ANEJO Nº 13. SISTEMAS DE TELECONTROL

ÍNDICE

1 SISTEMA DE TELELECTURA 1
1.1 ANTECEDENTES 1
1.2 CONDICIONANTES 1
1.3 OBJETO 5
1.4 NORMATIVA APLICABLE TELELECTURA DE LA RED DE HIDRANTES 7
1.5 CONFIGURACION DEL SISTEMA DE TELELECTURA 9
1.5.1 DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION 9
1.5.2 DEFINICION DE LOS COMPONENTES 11
1.6 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE LA TELELECTURA 14
1.7 SOFTWARE DE CONTROL Y GESTION DEL SISTEMA DE TELELECTURA 16
1.8 APP MOVIL 21
1.9 FUNCIONALIDAD DE LOS EQUIPOS DE TELELECTURA 21
1.10 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TELELECTURA DE CONTADORES 24
1.10.1 GENERALIDADES 24
1.10.2 ESPECIFICACIONES 27
1.10.3 VENTAJAS DEL SISTEMA 28
2 SONDAS DE HUMEDAD 30
2.1 INTRODUCCION 30
2.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO Y VIAVILIDAD DE LAS MEDIDAS 31
2.3 TECNICAS DE ABASTECIMIENTO 33
2.3.1 APLICACIÓN DIRECTIVA 1 33
2.3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR 37
2.3.3 METODOLOGIA DE LECTRUA E INTERPRETACION DE LOS DATOS Y SU APLICACION 38
2.4 PUNTOS DE CONTROL 40

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SUPERFICIE DE TIPOS DE RIEGO 34
TABLA 2. SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO 35
TABLA 3. COSTE MEDIO 37
TABLA 4. PUNTOS DE MUESTREO 2,3,4 ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
TABLA 5. PUNTOS DE MUESTREO 5,6,7 ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
TABLA 6. PUNTO DE MUESTREO 8,9,10 ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ÍNDICE IMÁGENES

IMAGEN 1. ZONAS CLIMÁTICAS DE NAVARRA 3
IMAGEN 2. NIVELES DE ARQUITECTURA INTEROPERABLE 9
IMAGEN 3. ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN SISTEMA DE TELELECTRUA DE CONTADORES 10
IMAGEN 4. PLANO DE SUELOS ZONA AFECTAD POR EL REGADÍO DE VIANA 32
IMAGEN 5. ZONAS VULNERABLES A NITRATOS 36

1 SISTEMA DE TELELECTURA

1.1 ANTECEDENTES

Actualmente no existe ningún sistema de telelectura ni telecontrol instalado, y por lo tanto el sistema de telelectura a implementar en este proyecto es completamente nuevo, e independiente de cualquier otro sistema de telelectura y/o telecontrol.

1.2 CONDICIONANTES

Es la facturacion del consumo realizado, uno de los aspectos más importantes que contribuyen al control, al estar ligado directamente al regante, a su capacidad de gasto y decisión de ahorro.

En los regadíos modernos, distribuidos por redes colectivas, gerenciadas por asociaciones de usuarios con los mismos intereses, se va consolidando el esquema, “superficie de riego-contador”, con la unión de dos conceptos, totalmente determinante, y dejando sin sentido hábitos anteriores.
Fruto de tal diseño, surge la necesidad de centralizar información del consumo realizado en cada superficie de riego y poder facturar el gasto. Como respuesta a esta necesidad surge la funcionalidad básica con que se diseña el presente sistema de Telelectrua, que es centralizar la información del gasto realizado en los diferentes contadores asociados (en este caso en las válvulas volumétricas de la toma).

Al analizar el ámbito rural del regadío que se moderniza, existe toda una serie de condicionantes, que se deben tener en cuenta a la hora de decidirse por un sistema u otro de telelectura, para que, realmente, logre el propósito por el que se instala.
A la hora de instalar el sistema de telelectura, se debe intenta reajustar a las necesidades de los regantes en particular y a las de la Comunidad de Regantes en general, así como las propias funcionalidades con las que haya sido diseñado el sistema en concreto.

<u>Condiciones climáticas</u>

Tanto la propia intemperie, como los fenómenos atmosféricos que predominan en la zona regable, pueden condicionar el buen funcionamiento del sistema. Así, en una zona de relevantes tormentas eléctricas, no es aconsejable una instalación en la que el medio de comunicación fuese el cable, o por ejemplo, en el Sur de España, donde hay más horas de luz, el balance energético de carga y descarga de baterías alimentadas por panel solar, tendrá más posibilidades de funcionar, mejor y durante más tiempo, sin tener que cambiar las baterías, que en el Norte. En cuanto a las temperaturas, los sistemas electrónicos de que constan los sistemas actuales, admiten unos rangos de funcionamiento que, aunque en la mayoría de los casos no son alcanzados de forma permanente, sí se pueden alcanzar y los equipos han de ser capaces, al menos, de recuperar todas sus funcionalidades cuando se esté alejado de los umbrales máximo o mínimo.

En el caso que nos ocupa el municipio forma parte de la depresión de Estella, si bien su altitud en el centro urbano es de 505 m, es la zona norte de Viana la más abrupta y montañosa. El resto del territorio se hace más llano y abierto a medida que se aproxima al río Ebro.

Su clima en la parte norte es Mediterráneo, de precipitaciones mas bien escasas y veranos cálidos y secos. Las precipitaciones alcanzan los 600l/m2 anuales en el límite con la Zona Media, van disminuyendo de norte a sur de manera que al sur hace su aparición el clima estepario propio de la zona central del Valle del Ebro.



Imagen 1. Zonas climáticas de Navarra

La temperatura media anual varía entre 13,5 y 14,4ºC de norte a sur. El viento es otro elemento destacado del Valle del Ebro, siendo el sentido más frecuente de noroeste a sureste. Se trata del llamado cierzo, viento frío y seco que aparece cuando en el Mediterráneo occidental se forma una borrasca mientras el Atlántico oriental está ocupado por altas presiones.

Las medias de las temperaturas máximas van ascendiendo en primavera de entre 14,5 o 16ºC en marzo según zonas, a 20,3 o 23ºC en mayo, y la probabilidad de que se produzcan heladas es muy baja a partir del 1 de mayo. La precipitación acumulada en esta época oscila alrededor de 190 a 105 l/m² de norte a sur.

El verano es seco y caluroso, influenciado por las altas presiones subtropicales (anticiclón de las Azores). Las temperaturas máximas medias en julio y agosto varían entre 28,7 y 31ºC, y las medias de 22 a 24ºC. Es la estación menos lluviosa del año, las precipitaciones son escasas y muy irregulares y en conjunto se registran entre 65 y 115 l/m² durante estos tres meses.

El otoño es corto, con máximas medias que rondan los 25,5ºC, en noviembre la media de las máximas oscila en torno a 13,5ºC y la probabilidad de heladas nocturnas es alta.

En el otoño la precipitación acumulada media varía de 100 a 180 l/m² según zonas. Con el acortamiento de los días y el aumento de nubosidad la insolación media diaria que en septiembre es de unas 8 horas se reduce a alrededor de 4,5 horas en noviembre.

La temperatura media de enero se aproxima a los 5,5ºC, las temperaturas máximas medias varían de 9 a 10ºC y la nieve es rara, a pesar de ello la sensación térmica puede ser muy fría en la Ribera debido a la presencia del cierzo.

Las precipitaciones acumuladas oscilan entre 70 y 157 l/m², y la insolación media diaria es aproximadamente de 4 a 6 horas según zonas.

Condiciones orográficas

En el caso de ser una zona regable muy montañosa y sinuosa, la instalación de un sistema por radio puede complicarse y encarecerse si no se determinan las coberturas apropiadas, obligando a aumentar las potencias de transmisión (algo no recomendable por el aumento del consumo eléctrico, así como por la existencia de preceptivos límites legales) y a colocar elementos de repetición, que a menudo complican y encarecen la instalación y su mantenimiento.

Según los datos que figuran en la hoja 1:50000 del mapa geológico de España Nº 171, la zona de regadío se caracteriza por la de un relieve moderadamente accidentado, creciente conforme se avanza hacia el norte, formado por materiales cretácicos con predominio de los carbonatos sobre los detríticos, alternados con depresiones de origen tectónico. Los suelos presentes en la zona sur e inmediaciones norte de Viana se caracterizan en general por texturas pesadas e hidromorfía en áreas deprimidas. Avanzando hacia el norte se encuentran progresivamente suelos francos de textura areno – arcillosa, bien drenados y, finalmente, suelos calizos con texturas finas y pesadas.

Agrupación de hidrantes/tomas

Es diferente que en una misma arqueta existan varias válvulas y puedan leerse todas ellas en un mismo punto, con lo que se reduce el ratio coste-remota/válvula, a que estén separadas todas ellas, de tal forma que sea una única válvula (como es nuestro caso en particular), la que precise de un elemento de control para su automatización, provocando no sólo un aumento del coste inicial de instalación, sino el encarecimiento de las labores posteriores de mantenimiento debido a la mayor complejidad de la propia instalación. Por lo tanto, y como el proyecto contempla una lectura de volumen por toma (existen 120 tomas), habrá que buscar economía en el producto, instalando un sistema lo más simple que sea posible, siempre que cumpla con el objetivo propio de éste.

Ausencia de alimentación eléctrica en los puntos de control

Es muy importante resolver la alimentación eléctrica de los equipos de control y tal es así, que este es uno de los parámetros, que más condicionan el diseño de un sistema de telelectura, condicionando desde el protocolo de comunicaciones, la propia información a transmitir e incluso el momento de tales transmisiones, por lo que habrá que elegir fuentes de alimentación tipo pilas y/o placas solares.

El trabajar con pilas permite la adaptación al medio sin los problemas que ocasionan las placas que en muchas zonas hace su implantación imposible, además de tener una fuente de alimentación segura y controlada en todo momento. En los casos donde sea preciso o se quiera utilizar paneles solares, se podrán utilizar los de baja capacidad y reducidas dimensiones para evitar vandalismos.

