descuelga automáticamente.
- o El CC transmite una trama de datos al TR.
- o El TR comprueba la trama y devuelve otra indicando si la recibió correctamente o no.
- o El CC finaliza la llamada.

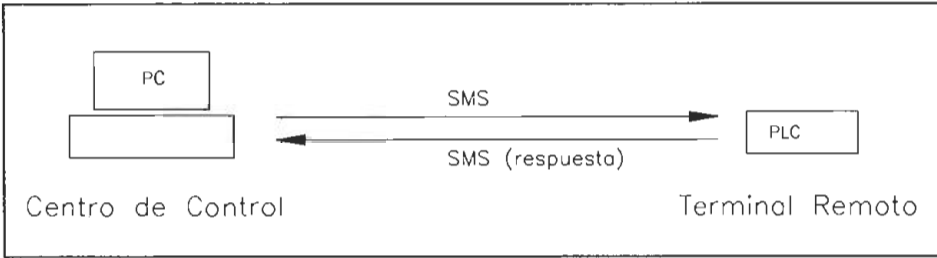


*Figura 4*

##### *SMS desde el centro de control al terminal remoto*

Mediante este tipo de comunicación el CC puede hacer una pregunta o transferir algún dato concreto al TR.

- o El CC manda un SMS con una trama de datos al TR.
- o El TR comprueba la trama recibida y devuelve otro SMS al CC indicando si recibió bien o no el SMS.

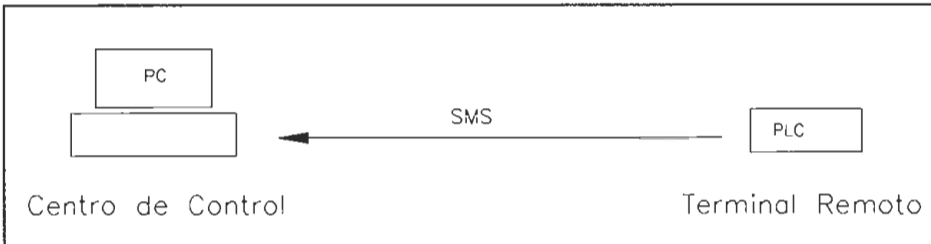


**Figura 5**

***SMS desde el terminal remoto al centro de control***

Mediante este tipo de comunicación el TR puede ponerse en contacto con el CC en caso de necesidad.

- o El TR manda un SMS con una trama de datos al CC.



**Figura 6**

***Telecontrol desde un móvil***

Como se indicó antes, en el terminal remoto se incluyó un pequeño motor para realizar una simulación real de telecontrol mediante teléfonos móviles, usando los SMS. Dicho SMS no va directamente al terminal remoto, sino que pasa por el centro de control, siendo este el que manda el SMS de puesta en marcha al terminal remoto.

De esta forma se controlan todas las acciones realizadas, pudiendo restringirse el acceso en caso necesario. Aunque de igual modo se podría realizar la acción directamente con el terminal remoto.

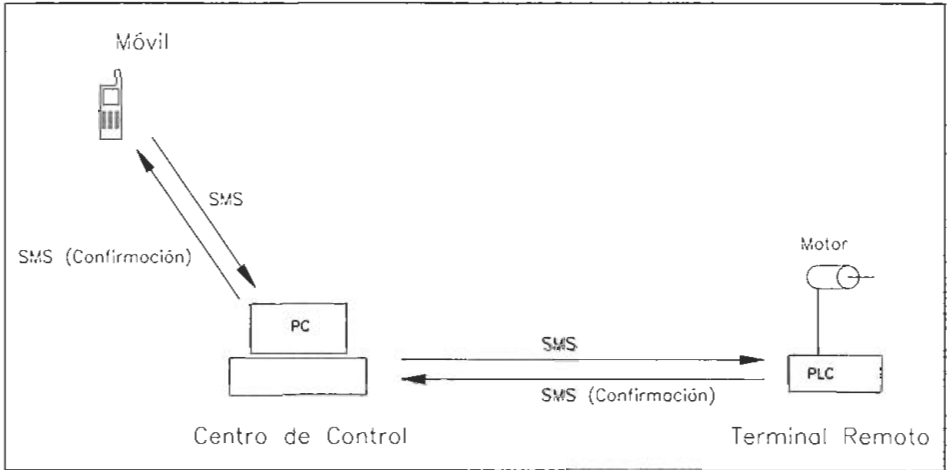


Figura 7

El procedimiento es el siguiente:

- o Desde el móvil se manda un SMS de puesta en marcha al CC.
- o El CC manda un SMS de puesta en marcha al TR correspondiente.
- o El TR recibe el SMS: pone en marcha el motor y manda un SMS de confirmación al CC.
- o El CC de control recibe dicho SMS y manda un SMS de confirmación al móvil.