Funcionalidad del sistema

La funcionalidad básica (y única) que se pretende implantar en el regadío de Viana I, es el de registrar de forma automática el volumen de agua gastado en la toma de agricultor. Este aspecto se convierte en la principal funcionalidad que debe poder realizar el sistema de telecontrol: la lectura de contador. Pero, para poder llevar a cabo tal fin, el contador debe estar preparado para ello, pues se convierte en un sensor desde el punto de vista de control. Así, para que el sistema de telecontrol pueda registrar la lectura del contador, éste ha de poder enviársela. La forma más habitual con que esto se soluciona en los contadores, es mediante la incorporación a los contadores de un emisor de pulsos.

Fiabilidad de las comunicaciones

La transmisión de los datos va a depender del volumen de datos trasmitidos, del número de veces que se transmite éstos y de la distancia que se debe salvar. Es por ello que entre la variedad de medios y soportes existentes en el mercado (cable, radio, red telefónica móvil), debe implantarse un sistema de comunicaciones de fácil manejo que resuelva de forma clara la funcionalidad principal para el que está diseñado el sistema y que pueda cubrir grandes distancias con el mínimo coste (tanto del material como del medio).

1.3 OBJETO

El objeto del anejo actual, es describir el sistema de telelectura de los contadores a instalar en los hidrantes.

El sistema de telelectura, recogerá los datos suministrados por el sensor del contador, y los almacenará.

Estos datos serán leídos mediante un equipo TPL, (hay que tener en cuenta que si la tecnología de lectura del TPL sobre los terminales de radio que almacenan el valor del contador es Bluetooth o Wifi, la distancia máxima desde el equipo TPL al contador leído será de 50 metros).

Desde el equipo TPL, se enviarán los datos a una app a instalar en equipos portátiles, y desde éstos a una aplicación de gestión en el centro de control.

El presente anejo pues, tiene como objetivo la instalación del sistema de telelectura de contadores para la aplicación a la red de riego sobre 1053,12 hectáreas de la comunidad de regantes de Viana, basado en un sistema de telelectura con comunicación vía radio de frecuencia libre o Wifi en modo Walk/Drive by, específicamente pensado para hacer una gestión de los caudales acumulados por hidrante, su control y posterior facturación.

El sistema deberá ser fiable, de muy bajo consumo, ampliable, compatible y abierto, con una arquitectura de última generación, que permita la recogida de todas las señales de gasto producidas, posibilitando a través de los datos almacenados, hacer cualquier tratamiento de los mismos (agrupación de consumos, cálculos por cultivos, por periodos, por usuarios...). De manera que la Comunidad de Regantes pueda realizar la facturación individualizada y automática.

El equipo a instalar, básicamente, se compondrá de los siguientes elementos:

- Terminal Portátil de Lectura (TPL) equipado con módulo radio en banda ISM (frecuencia 869 Mhz a 500 mW) o Wifi, para comunicación con el equipo de lectura de los pulsos de contador de los hidrantes.
- Módulos de comunicaciones/datalogger estándar para lectura de los pulsos de contadores de los hidrantes.
- App móvil para la revisión de consumos por parte de la CCRR.
- Un sistema de software gestor de rutas/lector web para el control de los equipos de telectura de los contadores de los hidrantes.

El número de unidades a instalar será:

- 1 Ud terminal portátil de Lectura (TLP).
- - 120 Ud equipos de telelctura estándar para contadores con entrada de pulsos en control de las

tomas.

- - 1 Ud sistema de software gestor y control en la nube (Web)

1.4 NORMATIVA APLICABLE TELELECTURA DE LA RED DE HIDRANTES

UNE-EN 15099-1:2007 ERRATUM:2008 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales.

Interoperabilidad

La implementación de la interfaz interoperable para los sistemas de telecontrol se encuentra especificada en el proyecto de la norma UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad» que está siendo elaborada por el grupo de trabajo GT3-Telecontrol del comité técnico de normalización CTN 318-Riegos de la Asociación Española de Normalización (UNE). Esta implementación estará ajustada a las especificaciones del proyecto de la norma UNE 318002-3 contenidas en su Anexo B «Interfaz de subsistemas con SOAP 1.2», si se realiza con protocolo SOAP 1.2, o a las contenidas en su Anexo G «Interfaz de subsistemas con REST», si se realiza con protocolo REST.

Este estándar establece las directrices para la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados para la gestión y/o control de las instalaciones de riego. La norma puede ser aplicada bajo cualquier plataforma tecnológica y en cualquier tipo de sistema de riego, independientemente del esquema de gestión del agua (público o privado, individual o colectivo).

Este estándar no define los requisitos de hardware o software para ninguno de los sistemas a los que se aplica. Solo se refiere a interfaces de acceso, sin restricciones sobre las implementaciones subyacentes. El estándar ha sido diseñado para evitar interferencias con soluciones propietarias sujetas a propiedad intelectual. Para garantizar la interoperabilidad basada en estas premisas, el estándar define tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y la arquitectura sobre la que aplican estas interfaces. Se requieren tres niveles de arquitectura para acomodar las interfaces:

- El nivel de gestión, donde se ubicará cualquier MIS que cumpla con la norma. De todos los métodos disponibles, cada MIS solo implementará aquellos que sean necesarios para ejecutar sus funcionalidades.
- El nivel de control superior: coordinación. Este elemento de software (el bróker de coordinación)

actúa como enlace entre las aplicaciones MIS y los subsistemas de control. Todos los métodos deben estar a disposición del Bróker de Coordinación para garantizar la correcta ejecución de sus tareas.

- El nivel de control inferior: RMCS. Estos también pueden denominarse subsistemas de riego. Son soluciones comerciales completas (hardware y software) diseñadas para controlar ciertas entidades de riego. Cada subsistema debe implementar los métodos necesarios para realizar las tareas de la entidad o entidades de riego que controla.

La interacción entre el lenguaje establecido y los cambios propuestos por el estándar para la arquitectura, proporciona interoperabilidad entre aplicaciones de gestión (MIS por sus siglas en inglés) y los sistemas de monitorización y control (RMCS), garantizando su independencia y el intercambio de información estandarizada.

Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador) y quedará implementada para comunicar con él, sea este coordinador instalado en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale un coordinador), pero siempre implementada para comunicar con el coordinador según la norma descrita anteriormente.

Los niveles y componentes de una arquitectura interoperable quedan definidos en el siguiente esquema:

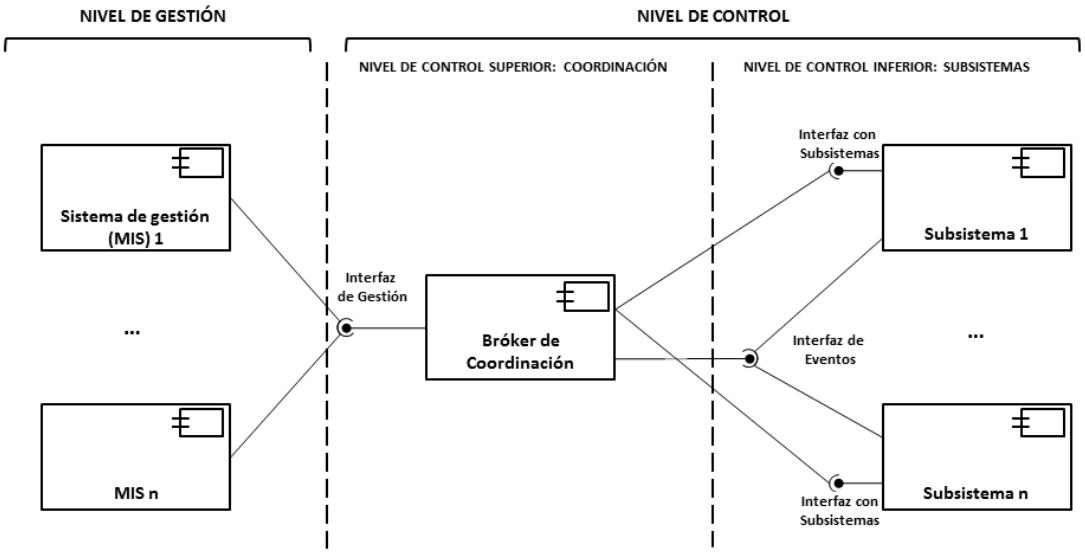


Imagen 2. Niveles de arquitectura interoperable

Si no se ha tenido acceso previamente a los documentos del borrador, pueden obtenerse mediante la inscripción como expertos en el CTN318-Riegos de UNE y solicitar la última versión de los documentos de la parte 3 del borrador del estándar ISO 21622 y del borrador de la norma UNE 318002-3.

1.5 CONFIGURACION DEL SISTEMA DE TELELECTURA

1.5.1 DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION

En cada hidrante de riego el agricultor dispone de una válvula hidráulica y un contador volumétrico, el cual posee un emisor de pulsos, de modo que cada metro cúbico se corresponde con un pulso.

El sistema de telelectura solicitado es un sistema de lectura vía radio que permite la lectura de contadores sin necesidad de una lectura visual.

Se utiliza una transmisión radio en frecuencia libre o Wifi, entre un terminal portátil de lectura (TPL), equipado con una tarjeta de radio frecuencia y una aplicación informática que gestione la comunicación entre la TPL y los hidrantes donde hay que registrar el volumen consumido, en donde se instalan los módulos de comunicación, unidades que físicamente se conectan con el emisor de pulsos con que está equipado el contador volumétrico. Estos terminales remotos, tienen implantado una función de data-logger, y por lo tanto, se encargan de registrar los pulsos y gestionar esa información internamente.

Los hidrantes equipados con los terminales remotos de tecnología radio estarán en estado de recepción y sólo se activarán cuando responden a la instrucción enviada desde el TPL (comunicación bidireccional), que actuará como (maestro), entregando sus datos almacenados.

Posteriormente, y una vez terminada la captura de datos, se procederá al tratamiento de los mismos por la aplicación cargada en el TPL. Posteriormente se podrán enviar los datos desde el TPL hasta la app móvil o bien se descargan las lecturas en formato texto en cualquier sistema de gestión implantado en un ordenador PC, quedando el proceso listo para la facturación.

La arquitectura de comunicaciones propuesta para el sistema de telelectura es la siguiente:

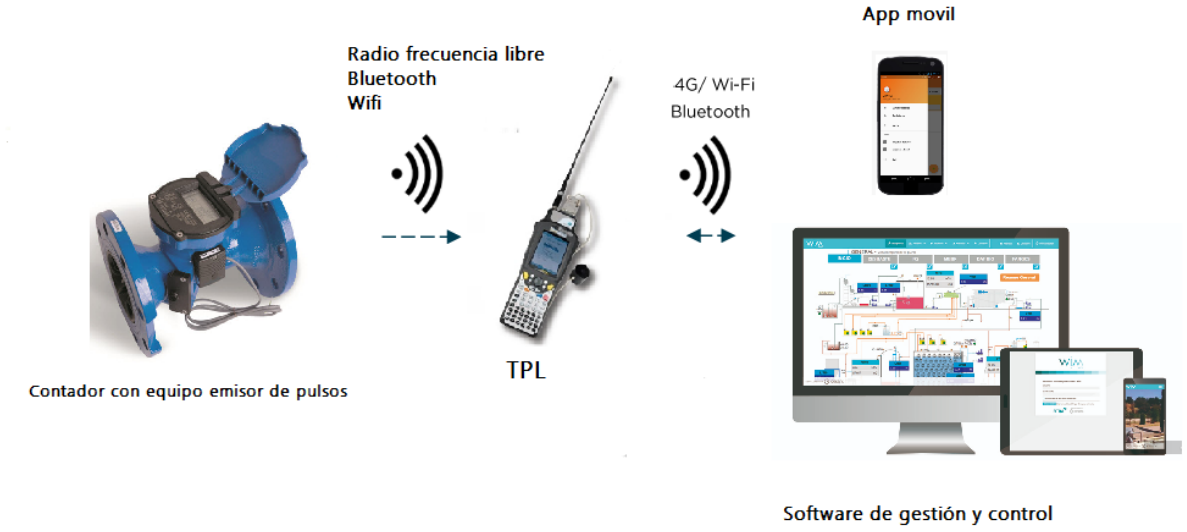


Imagen 3. Arquitectura de comunicación sistema de telelectrua de contadores

El Sistema tendrá que ofrecer la siguiente información por cada trasmisor:

- Lectura del Totalizador y parciales donde aparezcan los siguientes datos Hidrante, Usuario de Toma, Nº de referencia Unidad terminal comunicación, Valor actual del contador, Fecha Actual, Valor Anterior del Contador, Fecha Anterior, Voltaje de Alimentación, Alarmas.
- Registrador del Totalizador donde aparezca cada uno de los valores con el valor totalizador, Fecha y Hora del registro.
- Registrador de Eventos y Alarmas.

El procesamiento de toda esta información, servirá para conocer los consumos medios por cultivo, los períodos entre riegos, el número de riegos por campaña, ya que se dispone del histórico de cada parcela.

También se podrá identificar las estrategias de riego de los distintos agricultores según cultivos, la eficiencia de los riegos (riego aplicado/riego óptimo) aplicados, comparar el caudal suministrado por las agrupaciones de riego y el consumido por las parcelas, detectar posibles obstrucciones en contadores, o pérdidas en la red de riego y conocer la eficiencia en el sistema de distribución de la red de riego.

1.5.2 DEFINICION DE LOS COMPONENTES

Como ya se ha indicado, el sistema de telelectura será vía radio en frecuencia libre, Bluetooth, o Wifi.

Para ello contará con los siguientes componentes, además de los elementos mecánicos, cableado y antenas:

- Unidades de telelectura. Serán los encargados de realizar la telemedida de los hidrantes instalados en campo. Estos terminales estarán dotados de inteligencia propia ya que podrán realizar las tareas de lectura de contadores sin necesidad de comunicar con los centros de control. El usuario recogerá remotamente toda la información de estos nodos mediante un sistema Walk-By o Drive-By.
- Sistema de Lectura Walk-By / Drive-By. Está compuesto por un equipamiento informático portátil, y por el software de Control y Gestión para lecturas Walk—By / Drive-By. Mediante este sistema el usuario recogerá los datos de los contadores y la información recopilada por los equipos de telelectura de forma remota.

EQUIPO PORTATIL DE RECOGIDA DE DATOS (TPL)

Equipo portatil, con el equipamiento Hardware y Software necesariol, para recoger la información de los equipos de telelectura instalados en los hidrantes mediante tecnología radio en frecuencia libre, Bluetooth o Wifi.

Está formado por un TPL con transmisión de datos, con la posibilidad de ser interconectado al ordenador que soportará la base de datos y las utilidades de gestión y realización de informes de consumos de agua.

Estos equipos tendrán que poder enviar posteriormente todos los datos recogidos a la central de datos, definida por la comunidad de regantes.

Sus principales características son:

- Software que puede ser utilizado en cualquier dispositivo Android versión 9 o superiores
- Es capaz de describir, desencriptar y parsear tramas Wireless-MBUS de los módulos de comunicación de los contadores.
- Envía lecturas a la plataforma web del dispositivo móvil, añadiendo a los campos leídos el campo coordenadas GPS, y cualquier otro campo requerido para la correcta integración de los valores recibidos.
- Descarga datos en ficheros formato texto o csv

SOFTWARE PARA LECTURAS WALK-BY / DRIVE-BY

Aplicación de gestión para la recogida de lecturas de contador. Este software genera un fichero con toda la información recopilada, el cual, será importado por la aplicación de gestión que utilice la Comunidad de Regantes.

Este software también debe permitir configurar, a distancia y de forma integrada, los terminales remotos que se conectan directamente con él, así como los distintos parámetros del sistema de telelectura, los valores de caudales medibles, datalogger de contadores, etc. Esta herramienta para configurar los equipos de telelectura estará instalada en el TPL.

TERMINALES REMOTOS DE COMUNICACIÓN (módulos de comunicación + data-logger)

Equipo encargado de recibir los pulsos del contador, guardar los datos del contador conectado a éste, y enviarlos, cuando así sea requerido, al dispositivo móvil (TPL).

El desarrollo de estos dispositivos deberá ser de ultra-bajo consumo, para poder alimentarse mediante sistemas acordes a las condiciones del entorno.

Las características de los módulos y componentes que forman un terminal posibilitarán su buen funcionamiento en condiciones extremas de temperatura y humedad.

A continuación, se van a detallar las características más destacables de los módulos de comunicación de telelectura:

- Entradas de Contador. El Sistema deberá tener 1 entrada contador en cada módulo de comunicación.
- Datalogger de Contadores: con capacidad de almacenamiento de como mínimo 5000 registros.
- Comunicaciones:
  - ✓ Radiofrecuencia en banda ISM en la frecuencia 869 Mhz a 500 mW de potencia o tecnología Bluetooth/Wifi.

- Reloj: en tiempo real, sincronizable.
- Datalogger de Eventos y Alarmas con hasta 16.000 registros.
- Configuración de alarmas (fuga, flujo inverso, contador parado, manipulación del contador, subconsumo, batería baja)
- **Filtro de Pulsos de Contador:** el terminal remoto de comunicación se encargará de evitar que se acepten pulsos no reales de contador debido a rebotes u otras causas mediante un complejo sistema de filtrado.

- ***SISTEMA DE ALIMENTACIÓN***: El conjunto estará alimentado por pilas de larga duración (se propone en este proyecto pilas de litio de 3,6Ah, si bien se aceptarán sistemas de alimentación alternativos mediante pilas, si se justifica técnicamente la duración y autonomía de las mismas en función de las comunicaciones y consumo de los equipos). El sistema de telelectural se conectará a las pilas a través de conectores seguros.

  Si bien los equipos pueden ser configurados en varios modos de comunicación, se ha considerado que, para una comunicación al día, en el que se registra un histórico del valor del contador cada hora, que será empaquetado en un mensaje que se envía una vez al día al sistema, se tiene una autonomía de 12 años.

- ***ENVOLVENTE PARA EL ALOJAMIENTO DE LA ELECTRÓNICA DE LOS EQUIPOS DE TELELECTURA***

  Se utiliza como envolvente para el equipo de telelectura una caja con con las siguientes características:

  - Grado de Protección IP 67 o superior.

- Antena integrada

Los terminales de medida, estarán ubicados en las arquetas de hidrante. Son dispositivos que se encargan de recoger las lecturas de los contadores que reciben mediante las señales correspondientes de los emisores de pulsos tipo Reed instalados en el totalizador del contador volumétrico y enviarlos vía radio en frecuencia libre o Wifi al TPL.

Los equipos de telelectura serán específicamente un módulo de comunicación que integre la función de almacenamiento de datos (data-logger). No realizarán maniobra sobre actuadores.

Así, los equipos de telelctura integrarán los módulos de comunicación, un sistema de alimentación propio, los elementos de protección y conexionado y el data-logger para almacenamiento de datos.

El interfaz cable de entrada del pulso con el emisor de pulsos del contador volumétrico se podrá realizar mediante un kit de conexión externa estanca o por unión termosellada para darle estanqueidad.

Los módulos de radio se alimentarán con un pack pilas para evitar posibles temas de vandalismo y para simplificar el mantenimiento de los terminales remotos. De esta manera se dispone de la posibilidad de ser sustituidos al acabar su vida útil.

1.6 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE LA TELELECTURA

El sistema de telelectura garantizará los siguientes objetivos funcionales:

Telelectura: recogida a distancia, es decir, sin necesidad de desplazarse físicamente hasta el contador, de los datos registrados en cada toma sobre el consumo del agua realizado por cada usuario de la red. Con el sistema proyectado, se podrá recoger los datos de los contadores a una distancia de 500-800 metros en caso de radio en frecuencia libre y 50 metros en caso de Bluetooth o Wifi, dependiendo de la cobertura del punto a leer.

Funcional: el equipamiento del sistema a instalar ha de responder a las necesidades que se pretende controlar y en ningún caso se puede, mediante el sistema a implantar, comandar ningún tipo de actuador, sino que se limita a recoger información de los sensores conectados. Por lo tanto, el sistema a implantar debe cumplir favorablemente las funciones de registro del consumo, a la vez que facilita la gestión de determinadas alarmas que estén relacionadas con el flujo, ya que es el contador el principal y único sensor sobre el que fundamenta su operación.

Sencillez: es aconsejable que mantenga una configuración sencilla y amigable, a la vez que proporcione el almacenamiento seguro de la información que maneja.

Economía de explotación: con el objeto de minimizar los costes de instalación y explotación de la comunidad de regantes, el sistema de comunicaciones propuesto para la conexión entre los terminales de lectura del valor del contador y el dispositivo TPL, se realizará utilizando tecnología radio en banda libre frecuencia 869 Mhz a 500 mW de potencia (sin pago de licencias de comunicación), o bien mediante tecnología Bluetooth o Wifi. Además, para evitar costes de explotación de las comunicaciones y de la alimentación de los módulos radio, éstos estarán dotados con pilas de poco consumo, evitando el posible vandalismo que puede provocar la instalación de paneles solares.

Sincronismo entre los diferentes terminales remotos y el TPL mediante la utilización de una red de comunicaciones móvil por Walk-by/Drive-By.

Normalización de las unidades de los dados transmitidos: se transmitirán los datos de consumos de agua en m3. Esto permitirá a las aplicaciones informáticas tratar directamente los datos transmitidos con origen en el equipo de telelectura sin transformarlos o convertirlos de nuevo.

Robustez del sistema: los terminales de lectura propuestos serán equipos industriales especialmente diseñados para aplicaciones de telelectura de contadores con emisor de pulsos, con un elevado grado de fiabilidad, que garantice que una avería local no interfiera en el buen funcionamiento global del sistema.

Capaz de exportación de datos en formato universal (csv o similar) y de compatibilidad con el programa de facturación instalado en la Comunidad de Regantes.

1.7 SOFTWARE DE CONTROL Y GESTION DEL SISTEMA DE TELELECTURA

El software de control y gestión del sistema de telelectura proyectado, es un software Web, y por lo tanto, **no será necesario implementar ningún hardware en la Comunidad de Regantes**.El software podrá ser abierto desde cualquier equipo que tenga conexión a internet, desde cualquier navegador. Este software permitirá la visión, gestión y mantenimiento del sistema de telelectura. Debe de cumplir por lo menos las siguientes funcionalidades:

a. Gestión de Permisos y Niveles de Usuarios

El Supervisor de la Instalación de la Comunidad tendrá que poder realizar las siguientes funcionalidades:

- Crear usuarios de los distintos Tipos (Supervisor, Administrador, Básico) con distintitos niveles de acceso.
- Editar usuarios
- Eliminar usuarios

b. Gestión de la red de los módulos de comunicación

El software permitirá la configuración de la red de los equipos de telelectura.

Permitiendo realizar las siguientes funcionalidades:

- Dar de alta los equipos de telelectura manualmente.
- Eliminar equipos de telelectura.
- Activar y Desactivar equipos de telelectura.
- Copiar y Pegar configuraciones de equipos de telelectura.

c. Parametrización de los equipos de telelectura

El Supervisor de la instalación y los distintos administradores de la Instalación deberán poder configurar en cada una de los equipos de telelectura los siguientes parámetros:

- Parametrización de los equipos de telelectura accesibles vía radio/Bluetooth/Wifi.
- Configuración:
    - Hidrantes y Usuarios de toma de cada equipo de telelectura.
    - Alarmas
    - Eventos
- Actualizar contadores

d. Configuración del Datalogger de Contadores

Los equipos de telelectura permitirán registrar el valor del contador con una frecuencia configurable. Esta información se exporta en ficheros de texto filtrando la búsqueda por día de inicio y día final.
El software permitirá configurar los parámetros del Datalogger de contadores:

- Día de Inicio: Día de inicio que debe iniciar el muestreo de los contadores.
- Día de Fin: Día que se termina el registro de los contadores.
- Hora de Inicio: Hora a la que se debe iniciar el registro de los contadores.
- Frecuencia: Cadencia de registro del valor de los contadores.
- Contadores: Indica los contadores a registrar.
- Borrar Datalogger.
- Guardar Datalogger.

e. Sinópticos de cada equipo de telelectura

Los equipos de telelectura podrán ser localizados por un código de búsqueda o por un código específico asignado por el usuario.
El sinóptico (ventana) incluirá la siguiente información de cada terminal:

- Estado: Muestra la información básica del equipo de telelectura, como si está o no activo, deshabilitado, la fecha y hora de la última conexión, el volumen total del medidor asociado, el estado del modem de

comunicación del equipo, nivel de batería, etc.

- Configuración: muestra la configuración básica actual del equipo de telelectura, como el identificador asignado, la localización, las alarmas asignadas, configuración de la comunicación.
- Alarmas: muestra las alarmas que están activas en el equipo de telemedida, y un histórico de las mismas.
- Informes: permite mostrar, en forma de gráfico o tabla, los datos históricos del equipo de medida, y los volúmenes medidos.

f. Generación de Rutas de Lectura

Se podrán generar rutas con "puntos de lectura" en los cuales se recogen los datos de varios equipos terminales de telelectura, sin necesidad de acercarse a cada arqueta de forma individual.
El Software deberá poder realizar las siguientes funcionalidades:

- Indicar los puntos de la ruta de contadores:
    - Alias de contador: Nombre asignado al contador
    - Punto: Punto de lectura al que se encuentra asignado el contador
    - Nombre del punto de lectura: Nombre que se le asigna al punto de lectura.

- Permitir las siguientes Funciones:
    - Nuevo Punto: Se añade nuevo punto a la ruta, poniendo nombre del punto y coordenadas GPS.
    - Borrar Punto: Se borra de la ruta, el punto seleccionado.
    - Borrar contador seleccionado: Borrar de la ruta el contador que ha sido seleccionado.
    - Finalizar: Se finaliza la creación de la ruta.

g. Lectura Manual Ruta de Contadores

Se deberá poder leer los siguientes datos de la ruta de lectura:

- Contadores Leídos de la Ruta: Indica el número de contadores que han sido leídos del número total que existen en la instalación.
- Contadores Totales: Contadores Totales de la Instalación.
- Progreso: Progreso de la lectura de los contadores de la instalación.

- Leer Alarmas activas: Lectura de las alarmas activas. Pudiendo realizar el borrado de ellas y/o guardarlas en un fichero txt.

Deberá poderse leer de cada terminal de telelectura los siguientes datos:

- Contador: Alias del Contador cuyos datos se muestran
- Estado: Muestra si el contador ha sido leído correctamente o no.
- Valor actual : valor actual leído
- Diferencia: diferencia entre el valor actual y el anterior leído.

h. Lectura Manual Ruta Datalogger de Contadores

El sistema permitirá leer los siguientes datos de la memoria de los equipos de telelectura filtrándolo por fecha de inicio y fecha de fin:

- Contadores Leídos de la Ruta: Indica el número de contadores que han sido leídos del número total que existen en la instalación.
- Contadores Totales: Contadores Totales de la Instalación.
- Progreso: Progreso de la lectura de los contadores de la instalación.
- Leer Alarmas activas: Indica si existen alarmas activas. Pudiendo realizar el borrado de ellas y/o guardarlas en un fichero txt.
- Visualizar lectura contador: Permite visualizar la lectura de los Datalogger de los contadores.

i. Lectura Ruta de Contadores en Automático

Después de crear diferentes rutas de lectura, seleccionando una de ellas, se deberán poder leer en cada punto de lectura los siguientes datos y utilizar las siguientes funciones:

- Datos del punto : Se indican los datos del punto de lectura:
    - Latitud: Latitud del punto
    - Longitud: Longitud del punto
    - Número de contadores: Numero de contadores a leer en el punto.
- Progreso de la Ruta: Se indicará el progreso de la ruta mostrándose los siguientes datos:

- Contadores totales: número de contadores totales de la ruta.
- Contadores leídos: número de contadores leídos en la ruta.
- Errores lectura: Errores que se han producido en las lecturas.

- Funciones: las funciones que se podrán realizar serán las siguientes:
  - Punto anterior: situarse en un punto anterior de la lectura.
  - Leer alarmas activas: leer las alarmas activas que se detectan en ese punto.
  - Visualizar lectura del contador: Permite visualizar la lectura del contador, nivel de batería, valores del contador total y parciales.
  - Siguiente punto: Pasar al siguiente punto de lectura.
  - Finalizar/Salir: permite Finalizar el proceso guardando los datos o bien salir sin guardar

j. Lectura Ruta Datalogger de Contadores en Automático

El software permitirá leer los contadores de forma automática. Para la lectura de los Datalogger de contadores se deberá escoger la ruta y el filtrado de fechas.

En cada punto de lectura se podrá leer los siguientes datos y utilizar las siguientes funciones:

- Información del punto: Muestra la información sobre el punto que vamos a leer:
  - Latitud: latitud del punto seleccionado.
  - Longitud: longitud del punto seleccionado.
  - Nº de Contadores: Número de contadores a leer en el punto seleccionado.
- Listado de Contadores: Indica el listado de contadores del punto a leer y su estado.
- Progreso de la ruta: muestra el progreso de la ruta.
- Contadores totales: Muestra el número de contadores totales en la instalación.
- Contadores leídos: Muestra los contadores leídos en la instalación.
- Errores lectura: Muestra el número de errores que se producen en los contadores.
- Funcionalidades: Las diferentes opciones son las siguientes:
  - Punto anterior: permite moverse al punto de lectura anterior.
  - Leer alarmas activas: en caso de detectar alarmas activas, se permite la lectura de las mismas.
  - Visualizar lectura del contador: Permite visualizar la lectura del Datalogger del contador.
  - Leer punto: Se realiza la lectura del punto seleccionado.

- Siguiente punto: permite acceder a la siguiente ruta.

k. Exportación de datos universal y posibilidad de compatibilidad con otros Software de Facturación.

Mediante este software se podrá exportar los datos recopilados en un formato csv o similar importable en la mayoría de las aplicaciones de facturación.

l. Asistente de Configuración y Parametrización de cada equipo de telelectura

El asistente debe permitir la Configuración y Parametrización de cada una de los equipos de telelectura.

1.8 APP MOVIL

La app permitirá conectar un teléfono móvil/tablet con el dispositivo TPL walk/drive-by a través de bluetooth/wifi/GPRS, de forma que se pueden recopilar las tramas enviadas por los contadores para después re-enviarlas al software de gestión y control, a través de su conexión de datos.

La app permitirá la visualización y control de consumos de agua. Se podrá consultar los datos recogidos en el contador de agua y analizar los consumos de forma ágil e intuitiva.

La aplicación permitirá, visualizar consumos de forma ágil, realizar comparativas reales de consumo de agua, establecer informes de consumo.

1.9 FUNCIONALIDAD DE LOS EQUIPOS DE TELELECTURA

En este apartado se van a describir las funcionalidades solicitadas de los equipos de telelectura.

a. Reloj

Todos los equipos deberán disponer de un reloj y calendario para todas las operaciones basadas en tiempo. Se deberá poder leer la fecha y hora actual del equipo desde el software de control, así como actualizarla.

b. Monitorización de la Alimentación y alarmas por alimentación baja y crítica

El equipo realizará una medición analógica interna para monitorizar el nivel de tensión de línea de entrada al equipo.

Para controlar el estado de la alimentación, la lectura de la misma tendrá asociada dos alarmas:

- Alarma Alimentación Baja
- Alarma Alimentación Crítica

Los niveles de tensión en los que se generan las alarmas serán configurables.

Las alarmas se activan cuando el equipo detectará una alimentación inferior a los niveles predefinidos y se desactivará automáticamente cuando detecta una alimentación correcta.

c. Entradas de Contador

El equipo dispondrá al menos de 1 entrada digital para lectura de pulsos de contador.

El equipo deberá estar implementado con un complejo sistema de filtrado de errores de pulsos para evitar pulsos no válidos de contador en el equipo de telelectura. Se deberá acreditar mediante certificado que los sistemas de telelectura presenten estas características.

A continuación, se describen las características, funcionalidades y alarmas que se generan a través de las entradas de contador:

- ***Contador Total***

Por cada una de las entradas de contador de que dispone el equipo, se guardará el número de pulsos totales asociados a esa entrada.

- ***Almacenamiento de Valores de Contadores***

Los valores del contador total y de los parciales se guardarán en memoria no volátil cada vez que se detecta falta de alimentación.

El equipo de telectura tendrá como mínimo capacidad para almacenar 16.000 registros para Eventos y Alarmas.

- ***Actualización de Contadores Parciales y Totales***

Los valores parciales y totales de los contadores deberán poder ser actualizados desde el software de control.

d. Cálculo del caudal instantáneo

A partir de las entradas de contador se deberá hacer un cálculo del caudal instantáneo. El caudal se medirá en intervalos de segundos y corresponde al intervalo de tiempo entre dos pulsos consecutivos. El equipo siempre trabaja en tiempo, realizándose la conversión a unidades de caudal en el software de control.

e. Datalogger de contador con hora de inicio y tiempo de muestreo

El equipo de telelectura permitirá guardar en memoria no volátil los valores del contador total de forma periódica, para poder ver el consumo en cada franja horaria desde el Software de gestión.

La configuración del datalogger de contadores se realizará mediante:

- Hora de inicio del datalogger.
- Frecuencia de guardado de contadores, en minutos (tiempo mínimo de muestreo un minuto.
- Contadores a guardar. Se podrá elegir qué contadores se desea guardar, para evitar perder capacidad de memoria con contadores no deseados.

El equipo guardará los valores del contador deseados en memoria con la fecha y hora, de forma que desde el software de gestión se pueden leer los registros acotando los resultados a:

- Intervalo de fechas entre las que se desean los contadores.
- Intervalo de horas entre las que se quieren los contadores para las fechas elegidas.
- Contadores que se desean obtener.

La información almacenada en la memoria para cada registro será:

- Fecha y Hora.
- Identificación de los contadores que incluye el registro.
- Valores de los contadores guardados.

Estos registros se almacenarán de forma circular en una memoria no volátil, de forma que cuando se llena empiezan a escribirse de nuevo desde el principio, borrando los más antiguos.

f. Datalogger histórico de Eventos

Los equipos almacenarán en la memoria no volátil los eventos junto con la fecha y hora en que se han producido. Tendrán que poder almacenar hasta 16.000 registros para eventos y alarmas.

g. Alarmas

El equipo de telelectura estará preparado para detectar una serie de alarmas, configurables, que puedan leerse desde el software de gestión.

Todas las alarmas tendrán un evento de datalogger asociado para que quede registrado el día y hora en que se ha producido.

Las alarmas que debe registrar y gestionar el equipo de telelectura en el datalogger son los siguientes:

- Alarmas de reset: Este grupo de alarmas indica la causa de reinicio del equipo.
- Alarmas del sistema: Son relativas al funcionamiento del equipo de telelectura.
- Alarmas de Caudalímetro: Estas alarmas indican que el equipo se encuentra detectando un caudal inadecuado. Una vez que el caudal sale del estado de alarma, ésta se borrará.
- Alarmas históricas de caudalímetros: Estas alarmas indican que en algún momento el equipo ha detectado un caudal inadecuado (se mantendrán activas hasta que se borran expresamente).
- Alarmas de acceso a la memoria externa: Los equipos de telelectura dispondrán de una memoria externa donde almacenen los datos del datalogger de eventos, datalogger de contadores y actualización de firmware..
- Alarmas de entradas digitales: Las 4 entradas pueden configurarse como digitales y asociarles una alarma en función de su estado.

1.10 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TELELECTURA DE CONTADORES

1.10.1 GENERALIDADES

El sistema de comunicaciones entre los terminales remotos de toma y el frontal de comunicaciones del Centro de Control, que en este caso se corresponde con el TPL, se realizará vía radio en banda libre de licencia que minimizarán los costes de explotación de la C.R., válidas para toda la Unión Europea. En caso de comunicación mediante radio desde el TPL a los equipos de telelectura, a banda libre a utilizar será 869 Mhz a 500 mW para garantizar mayores distancias. Se admite también la comunicación desde el TPL hasta el equipo de telemedida, por tecnología Bluetooth o Wifi.

Las características del sistema de telelectura proyectado se pueden resumir en:

Bidireccionalidad

La tecnología de comunicación es bidireccional. Esto significa que el dispositivo de tellectura no emite su información si no es requerida por el cliente, ya sea en el momento en el que se haya programado al TPL o en el momento que el gestor lo necesite. En otras palabras, el dispositivo está de forma continua en modo de recepción (modo bajo consumo), hasta que es interrogado por el TPL, por lo que no necesita concentrador (elemento intermedio). En ese momento, se activa y envía la información, y si el proceso se realiza correctamente, vuelve entonces al modo de espera hasta la siguiente toma de datos.

Como puede suponerse, la comunicación bidireccional necesita de un protocolo de comunicación que permita interrogaciones y respuestas entre el TPL y los contadores, así como de una cierta capacidad de proceso por parte de los terminales remotos.

Eficiencia energética

Al no estar emitiendo constantemente, el dispositivo puede usar sus pilas para ganar en potencia de transmisión. Cuando es interrogado, solo emitirá durante unos milisegundos.

Respetuoso con el ambiente

A diferencia de un sistema unidireccional, en el que los dispositivos están emitiendo constantemente, los sistemas bidireccionales emiten muy pocas veces, por lo que la contaminación radioeléctrica es muchísimo menor.

Interactivo

Un dispositivo bidireccional puede interactuar con el gestor, permitiendo que puedan ser reprogramadas sus funcionalidades, como, por ejemplo, cambiar las condiciones de almacenaje periódico de la lectura, las tarificaciones eléctricas, el valor de umbral de alarmas.

Un sistema bidireccional es el ideal para realizar balances hidráulicos y estudios de perfiles de consumo, programando momentos de recogida de lectura simultánea en un determinado sector y a una determinada hora, todo ello desde el punto de gestión, sin necesidad de acceder a los contadores. También permite la

interrogación a un solo contador sin necesidad de descargar todas las lecturas que se hayan podido acumular en el TPL.

Etapas en la transmisión de los datos

La transmisión de los datos sigue la siguiente secuencia:

1) Registro de los datos en el totalizador del contador volumétrico. El totalizador es el dispositivo mecánico instalado dentro del contador volumétrico cuya función es la de integrar la señal del caudal (medido por la turbina) a lo largo del tiempo y mostrar el valor del volumen total de agua que ha circulado por el instrumento. La integración del volumen se puede realizar gracias a que el número de vueltas que gira la turbina por unidad de volumen se mantiene relativamente constante independientemente de su velocidad de giro (dentro del rango de funcionamiento).

2) Con el fin de transformar la lectura del totalizador en una señal eléctrica compatible con transmisible hacia el resto del sistema, es necesaria la inclusión de un transductor. Así, el contador mecánico previsto en el contador volumétrico necesita un transductor externo que genera la señal eléctrica interpretable por el sistema de comunicaciones. Dicho transductor se conoce por sus siglas en inglés, MIU (Meter Interface Unit) y, en este caso, consta de dos componentes:

   - Un dispositivo capaz de leer el volumen registrado por el totalizador mecánico y convertirlo en una señal eléctrica preparada para ser interpretable y transmitida por el sistema. Este dispositivo imprescindible consiste en un emisor de pulsos tipo REED.
   - Otro dispositivo cuya función es la de almacenar los pulsos en una memoria haciendo de equipo registrador (data-logger).

3) Los datos almacenados en el data-logger serán transmitidos vía radio/Bluetooth/Wifi por un módulo de comunicaciones, donde son recibidos por un dispositivo portátil (TPL) cuya función es de centro de gestión.

4) Desde el TPL se transmitirán los datos vía Bluetooth, Wifi, telefonía móvil, o incluso mediante conexión directa por cable (RS232), al equipo móvil (donde se implemente la app móvil). Los datos del TPL podrán ser enviados directamente desde el mismo, al software de gestión y control en la nube (web).

1.10.2 ESPECIFICACIONES

Las configuraciones iniciales de los equipos de telelectura a instalar (caudales de contador, tipo de tarifa, etc) deberá venir realizadas de fábrica.

Serán de obligado cumplimiento por los diferentes elementos del sistema las siguientes especificaciones mínimas, no admitiéndose como cumplidas aquellas no contrastables documentalmente a la entrega de la oferta.

- Comunicación bidireccional
- Protección ambiental IP67 o superior
- No necesita licencia para su funcionamiento
- Sistema de transmisión segura integrando la funcionalidad *Listen Before Talk* (LBT)
- Circuito electrónico con filtros firmware para eliminar los posibles rebotes del emisor Reed.
- Temperatura funcionamiento -20 / + 70º C
- Alimentación pila 3,6 Ah o superior
- Ultra bajo consumo. Consumo medio menor o igual a 100uA
- Autonomía > 10 años con una lectura semanal
- Estar operativas el 100% del tiempo.
- Leer, sincronizar, acumular, filtrar y transmitir valores de contador, con correspondencia exacta con la señal transmitida por el sensor.
- Disponer Sistema para monitorización de parámetros interno como la Alimentación.
- Disponer de Sistema de Alarmas por Nivel de Alimentación Baja y Crítica.
- Ante cualquier eventualidad asociada al suministro energético, el equipo de telelectura deberá garantizar:

- La salvaguarda en memoria no volátil de, al menos, los datos de configuración del propio equipo.
- Los valores de los contadores totales y parciales se guardan en memoria no volátil cada vez que se detecta fallo de alimentación.

- Poder gestionar usuarios con distintos niveles de privilegios.
- Configurar y Gestionar los equipos de telectura.
- Generar rutas con puntos de lectura georeferenciados que agrupen los contadores.
- Capaz de exportación de datos universal formato (csv o similar) para que puedan ser importados por Software de Facturación instalado en la Comunidad de Regantes.
- Capaz de registrar periódicamente el contador totalizador de pulsos, con tiempos de muestreo mínimos de hasta 1 minuto y con un mínimo de 5000 registros por entrada
- Capaz de almacenar los eventos y alarmas en el propio equipo de telelctura (hasta 16.000 registros)
- Capaz de gestionar eventos programables de distintos tipos a nivel de equipo (reset, sistema, comunicaciones, caudales, contadores, entradas digitales)
- Capaz de gestionar alarmas programables de distintos tipos a nivel de equipo (reset, fecha y hora, alimentación, puntero datalogger, contadores, caudales, lecturas, dataflash, entradas digitales, intrusión)

1.10.3 VENTAJAS DEL SISTEMA

Como ventajas principales del sistema de telelectura que se pretende implantar en el presente proyecto se pueden citar las siguientes:

- Diseño específico para las necesidades del regadío de Vina. Todo el diseño de la solución técnica del sistema ha sido realizado pensando en solucionar los problemas propios de la zona regable de Viana, diseñando un sistema con una solución final completamente adaptada a la

tecnificación real del regadío que se pretende modernizar y a la funcionalidad buscada.

- Basado en estándares de mercado. Se ha conseguido un sistema abierto, en el que no se depende de ningún fabricante específico. Con esto se consigue que la reposición y las ampliaciones de las funcionalidades del sistema sean lo más sencillas posibles, ya que todos los componentes se interconectan usando protocolos estándar, probados, conocidos, sin errores y aceptados a nivel mundial en los entornos más adversos. Existen para cada uno de los componentes del sistema varios proveedores de mercado homologados, con el fin de que la reposición se facilite lo máximo posible, evitando de esta forma la dependencia de un proveedor único.

- Se elimina el tendido de cable. Indudablemente, la transmisión inalámbrica (Wireless) presenta toda una serie de ventajas con respecto a la transmisión por cable, derivadas del hecho de no tener que tender físicamente un cable hasta cada contador, ya que éste queda sustituido por comunicaciones radio/Bluetooth o Wifi, de modo que la instalación resulta más sencilla y menos costosa. Es importante destacar que la gran mayoría de los regadíos funcionando vía cable tienen como causa de su incorrecto funcionamiento los fallos producidos por errores y rotura de cableados. Esto repercutirá tanto en la robustez del sistema, y por tanto su utilización en cualquier momento, como el ahorro derivado en reparaciones de cable, cuya dificultad de localización del punto de rotura en muchas ocasiones conduce a relegar el uso del sistema. Sí se emplea el cable como transmisor de la señal para lectura de contadores desde las tomas individuales (válvula volumétrica) hasta el equipo de telelectura adyacente. Cualquier problema derivado del cable (roturas...) tendrá una repercusión local mínima y su reparación será sencilla.

- Fácilmente escalable. La ampliación del sistema en el caso de variaciones en el número de tomas de la red de riego, se realiza de forma sencilla. La dotación de elementos de captación de señal en parcela supone que se pueden recoger todas las señales de gasto producidas, lo que posibilita que, disponiendo de los datos, sea posible hacer cualquier tratamiento de los mismos (agrupación de consumos, cálculos por cultivos, por periodos, por usuarios...). De este modo se da servicio al fin último pretendido por la Comunidad de Regantes, esto es, la facturación individualizada, lo que redunda en satisfacción por parte del regante y en ahorro de costes en la gestión del servicio.

- Inteligencia distribuida. Los datos obtenidos se acumulan en todos y cada uno de los componentes del sistema; con lo cual, en el caso de errores en la comunicación entre elementos o fallo de alguno de ellos, no hay pérdidas de los datos, que serán transferidos al punto de control

en el momento de restablecerse el funcionamiento óptimo del sistema. Esto hace que el sistema sea tolerante a los fallos que se pudieran ocasionar.

2 SONDAS DE HUMEDAD

2.1 INTRODUCCION

El riego es el factor principal en la producción y calidad de los cultivos en áreas de clima árido y semiárido. Para una gestión eficiente del agua en todo el perfil del suelo afectado por el riego es necesario, por tanto, el control del contenido de humedad en el suelo.

Para ello en este anejo se definirá:

- Principios de diseño y vialidad de las medias.
- Técnicas de establecimiento
- Establecer las especificaciones técnicas de los equipos a instalar.
- Metodología de lectura e interpretación de los datos y su aplicación

La medida a adoptar en este proyecto para el control de humedad en suelo es la del contenido volumétrico de agua en suelo (CVAS).

Esta medida recomienda la instalación de sensores en continúo basados en la constante dieléctrica o permisividad del suelo, dado que ésta se relaciona directamente con su contenido de humedad. Estos sensores se instalan a distintas profundidades con un registrador de datos que capturan la señal de los sensores, la almacenan y la transmiten de forma local o remota. Estos métodos no son destructivos y, aunque únicamente abarcan un pequeño volumen de suelo, bien calibrados a la solución del suelo, determinan con precisión, las dosis de riego o cantidad del agua de aplicación en un riego.

En la interpretación de los datos del contenido volumétrico de agua en suelo, hay que partir del hecho de que no debe exigirse una cifra exacta del CVAS dado que hay muchos factores que añaden incertidumbre a la precisión de la medida. Por ello, en el caso de que no se disponga de una calibración adecuada de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Se recomienda que el personal responsable de cada comunidad de regantes (CR) supervise la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados

y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un periodo de tiempo suficientemente representativo par a su posterior análisis.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas del contenido volumétrico de agua en el suelo y si estos valores superar el 40% de humedad, al ser muy elevados podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.

En resumen, la implantación por parte de las Comunidades de Regantes de las medidas descritas en la Directriz 1 permitirá reducir la cantidad de agua de riego sin afectar el estado hídrico del cultivo ni su producción, con el fin de mejorar la eficiencia del uso del agua y de reducir la lixiviación de nutrientes, mejorando así la sostenibilidad de los regadíos.

2.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO Y VIAVILIDAD DE LAS MEDIDAS

En este apartado se describen los requisitos de viabilidad en función del suelo y el cultivo.

Los aspectos más relevantes para la instalación y uso de los sensores son aquellos que dependen del suelo (características físico-químicas, textura y morfología del terreno)

Para conocer los suelos de la zona de proyecto nos hemos basado en el mapa de suelo del Instituto Geográfico Nacional.

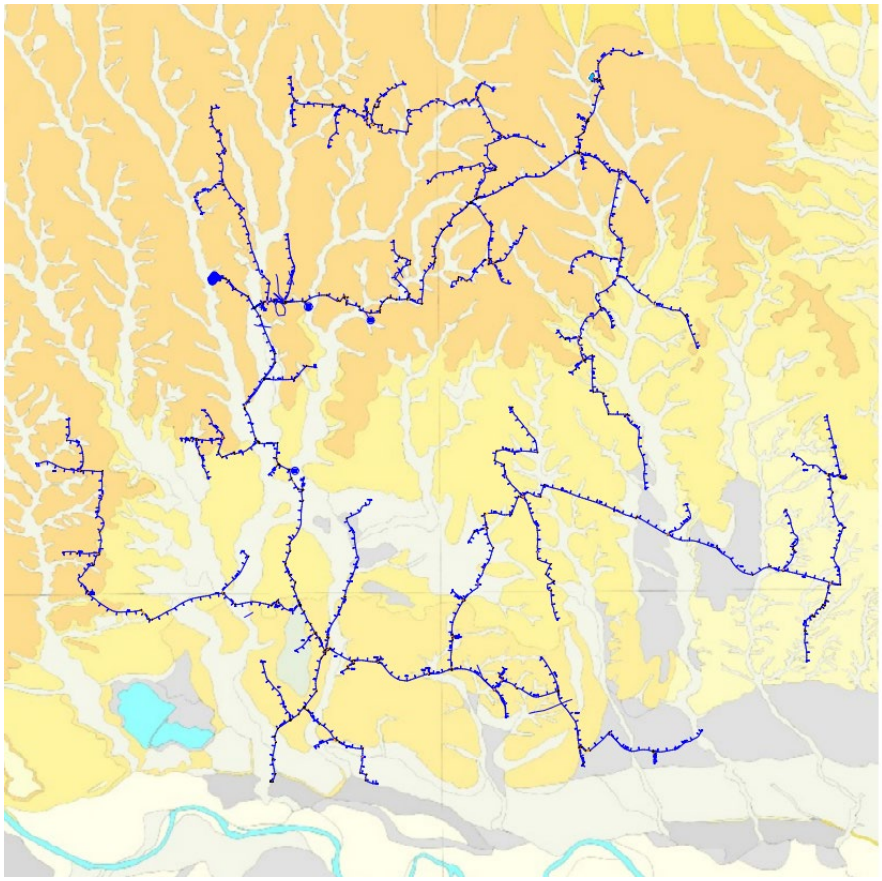


Imagen 4. Plano de suelos zona afectad por el regadío de Viana

La zona estudiada abarca una amplia área alrededor de la localidad de Viana, en la provincia de Viana.

En la zona se observan superficialmente depósitos cuaternarios de diferente naturaleza y espesor. Los más abundantes, son los depósitos coluviales y coluviales mixtos formados por arcillas algo arenosas y margas de colores ocre, anaranjado y marrón, con presencia de precipitados de carbonato, con existencia local de fragmentos de arenisca de tamaño inferior a 2mm. El espesor de estos materiales coluviales observados, sería superior a los 2,40m y estaría asociado a los depósitos de ladera y glacis procedentes del sustrato terciario

Localmente también se observan materiales del fondo de valle compuesto por arenas finas, arcillas arenosas y limos arcillosos de tonalidades entre ocre y marrón, con precipitados de carbonato de color ocre y niveles de poco espesor, principalmente en la base de gravas de arenisca de tamaño inferior a 3 cm.

Por último y como menos frecuente se observan materiales aluviales de llanura de inundación formados por arcillas algo limosas y limos arcillosos de colores marrón, ocre y rojizo, con un porcentaje variable de gramas

y gravillas de tamaño inferior a 5 cm de areniscas dispuestas en lentejones de entre 5 a 20 cm y a base del nivel con espesores de unos 40 cm.

Por todo lo dispuesto anteriormente se estima que en la zona a estudiar el suelo es arenoso, siendo los poros de gran tamaño y por ello, el agua circula con mayor facilidad, provocando que el bulbo húmedo tenga forma alargada.

2.3 TECNICAS DE ABASTECIMIENTO

2.3.1 APLICACIÓN DIRECTIVA 1

Se describe los detalles particulares en cuanto a la implantación de la medida a adoptar en los sistemas de riego y el diseño del sistema a nivel de comunidades de regantes.

Riego por goteo:

En todos los cultivos regados por goteo superficial y leñosos, se establecerán 3 unidades de equipos con sondas a diferente profundidad en cada punto de muestreo por cultivo y cada 50 ha. Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogéneo

Riego por aspersión.

En todos los cultivos regados por goteo superficial y leñosos. Se establecerán 3 unidades de equipos con sondas a diferente profundidad en cada punto de muestreo por cultivo y cada 50 ha. Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogéneo

Ampliación de la superficie regable total: 1053,12 ha.

La zona regable se abastece a partir de una toma del rio Ebro, realizándose dos sistemas hidráulicos completos (bombeo, impulsión y red de distribución y balsa) para abastecer las dos subzonas en que se divide la ampliación.

Las estimaciones realizadas arrojan la siguiente distribución de superficies por tipo de riego.

Riego localizado por goteo	Riego por aspersión

Superficie (ha)	**% sobre sup. total**	**Superficie (ha)**	**% sobre sup total.**
895,15	85%	157,97	15%

Tabla 1. Superficie de tipos de riego

Riego localizado por goteo: 85% (895,15 ha)

Riego por aspersión: 15% (157,97)

Los cultivos mayoritarios son

- Viñas (riego por goteo) 80%
- Olivos (riego por goteo) 15%
- Tierra de labor (cebada) 5%

Aplicando la Directriz Nº 1, se estima el número mínimo de equipos necesarios para cada zona de cultivo:

Nº equipos: Sup goteo- leñosos (ha) 3 equipos/50 ha = 895,15 X3/50 = 54 ud

Nº equipos: Sup aspersión- herbáceo (ha) 3 equipos/50 ha = 157,97 X3/50 = 9 ud

Se requiere un mínimo de 63 equipos de control de la humedad

Se han solicitado presupuestos a distintas casas comerciales para el suministro de los equipos de monitorización. Hay varias posibilidades en cuanto a las prestaciones de registro y envió de datos. El precio medio obtenido para cada punto de control en función del número de profundidades de medición, incluyendo accesorios necesarios para su correcto funcionamiento como la unidad datalogger, suministro, instalación y alquiler de software = 2.000,00€

SUPERFICIE TOTAL					
Tipo riego	Tipo cultivo	Superficie (ha)	Nº equipos	Precio medio(€/ud)	Coste medio (€)
Goteo	Leñoso	895,15	54	2.000,00	108.000,00
Aspersión	Herbáceo	157,97	9	2.000,00	18.000,00

Total		**1053,12**			**126.000,00**

Tabla 2. Superficie total de riego

Este presupuesto de 126.000€ supera el presupuesto disponible y acotado del proyecto para la instalación de sondas de humedad.

Por este motivo la distribución de sensores no puede ser aplicado en todo el perímetro de riego.

Se aplicará la recomendación de la propia directriz, para estos casos:

"Localizar una zona concreta en la que se pueda realizar una monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes, con una superficie de al menos el 25% del total de la comunidad. La zona elegida debe ser lo más representativa posible, englobando la máxima variabilidad de características físico-químicas del suelo y, también, de cultivos representativos de esa comunidad de regantes".

"Adicionalmente, cuando no se trate de una zona vulnerable a contaminación por nitratos, en esta parcela demostrativa se podrá reducir a 2 unidades de equipos cada 50 ha siempre que se instalen equipos que garanticen la máxima fiabilidad de las medidas"

Se aplica a una zona concreta la monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes en una superficie del 25%.

Según el servicio de infraestructura de datos espaciales ((IDE) la zona afectada por el proyecto no es vulnerable a contaminación por nitratos reduciendo a 2 unidades de equipos cada 50ha.

Se colocarán 2 unidades de equipos cada 50ha. Se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogénea de superficie.

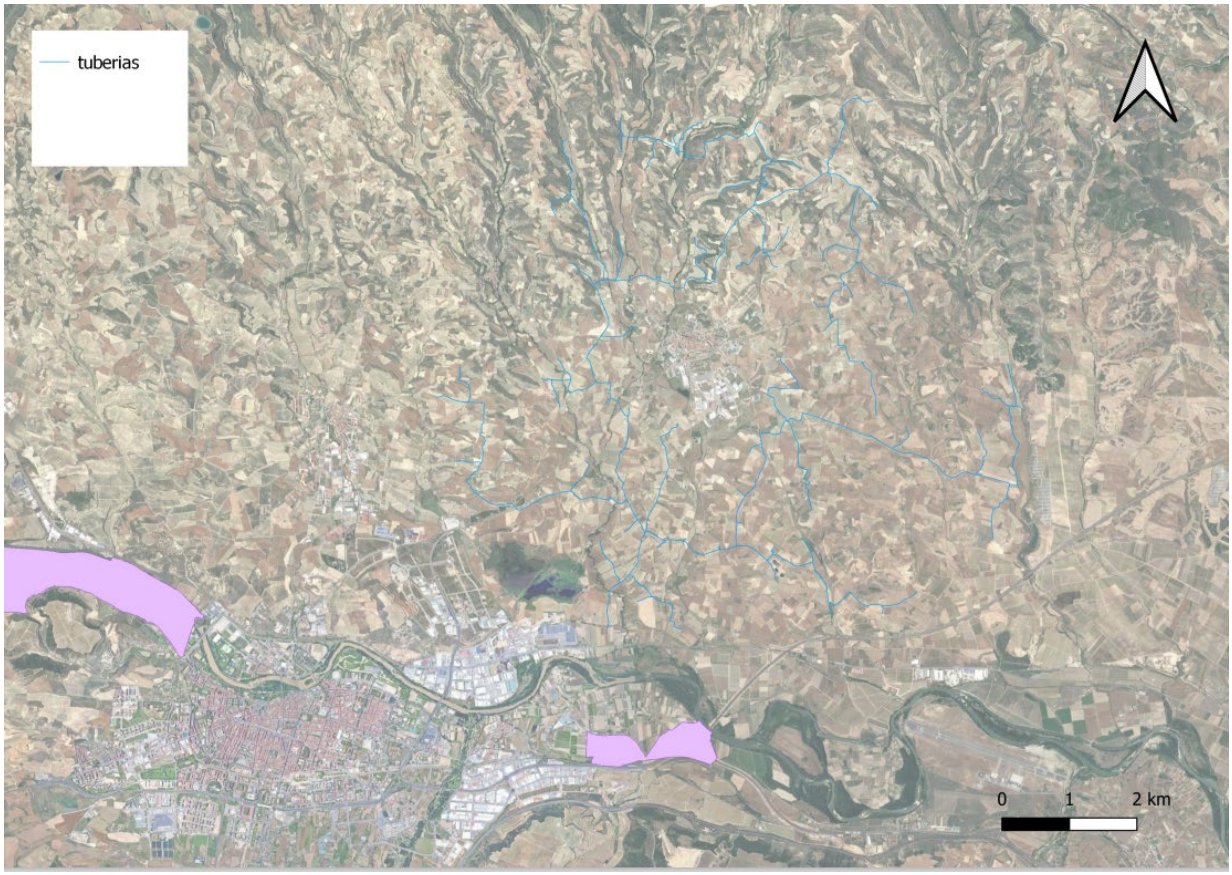


Imagen 5. Zonas vulnerables a nitratos

Quedando la estimación presupuestaria, y tomando como criterio el instalar al menos 2 equipos en superficies menores o iguales a 50 ha:

Nº equipos: Sup goteo- leñosos (ha) x 25%x 2 equipos/50 ha = 895,15x0,25 X2/50 = 9 ud.

Al instalar al menos 2 unidades de equipos cada 50 ha o menor, para riego por goteo en cultivo leñosos se instalarán **10 equipos a 3 profundidades.**

Nº equipos: Sup aspersión- herbáceo (ha)x 25% x2 equipos/50 ha = 157,97x0,25 X2/50 = 1 ud

Al instalar al menos 2 unidades de equipos cada 50 ha o menor, para riego por aspersión en cultivo herbáceo se instalarán **2 equipos a 2 profundidades.**

SUPERFICIE TOTAL					
Tipo riego	Tipo cultivo	Superficie x 25%(ha)	Nº equipos	Precio medio(€/ud)	Coste medio (€)
Goteo	Leñoso	223,78	10	2.000,00	20.000,00
Aspersión	Herbáceo	39,49	2	2.000,00	4.000,00
Total		**263,27**			**24.000,00**

Tabla 3. Coste medio

2.3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

- Sonda sin cables y con batería interna de alta capacidad.
- Diseño encapsulado.
- Forma puntiaguda para permitir una instalación fácil.
- Sensores precalibrados con posibilidad de configuración
- Envió de datos a internet vía GPRS.
- Resolución humedad = 1: 10000
- Precisión de humedad +/- 0.03% vol.

<u>Recomendaciones para la instalación</u>

• Evitar zonas no representativas (seleccionar las zonas representativas con la ayuda de mapas de CE aparente del suelo si es posible, en caso contrario, a través de la experiencia del agricultor).

• Realizar un riego copioso el día previo a la instalación para facilitar la introducción de las sondas en el suelo, aunque se debe evitar que el suelo esté totalmente saturado.

• Las sondas han de instalarse a aproximadamente entre 10-20 cm del gotero y sobre suelo nivelado para propiciar que el bulbo húmedo sea lo más simétrico y uniforme posible.

• Evitar, en la medida de lo posible, que existan bolsas de aire entre el suelo y la sonda, es decir, asegurar un contacto total entre las varillas y la matriz del suelo.

- Si en algún momento existe dificultad para introducir la sonda en el suelo, no golpearla para evitar dañar su electrónica.
- Usar la plantilla guía que suministra el fabricante para asegurar que las diferentes varillas se introducen de forma correcta en el suelo. Para fijar la guía a la pared del suelo se pueden utilizar clavos.
- Dejar lo más recta posible la pared del hoyo en la que se van a instalar las sondas para asegurar la correcta instalación de las mismas.
- En el caso de instalar varias sondas a diferentes profundidades, procurar que estén alineadas las unas con las otras. Asimismo, colocar primero la sonda situada a mayor profundidad y, por último, la situada más superficialmente. Por otra parte, se deben marcar los cables de tal manera que, una vez cerrado el agujero en el suelo, se sepa a qué sonda corresponde cada cable.
- Evitar la destrucción tanto de la estructura original del suelo como de raíces activas.
- Reconstruir el suelo manteniendo la estructura y las capas originales. Para ello, se debe destinar la tierra que se ha sustraído durante la formación del hoyo para usarla posteriormente para cubrirlo y de esta forma alterar lo mínimo posible las condiciones del suelo.
- A la hora de cubrir el hoyo, se hace necesario compactar gradualmente la tierra, para ello se debe proceder echando unas cuantas palas de tierra y posteriormente compactarla cuidadosamente. Es muy importante que el suelo tenga un nivel de compactación lo más similar posible al que tenía antes de realizar el hoyo, para evitar la formación de canales preferenciales de infiltración de agua.
- En el caso de que la tierra esté muy seca, se recomienda mojarla un poco para facilitar su compactación.
- Evitar que al cubrir el hoyo pueda caer alguna piedra que pueda dañar las sondas y señalizar la zona de instalación para evitar que nadie o nada la pise.
- Dejar un tiempo posterior de estabilización del suelo. Es decir, dejar pasar unos cuantos riegos antes de tomar los primeros datos.

2.3.3 METODOLOGIA DE LECTRUA E INTERPRETACION DE LOS DATOS Y SU APLICACION

Para la interpretación de datos lo que debe primar es la evaluación técnica y homologación de los equipos utilizados en cada caso en cuestión, creando un modelo de certificación de los datos obtenidos extrapolables a cualquier zona.

Es importante señalar que, en el caso de no disponer de una calibración de los sensores en el terreno en el que se instalen, se recomienda emplear valores relativos frente al máximo registrado (dividiendo las

lecturas del sensor entre el valor máximo registrado por el propio sensor durante la época de lluvias). Además, podemos indicar que la evolución en el tiempo de los registros que ofrecen estos sensores supone una valiosa información para determinar si el riego durante la campaña fue adecuado o no.

Se recomienda, para analizar los datos de contenido volumétrico de agua en el suelo, seguir los siguientes pasos:

Un personal responsable de cada Comunidad de Regantes debe supervisar la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un período de tiempo suficientemente representativo (por ejemplo, periodicidad bimensual) para su posterior análisis.

Tras el análisis de esta información, se podría conocer si se está llevando a cabo un uso óptimo de la información generada en la gestión del riego de la parcela del comunero de cada CR.

En este sentido, se debe presuponer que el personal técnico adaptará la toma de decisiones en la programación del riego a partir de las medidas que obtenga de los equipos, desechando o dando mayor valor a los sensores que él crea que peor o mejor están relacionándose con el estado hídrico y desarrollo del cultivo (se parte de la premisa de que el personal técnico siempre tiene en consideración las medidas de los sensores para la programación del riego).

A partir de dicha información, informen de las recomendaciones de riego al agricultor para que éste decida finalmente la dosis de riego a aplicar.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas de contenido volumétrico de agua en el suelo, y si estos valores superaran el 40% de humedad, al ser muy elevados (bajo la premisa de un suelo de textura franco-arcillosa y adecuada calibración a la solución del suelo) podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. En el caso de cultivos leñosos, la medida del sensor a la máxima profundidad (70-90 cm) sería de gran utilidad para poder tomar una decisión al respecto. En el caso de que no se disponga de una calibración de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Por ejemplo, si a 25 cm el valor máximo es 50%, una lectura de 40% supondría un 0.8. Cuando el valor de esta sonda baje de 0.7 se debería regar (no obstante, los umbrales deben fijarse dependiendo del cultivo y el tipo de suelo).

Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.

2.4 PUNTOS DE CONTROL

Los criterios para colocar los puntos de control serán:

- Colocar 2 unidades de equipos por cultivo y cada 50ha.

- Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de la unidad homogénea de superficie.

- En el caos de parcelas con una superficie reducida (<5ha), Estas se agruparán en unidades de hasta 50ha si contienen un mismo tipo de cultivo (leñosos o herbáceo) con necesidades hídricas similares.

- Se debe asegurar que el número de unidades de equipo sea proporcionado en cada cultivo cada unidad se instalara en puntos que abarque zonas con distintas características edafológicos y/o climáticas, si las hubiera dentro de un mismo tipo de cultivo.

- Si las parcelas de superficie reducida (<5ha) no contienen el mismo tipo de cultivo, se colocará, al menos un punto de muestreo por cultivo dentro de la misma parcela, siempre y cuando quede garantizada la homogeneidad del suelo (textura y ausencia de pendiente significativa.

Para cumplir la homogeneidad los puntos de muestreo serán los siguientes:

Riego por goteo:

Viñedo: 80% 8 puntos de muestreo

Olivo: 5% 2 punto de muestreo

Riego por aspersión:

Cereal: 15% 2 punto de muestreo

CEREALES

Punto de muestreo 1 y 2:

Grupo de riego	Superficie (ha)	Parcela muestreo	Cultivo	Unidad muestreo
140	6,74	A412	cereal	1
45	5.96	A325	cereal	12

LEÑOSOS (VIÑEDO Y OLIVOS)

Punto de muestreo 3 al 12:

Grupo de riego	Superficie (ha)	Parcela muestreo	Cultivo	Unidad muestreo
29B	6.15	A59	viñedo	2
24A	9.11	A358	viñedo	3
27	8.23	A393	viñedo	4
5	13.34	A237	viñedo	5
3	7.83	A365	viñedo	6
8B	5.78	A910	viñedo	7
112	9.37	A333	olivo	8
119	9.99	A270	viñedo	9
110	6.60	A409	viñedo	10
139	10.97	B151	viñedo	11