En caso de producirse algún problema se enviará un SMS indicando error en la operación.

De igual modo se puede realizar la secuencia para poner el motor en paro.

### A5.3.2 Pruebas con comunicaciones vía radio

Estas pruebas han consistido en realizar las siguientes comunicaciones:

#### ***Conexión vía radio entre el centro de control y el terminal remoto***

Mediante este tipo de comunicación el CC puede transferir o recoger gran cantidad de información del TR.

Además el TR puede ponerse en contacto con el CC en caso necesario.

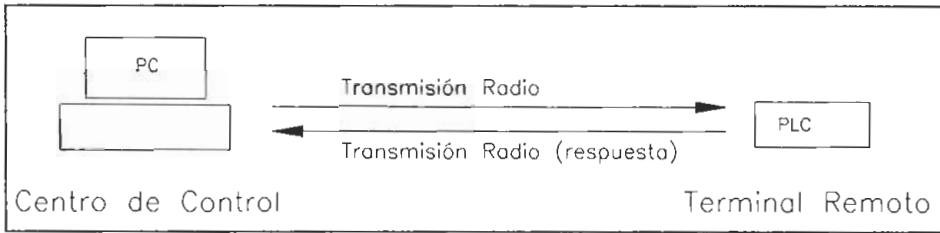


Figura 8

- o El CC manda una transmisión de datos al TR.
- o El TR comprueba la trama recibida y devuelve otra trama al CC indicando si recibió bien o no la transmisión.

## A5.4 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

### A5.4.1 Comunicaciones GSM

Duración de las pruebas: Días 4 de junio a 9 de julio de 2002

Tabla con los resultados obtenidos. Se incluyen también algunos resultados pertenecientes a pruebas de laboratorio.

Mes	Junio						Julio				
Día	4	5	6	26	27	28	2	3	5	9	Totales
Llamadas Totales	10	20	15	25	25	30	20	20	15	20	200
Llamadas Correctas	10	19	15	24	25	29	19	19	15	20	195
Llamadas Incorrectas	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	5
SMS Totales	10	30	20	50	25	40	50	30	30	15	300
SMS Correctos	8	30	20	50	25	38	47	30	29	15	292
SMS Incorrectos	2	0	0	0	0	2	3	0	1	0	8

En primer lugar destacar que se han obtenido unos resultados muy satisfactorios en todos los sentidos, lo que justifica la recomendación del empleo de estos medios como soporte de las comunicaciones.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los conceptos evaluados. Se realiza una exposición más cualitativa que cuantitativa para un mejor entendimiento de los mismos.

### ***Gestión del módem GSM***

Es relativamente sencilla, mediante comandos AT (código de configuración del módem. Son estándar).

El módem dispone de memoria interna para guardar:

- o La configuración del Modem
- o Cierta número de SMS recibidos
- o Cierta número de SMS pregrabados para ser luego enviados

### ***Prueba 1. Llamadas telefónicas CC – TR***

El centro de control realizaba la llamada y el módem GSM del TR descolgaba automáticamente. En caso de que no se efectuara dicha conexión (en telefonía móvil puede haber puntualmente bajadas en el nivel de cobertura) el centro de control realizaba 2 reintentos.

Aunque la zona donde estaban montados los equipos es de cobertura media-baja, sólo en una ocasión después de los 3 intentos el CC no pudo contactar con el TR.

### ***Prueba 2. SMS CC a TR***

### ***Prueba 3. SMS TR a CC***

### ***Prueba 4. Telecontrol desde un móvil mediante SMS***

Estas tres pruebas tuvieron resultados totalmente satisfactorios, habiendo algunas pequeñas incidencias englobadas en los siguientes puntos.

### ***Fiabilidad de los datos transmitidos***

La fiabilidad de los datos transmitidos se puede afirmar que es prácticamente de un 100%, tanto en los transmitidos en llamadas como mediante SMS.

### ***Tiempo de envío de los SMS***

El tiempo que transcurre entre que se envía y recibe un SMS está entorno a los 5 segundos, con una fiabilidad muy alta (>98%).

Aunque ya se han puesto de manifiesto los problemas conocidos de los SMS, algunas veces estos se retrasan tardando unos minutos, horas o incluso pueden perderse y no llegar nunca a su destino.

Sin embargo este problema es fácilmente subsanable mediante SMS de confirmación o mediante un número concreto de llamadas de confirmación. En caso de no haber confirmación en un tiempo preestablecido se volvería a mandar el SMS, siendo posteriormente descartados los SMS que pudieran llegar con retraso. De todas formas, repetir de nuevo que estos retrasos anormales representan un porcentaje <1%.

### Consumo

Como se puede ver en la tabla de consumos del punto 4.3.3 el consumo de los módem GSM es ínfimo comparado con los de la radio.

### A5.4.2 Comunicaciones Radio

Duración de la prueba: Días 5 a 9 de julio de 2002

Tabla con los resultados obtenidos.

Día	5	6	7	8	9	Totales
Transmisiones Totales	10	24	24	24	7	93
Transmisiones Correctas	2	6	6	4	2	20
Transmisiones Incorrectas	5	17	14	16	6	58
Transmisiones perdidas	3	1	4	4	3	15

En contrapartida a los buenos resultados obtenidos en las pruebas de GSM, las de radio han sido relativamente malos.

Un gran número de las transmisiones realizadas han presentado errores en los datos transmitidos. Se ha obtenido <20% de transmisiones correctas.

Estos malos resultados se deben a innumerables factores, aunque habría que destacar las dificultades orográficas de la zona en cuestión. En cualquier caso, conviene señalar que el enlace radio es mucho más crítico que el enlace GSM desde el punto de vista de condiciones de instalación: Orientación de la antena, potencia de transmisión y frecuencia de transmisión.

### A5.4.3 Consumo de los equipos

En primer lugar se presenta una tabla con las tensiones medias suministras por el equipo de alimentación local, mediante energía solar.

	Tensión media (Voltios)
Batería	13.52 V
Panel fotovoltaico	17.76 V
Salida regulador 12V	13.50 V
Salida regulador 24V	23.95 V

No se han producido picos ni bajadas de tensión apreciables en el funcionamiento normal de los equipos conectados.

A continuación se muestra una tabla con los consumos de los distintos equipos empleados:

Se observa claramente que los equipos GSM tienen un consumo muy inferior a los equipos de radio.

	Imáx. (mA)	Imín. (mA)	I media (mA)
Modem GSM en reposo	65.40	1.96	6.47
Modem GSM comandos AT			
Modem GSM SMS	37.1	Similares a los de reposo	
Modem GSM Llamadas *	300		

	Imáx. (mA)	Imín. (mA)	I media (mA)
PLC	59.8	59.7	59.8
I Reposo (mA)	I Transmisión (mA)	I Recepción	(mA)
Emisora de Radio	300	> 10.000	396
Modem Radio	116	285	120

\* El ciclo completo de interacción dura aproximadamente 40 seg.

#### **A5.4.4 Vandalismo**

El vandalismo resulta un factor a tener en cuenta, más aún cuando se trata de considerar soluciones inalámbricas para las comunicaciones y autonomía para la alimentación eléctrica.

Estas soluciones presentan el inconveniente de que necesitan contar con elementos externos a la caseta del hidrante.

Estos elementos externos son fundamentalmente un mástil, que sirve como soporte del panel fotovoltaico y la antena de radio, en caso de ser este el medio empleado para las comunicaciones.

En general la antena para comunicaciones mediante GSM no tendrá que ser externa, pero puede haber casos por problemas de cobertura en los que sea necesario.

Aunque los actos de vandalismo son esporádicos, no dejan de ser una realidad que altera el buen funcionamiento de los sistemas de telecontrol, además del perjuicio económico que ocasionan.

Entre las medidas de prevención, destacar la fijación a una altura mínima de estos mástiles de sujeción, similar a la empleada por ejemplo en la instalación de farolas de autopista alimentadas por paneles fotovoltaicos.

#### **A5.4.5 Fotografías de los equipos montados**

A continuación se muestran una serie de fotografías de los equipos montados. Como puede verse son prototipos de trabajo y no un producto acabado para su instalación definitiva.



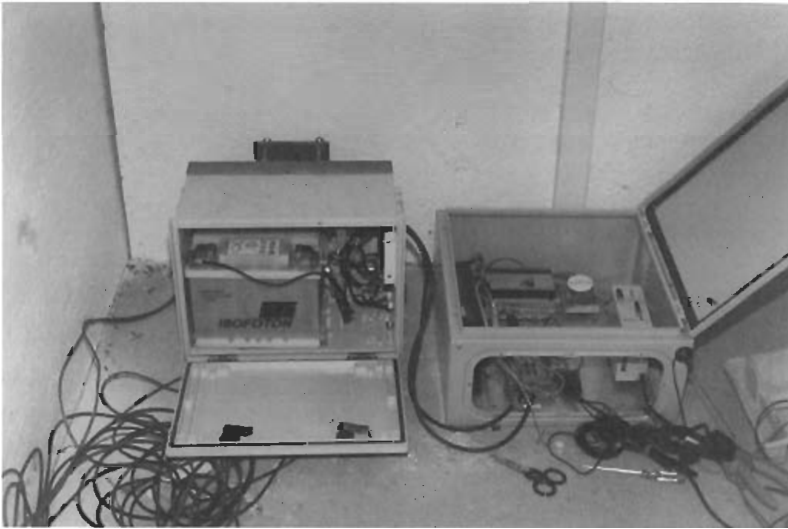
*Vista de la estación de bombeo donde fueron instalados los equipos que componían el centro de control. En el extremo de uno de los calderines se instaló la antena omnidireccional para las comunicaciones vía radio.*



*En esta fotografía se muestran los equipos empleados como centro de control. Se puede apreciar el ordenador portátil y el cuadro conteniendo los módems y emisora de radio.*



*Esta fotografía muestra la caseta del hidrante donde se montó el terminal remoto. En el mismo mástil se instaló el panel fotovoltaico y la antena direccional.*



*En el interior de la caseta mostrada en la fotografía anterior se instalaron armarios. El de la izquierda ubica la batería y regulador para la alimentación local de los equipos. El de la derecha es el cuadro donde se han instalado los elementos que componen el terminal remoto: autómatas, módems y emisora de radio.*

#### **A5.4.6 Conclusiones**

Por último se completa el informe de la presente prueba con una serie de conclusiones entorno a los temas tratados:

- Comunicaciones inalámbricas
- Comparativa entre cable, radio y GSM
- Posibilidades actuales y futuras de los enlaces GSM
- Alimentación eléctrica local
- Elementos estándar <> Elementos específicos
- Coste de las instalaciones

#### ***Comunicaciones inalámbricas***

En primer lugar, las pruebas realizadas han puesto de manifiesto que el empleo de tecnología GSM como medio de comunicaciones es completamente operativo desde el punto de vista técnico. Igualmente sucede con las comunicaciones vía radio, ampliamente desarrolladas en la actualidad aportando soluciones a los problemas observados en las pruebas y ya conocidos.

Las comunicaciones inalámbricas se presentan como una buena solución para:

- Poner en marcha los sectores que existen al día de hoy y no funcionan, porque no requiere obra civil para la canalización de cableado.
- Realizar enlaces puntuales.
- Ampliaciones y modificaciones de instalaciones actuales.
- Nuevas instalaciones.

En definitiva pueden adaptarse a todo el abanico de posibilidades. Cabe recordar que este tipo de comunicaciones lleva como añadido el recurrir a alimentación local, mediante paneles fotovoltaicos y/o baterías.

#### ***Comunicaciones Mediante GSM***

Las comunicaciones GSM presentan una alternativa totalmente válida a la del cable y a la de radio.

Este tipo de comunicación tiene el inconveniente de requerir un coste de explotación (por llamadas y SMS), por ello el protocolo de comunicaciones deberá adaptarse (ver pliego) para que no se necesiten unas comunicaciones intensivas. Se consigue así un coste de explotación contenido y además se mantienen claras ventajas:

- Nulo mantenimiento
- Poco susceptible a condiciones meteorológicas
- Bajo coste de los equipos
- Empleo de SMS
- Posibilidad por su bajo consumo de poder prescindir del panel fotovoltaico y montar solamente una batería de una duración determinada.

### ***Comunicaciones vía radio***

En primer lugar, reseñar que a pesar de los malos resultados de las transmisiones realizadas, las pruebas han servido para poner de manifiesto los problemas de establecer un Radioenlace y la necesidad de hacer correcciones en el sistema.

Las comunicaciones vía radio dependen de muchos factores, que deben ser analizados detenidamente.




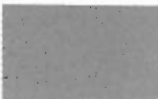



- Banda y frecuencia empleadas
- Potencia de los equipos
- Tipo de antenas
- Condiciones medioambientales
- Topografía del terreno
- Distancias de los enlaces
- Mantenimiento de los equipos
- Protocolo de comunicaciones
- Etc

Además indicar que como regla general hará falta un proyecto de telecomunicaciones para la asignación de frecuencia. En este sentido, y como se ha hecho ya en otros gremios, cabe la posibilidad de plantear la asignación de una única banda de frecuencia para todas las zonas regables de Andalucía, con lo que se daría una solución al principal problema, cual es el alcance de las transmisiones.







AGRICULTURA	
GANADERÍA	
PESCA Y ACUICULTURA	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA	
FORMACIÓN AGRARIA	
CONGRESOS Y JORNADAS	
R.A.E.A.	



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca