ANEJO Nº 8

AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

ÍNDICE

1 OBJETIVO E INTRODUCCIÓN 1

2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA 4

2.1 RED DE ALTA 4
2.2 RED DE BAJA 5

3 SISTEMA DE COMUNICACIONES. 6

4 CENTROS DE CONTROL 7

4.1 HARDWARE DEL CENTRO DE CONTROL 8
4.2 SOFTWARE CONTROL SCADA 8

5 AUTÓMATAS PARA EL CONTROL DE LA RED DE ALTA 9

6 PANTALLA TÁCTIL EN LA RED DE ALTA 10

7 UNIDADES REMOTAS EN CABEZALES DE FILTRADO 10

8 CONCENTRADORAS 13

9 ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DE RIEGO 13

9.1 NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO Y BY-PASS 13
9.2 LECTURA DE PRESIÓN EN LOS CABEZALES DE FILTRADO 14

10 ESTUDIO Y MODELADO COMUNICACIONES VÍA RADIO 15

11 ELEMENTOS DEL AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL 21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de control en red de alta 5

Tabla 2. Características puntos de control (Red baja) 6

Tabla 3. Tabla de unidades de obra 21

Tabla 4. Tabla de unidades de obra (II) 22

Tabla 5. Tabla de unidades de obra (III) 22

Tabla 6. Tabla de unidades de obra (IV) 23

Tabla 7. Tabla de unidades de obra (V) 23

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Configuración red de baja 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pantalla de Scada (I) 1

Figura 2. Pantalla de Scada (II) 2

Figura 3. Imagen software de control (I) 2

Figura 4. Imagen software de control (II) 3

Figura 5. Imagen software de control (III) 3

Figura 6. Imagen software de control (IV) 3

Figura 7. Ubicación de cabezales de filtrado a controlar 15

Figura 8. Visión de la remotas desde el extremo oeste de la comunidad 16

Figura 9. Visión de la remotas desde el extremo este de la comunidad 16

Figura 10. Perfiles estudiados 17

Figura 11. Perfil remota extremo oeste a remota extremo este (perfil rojo en la figura 10) 17

Figura 12. Perfil amarillo en la figura 10 18

Figura 13. Curvas de nivel de la C.R. Diferencia de altura entre curvas continuas es de 5 m. . 18

Figura 14. Radiolances 19

Figura 15. Radioenlaces de la remota del extremo oeste con la concentradora. 20

Figura 16. Radioenlaces de la remota del extremo noreste con la concentradora 20

Figura 17. Radioenlaces de la remota del extremo sureste con la concentradora 21

1 OBJETIVO E INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es dotar a las nuevas instalaciones de las infraestructuras de comunicaciones y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de los elementos diseñados.

Las instalaciones existentes cuentan con dos sistemas de automatización y telecontrol diferenciados que son:

- Control de red de alta.- La Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo gestiona la estación de bombeo del Sector e-1 que se corresponde con la estación de bombeo de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Dicha estación de bombeo está integrada en un sistema que controla el Canal de Montijo y las restantes estaciones elevadoras que en el existen. Se ubica en un centro de control en Montijo donde hay una aplicación Scada que controla todas las instalaciones de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. El scada está desarrollado sobre el software Wonderware en un servidor propio, contando con los códigos fuente ya que la Comunidad General ha realizado modificaciones sobre dicho scada después de haber sido entregado por la CHG. Además, tiene capacidad para soportar ampliaciones como las proyectadas. Concretamente el Scada tiene alguna pantalla para la estación de bombeo que abastece la Comunidad de Regantes de Guadiana como se muestra a continuación:

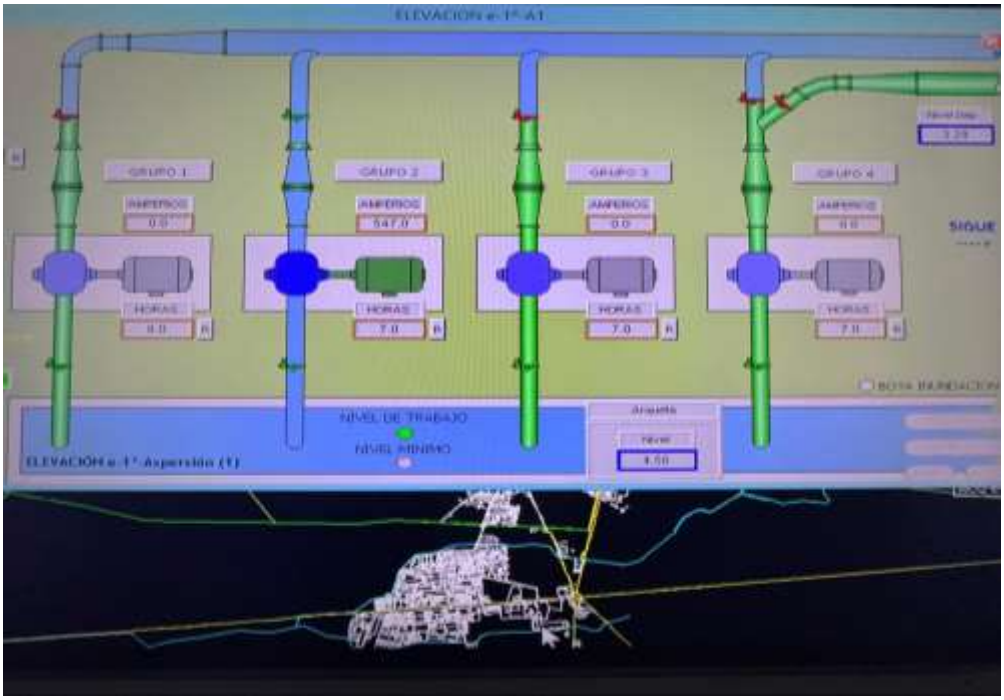


Figura 1. Pantalla de Scada (I)

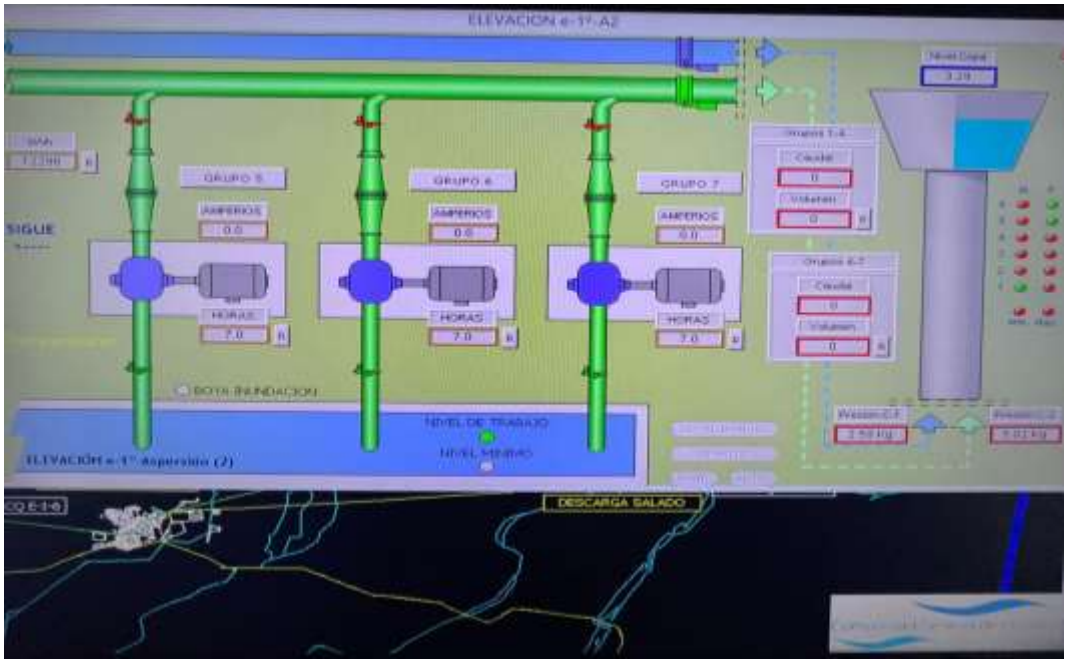


Figura 2. Pantalla de Scada (II)

- Control de red de baja. La Comunidad de Regantes de Guadiana tiene implantado un sistema de telecontrol vía radio con las que gestiona toda su red de hidrantes (mediante tecnología SKYreg de Regaber con protocolos de comunicación propiedad intelectual de Regaber). El centro de control se ubica en la sede de la comunidad en Guadiana. Dicho centro de control tiene el hardware y software necesario para todo el sistema y puede soportar las ampliaciones proyectadas.

  Algunas imágenes del software de control son las siguientes:

Figura 3. Imagen software de control (I)

Figura 4. Imagen software de control (II)

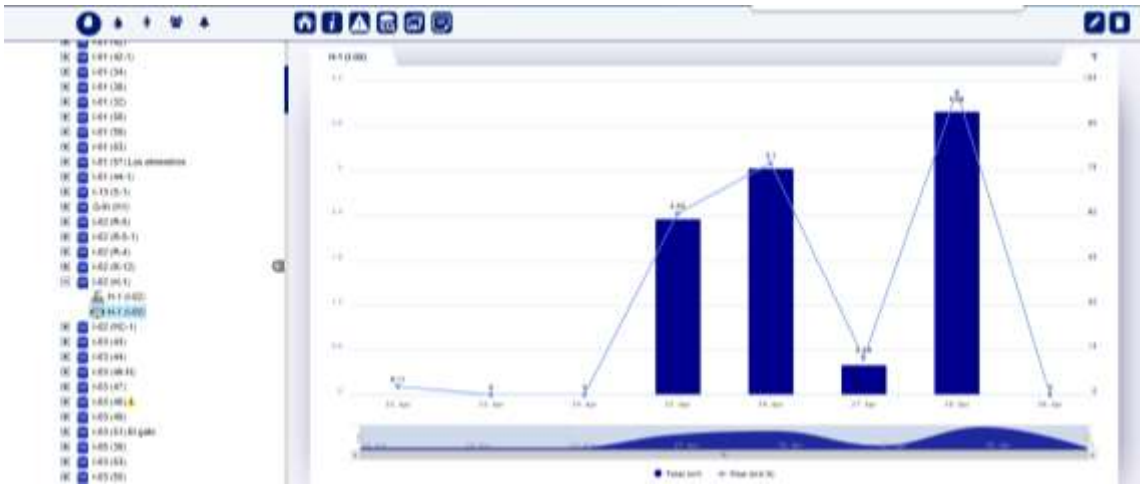


Figura 5. Imagen software de control (III)

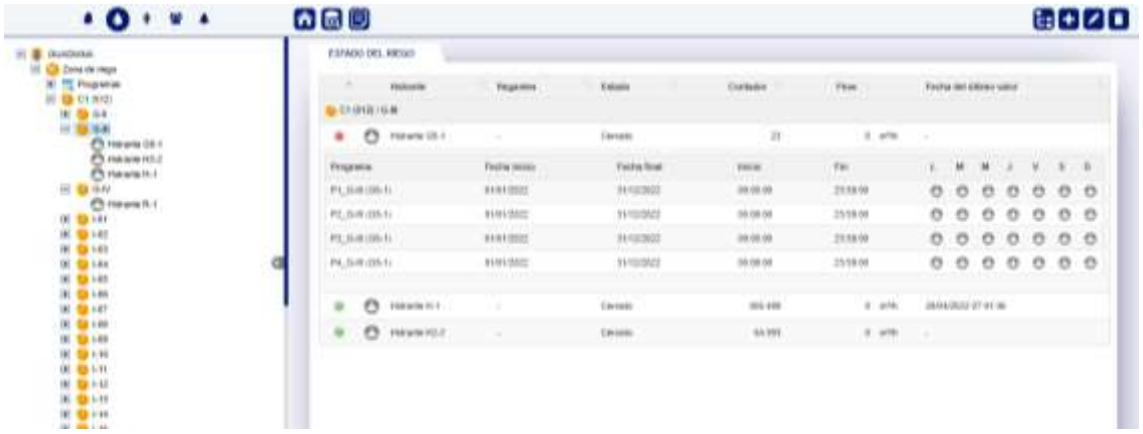


Figura 6. Imagen software de control (IV)

Como todos los sistemas instalados son recientes y están totalmente operativos, los nuevos elementos y/o software que se instalen con el presente proyecto **debe ser compatible tanto con el telecontrol existente en la Comunidad de Regantes de Guadiana como con el sistema de control de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo**. Para ello las unidades remotas a instalar en este proyecto deben ser operables con el sotfware de gestión y control ya implantado en la **Comunidad de Regantes de Guadiana** y, al mismo tiempo, el nuevo sotfware de gestión y Scada a implementar en la nueva estación de bombeo se tiene que integrar en el Scada en la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

El Sistema de Telecontrol estará formado por los siguientes elementos principales:

1. Centro de control de las instalaciones del Canal de Montijo en Montijo (ya existente).
2. Centro de Control ubicado en oficinas de la Comunidad de Regantes de Guadiana en Guadiana (ya existente).
3. Nueva estación de bombeo: Estación remota de control con autómata ubicada en la nueva estación de bombeo
4. Depósito elevado: Estación remota de control con autómata ubicada en depósito elevado.
5. Remotas en filtrados.- En cada filtrado donde se quiera controlar las presiones se instalará una remota.

El conjunto del telecontrol y, por tanto, la aplicación de control SCADA y 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».

2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Dadas las características de la red hidráulica y la gestión que se realiza por dos entidades distintas (Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo y Comunidad de Regantes de Guadiana) la arquitectura del telecontrol está formada por varios subconjuntos, que formaran una red de alta y una red de baja.

2.1 RED DE ALTA

Los puntos de control de RED DE ALTA cuentan con autómatas, con altas prestaciones de procesamiento de señal y consumo bajo. Se dispone de suministro eléctrico convencional 230/400V.

A través del Canal de Montijo llegará el agua hasta la nueva estación de bombeo y desde ella se distribuye el agua hacia el depósito elevado y toda la red de riego. La red de alta se corresponde con las instalaciones gestionadas por Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

Los puntos de control serán los siguientes:

Tabla 1. Puntos de control en red de alta

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE ALTA		
ID	**INSTALACIÓN**	**CONTROL PRINCIPAL**
BOMBEO	**NUEVO BOMBEO**	- Lectura Nivel cantara de aspiración - Boyas máximo-mínimo - Control de 3 Bombas (3 variadores de velocidad). - Sondas PT-100 - Resistencias de caldeo - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas (4): pertura/Cierre. - Lectura Presión en salida impulsion - Lectura detector de flujo (3)
PURO	**DEPOSITO ELEVADO**	- Actuación Válvulas de Corte Motorizadas (4): pertura/Cierre - Lectura presión aguas arriba y aguas abajo de válvula de corte del by-pass(2). - Lectura Caudalímetro (2) - Lectura Nivel deposito (2)

En el deposito elevado las nuevas instalaciones a controlar son solo una válvula motorizada, un caudalímetro y los dos transductores de presión. El resto de elementos son los ya existentes que incluirán en el nuevo PLC que sustituye al que hay en la actualidad.

2.2 RED DE BAJA

Para la RED DE BAJA se utilizan concentradoras y remotas para control de hidrantes o elementos en la red de riego de bajo consumo, cuyo diseño específico minimiza la necesidad de consumo de energía eléctrica, y que por tanto son las más adecuadas para su utilización en campo abierto. Estas requieren una alimentación mínima al estar optimizado su diseño en ese sentido, realizada con pilas convencionales. Esto permite un sondeo frecuente de las remotas.

La instalación prevista se trata de una ampliación de la existente con remotas totalmente compatibles con las existentes e integradas en las concentradoras también existentes.

Tienen los siguientes elementos a controlar:

Tabla 2. Características puntos de control (Red baja)

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE BAJA		
ID	**INSTALACIÓN**	**CONTROL PRINCIPAL**
REM01 a REM36	**Remota nº 1 a nº 36**	- Actuación Válvulas Hidráulicas (1): Apertura/Cierre. - Lectura contador (1). - Lectura de presión (2)
CON01 a CON03 (*)	**Concentradora nº 1 a nº 3**	- Concentran la comunicación de varias remotas y comunican con el Centro de Control

(*) Las tres concentradoras ya están instaladas y operativas junto a la red de control de los hidrantes de la C.R. de Guadiana.

3 SISTEMA DE COMUNICACIONES.

Todo el sistema de comunicaciones existe en la actualidad, luego los nuevos elementos proyectados se integrarán en él. Distinguimos dos niveles claramente diferenciados:

- COMUNICACIÓN Centro de Control Montijo – RED DE ALTA.

Se corresponde con el sistema de comunicaciones que controla todos los puntos del Canal de Montijo y que lleva la información hasta la sede de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. Todos los puntos están unidos por una red de fibra óptica.

Esta red llega hasta la estación de bombeo que abastece a la Comunidad de Regantes de Guadiana y hasta el depósito elevado hasta donde se bombea el agua. Por tanto, lo único que se tendrá que ejecutar con este nuevo proyecto es la conexión mediante fibra óptica de la nueva estación de bombeo con la existente (que son escasos metros pues están contiguas en el mismo recinto).

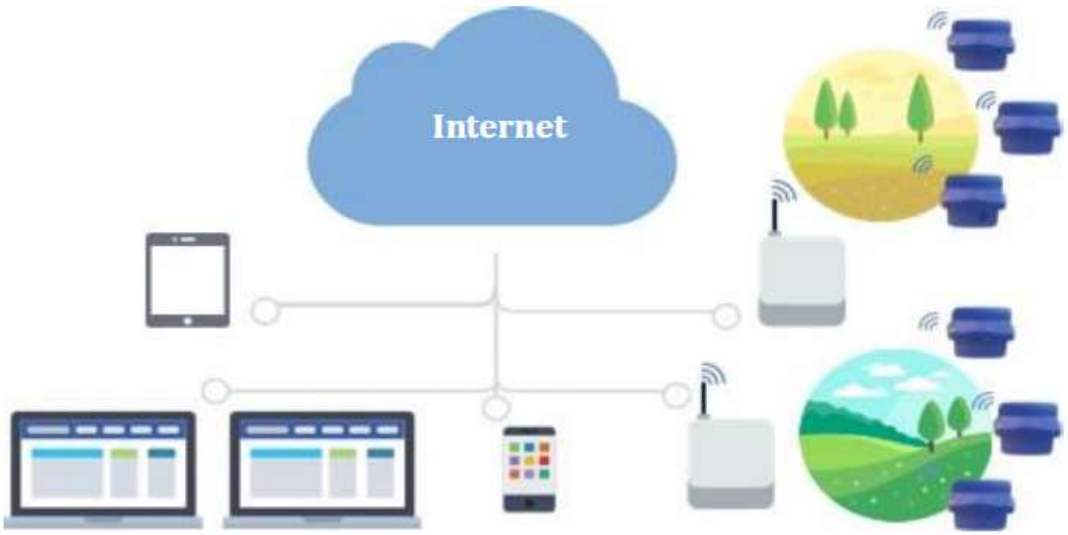
- COMUNICACIONES Centro de control Guadiana - RED DE BAJA.

Las remotas de control de la Red de Baja comunican mediante radio con licencia a frecuencia 433-451 MHz, a 500 mW de potencia de transmisión, con las estaciones concentradoras (ECC),

que realizan la función de enrutar las comunicaciones recibidas desde el Scada del Centro de Control a la remota de campo correspondiente y viceversa.

La comunicación entre la Unidad Concentradora y las unidades remotas que controla es constante, por lo que ésta conoce el estado de sus unidades remotas en tiempo real, tanto de sus salidas como de sus entradas digitales (volumen de contadores y caudal) y variables analógicas (presión, temperatura, humedad, etc.). La calidad de la radio y el eficiente protocolo de comunicaciones deben garantizar un consumo energético muy bajo. La comunicación entre las concentradoras y el centro de control se realiza mediante GPRS.

El esquema de configuración final de la instalación queda estructurado de la siguiente forma:



Esquema 1. Configuración red de baja

4 CENTROS DE CONTROL

Como ya se ha indicado anteriormente existen dos centros de control:

1. Centro de control de las instalaciones del Canal de Montijo en Montijo (ya existente).
2. Centro de Control ubicado en oficinas de la Comunidad de Regantes de Guadiana en Guadiana (ya existente).

Se analiza a continuación las modificaciones a realizar en ellos para integrar las nuevas instalaciones proyectadas.

4.1 HARDWARE DEL CENTRO DE CONTROL

Los dos centros de control cuentan con todo el hardware necesario. Luego no se incluye ninguna actuación en el presente proyecto.

4.2 SOFTWARE CONTROL SCADA

En cada centro de control existe una aplicación que controla las instalaciones existentes y ambos tienen capacidad para soportar ampliaciones para gestionar nuevas instalaciones.

Se proyectan las siguientes modificaciones:

- Centro de control en Montijo de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. Se modificará el scada existente creando pantallas que integren las nuevas instalaciones:

  1. Nueva estación de bombeo. Se añadirá una pantalla para la nueva estación de bombeo que integre:

     - Regulación de la estación de bombeo, con arranque y parada y cambio de consignas de los variadores desde el Centro de control
     - Control de caudales
     - Representación de curvas de tendencia
     - Visualización y reconocimiento de alarmas de estado
     - Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
     - Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
     - Estado de sistemas de comunicaciones

  2. By-pass. El by-pass se integrará junto a la pantalla existente del depósito elevado, ya que físicamente están en el mismo sitio y su funcionamiento tiene que ser coordinado.

     - Control de caudales
     - Visualización y reconocimiento de alarmas de estado
     - Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
     - Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
     - Estado de sistemas de comunicaciones

- Centro de control de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Se modificará el scada existente incluyendo una nueva pantalla para la lectura de presión de las 36 remotas a instalar. Se incluirán en módulo GIS y se crearán alarmas asociadas a niveles de presión que pueda definir la Comunidad.

5 AUTÓMATAS PARA EL CONTROL DE LA RED DE ALTA

Para el control de la Red de Alta en nueva estación de bombeo y Depósito elevado-bypass se utilizarán autómatas programables industriales, dando a estos puntos la robustez, capacidad de procesamiento y configuración modular necesarias. El consumo de este tipo de autómatas es más elevado que las remotas de control de la Red de Baja (Tomas), por lo que necesitan alimentación eléctrica.

A continuación, se describen las principales características de estos autómatas:

- PLC estándar de mercado, con carácter modular para permitir posibles ampliaciones futuras.
- Máximo 1024 E/S discretas+256 Analógicas
- Tarjeta SD de Almacenamiento
- Comunicaciones
    - Puerto Ethernet (Modbus TCP), Puerto Modbus (485/422) Enlace serie sin aislar RJ45 modo de caracteres, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 2 pares trenzados blind. en 0,3...19,2 kbit/s duplex total
    - Enlace serie sin aislar RJ45, maestro/esclavo Modbus, RTU/ASCII, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 1 par trenzado blindad en 0,3...19,2 kbit/s dúplex med.
    - Porta USB en 12 Mbit/s
    - Ethernet TCP/IP RJ45, modo transmisión: 1 par trenzad en 10/100 Mbit/s
- Memoria
    - RAM interna 4096 kB
    - RAM interna 256 kB datos
    - RAM interna 3584 kB constantes simbolos programa
- Programación según estándar internacional IEC 1131-3.
- Reloj de tiempo real.
- Modo de comunicación poolling y gestión interna de alarmas.
- Puerto auxiliar para conexión directa desde PC.
- Monitorización en tiempo real de entradas/salidas desde PC.
- Tensión de alimentación 24 VDC.

- Sincronización de los relojes internas de los autómatas con la hora del Puesto Central (Servidor).

6 PANTALLA TÁCTIL EN LA RED DE ALTA

Con el objeto de operar en la nueva estación de bombeo y desde el depósito-bypass, a cada autómata programable se le dotará de una pantalla Táctil HMI de 12" para el control local sin necesidad de acceder al SCADA. La pantalla táctil será del tipo:

- TERMINAL 12.1'' COLOR SVGA ETHERNET.
- Tamaño de pantalla 12.1 Pulgada
- LCD TFT a color retroiluminada
- 800x600 pixels SVGA
- Tensión de alimentación 24 VDC

7 UNIDADES REMOTAS EN CABEZALES DE FILTRADO

El sistema de telecontrol existente será ampliado con 36 remotas inteligente de Radiofrecuencia (RF). El sistema de Telecontrol diseñado, permite consultas inmediatas a una remota de control, envío de mensajes en difusión ancha (broadcast), sincronización de todas las remotas, además permite la posibilidad de establecer múltiples sesiones de comunicación en un solo canal radio que permitan la telecarga de modificaciones en el software de las estaciones remotas, de los parámetros de funcionamiento, incluso supervisar el estado de la estación consultando sus estadísticas de comunicación, estado de E/S, detector de intrusismo, valores de memoria etc. para evitar desplazamientos al sitio de personal.

La Unidad Terminal Remota o nodo de riego será un equipo terminal inteligente con capacidad para el control de hidrantes de riego. Permitirá comunicaciones vía radio en banda UHF 433-451 MHz considerada de uso ICM (Industrial, Científico y Médico) y, por tanto, con licencia cuando nos atenemos a la normativa UN-39 del CNAF (Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias). La Comunidad de Regantes tiene legalizada la licencia en esa frecuencia, pues todo el sistema existente trabaja en 433-451 MHz.

La terminal remota base del sistema será un módulo de control de nodo de riego que permite el control vía radio de 2 solenoides (ampliable a 10), 3 entradas digitales (ampliable a 12), dos lecturas de presión (analógica) y estará diseñada para conseguir un consumo eléctrico mínimo.

Las remota tendrá capacidad para actuar con completa autonomía, independientemente que la comunicación esté o no establecida, almacenando datos con fecha y hora y ejecutando programas de riego que tenga programados. Serán totalmente compatibles con las ya existentes para el control de hidrantes.

Las características y capacidades básicas de la terminal remota son:

- Control sobre 2 válvulas pilotadas por solenoide biestable, a dos o tres hilos, común positivo o negativo (ampliable hasta 10).
- Repetición interna de orden: configurable de 0 a 15 veces separada por un tiempo también configurable.
- Detección de fallo de apertura/cierre mediante comprobación de pulsos del contador.
- Cálculo local de caudales a partir de la medida del intervalo de tiempo entre pulsos de contadores.
- Tele-lectura de hasta 3 contadores volumétricos que incorporen emisor de pulsos. Entradas de impulsos de contador por contacto seco, libre de tensión (ampliable hasta 12).
- Frecuencia máxima de cuenta de pulsos con filtrado de rebotes de señal: 2,5 Hz.
- Acumulador de hasta 99999999 de pulsos por contador con aviso de desbordamiento.
- Los valores se conservan en memoria no volátil (no se pierde la cuenta por el cambio de pilas).
- Programas de riego por tiempo y/o volumen para cada toma, con apertura/cierre automática programada.
- Incorpora reloj–calendario de tiempo real RTC y gran capacidad de memoria para almacenamiento local del programa de turnos y/o sectorización.
- Hasta 8 turnos diarios, por cada día de la semana, por válvula; (total de 32 turnos por remota).
- Habilitación y deshabilitación de turnos.
- Incorpora 2 Entradas Analógicas de 16 bits de resolución.
- Precisión de medida de Entrada Analógica del 0,2 %.
- La señal analógica puede ser de tipo 0-20 mA, 4-20mA
- Alimentación para sensores generada internamente en la propia remota, conmutable y programable desde 9 hasta 24V.
- Cada vez que la unidad RemRF-4 realiza la lectura de una medida analógica se activa el elevador de tensión, se conecta la alimentación, se realiza la medida y se vuelve a desconectar para minimizar el consumo.
- Lectura de EA periódica configurable. Se configura la duración de la medida (según el tiempo de estabilización del sensor) y el intervalo entre muestras.

- Las 12 entradas digitales volumétricas pueden funcionar indistintamente como entradas digitales adicionales de uso general. Entradas por contacto libre de potencial (para p.e. detectores de flujo, presostato ó detector de intrusismo).
- Módulo radio-módem diseñado para alta fiabilidad, gran alcance y consumo ultra bajo.
- Memoria no volátil para acumuladores de contadores, registro de eventos, almacenamiento de datos y configuración de la remota.
- Registrador tipo Data Logger con registro en memoria circular no volátil de hasta 554 posiciones.
- Distintos tipos de alimentación soportados por la remota:

  - ✓ Pack de 2 Pilas de 3,6 v de 3 Ah. Duración con una actividad normal de 4-5 años (en el presente proyecto se elige este sistema).
  - ✓ Solar fotovoltáica para puntos concretos: Panel solar 5W regulador y batería recargable (2-18 Ah)

- Datos de Consumo:

  - ✓ Consumo de corriente sin actividad: 1,6 mAH por día
  - ✓ Consumo en modo escucha: 40 µA

- Rango de Temperatura de Operación: - 20º / +70ºC
- Aviso de cambio de pilas con varios meses de antelación, configurable en aplicación SCADA en el Centro de Control.
- Telecarga del firmware desde el centro de control
- Estanqueidad de la envolvente IP65

Los elementos incorporados a la remota encargados de realizar el enlace de comunicación vía radio son los siguientes:

- ➢ Radio-modem modulo Base: Este módulo radio está integrado dentro de la caja estanca de la propia remota, y conectado a ésta a través de conexión RS232 ó I2C con la placa CPU de dicha remota
- ➢ Antena de RF que será omnidireccional, ya que repite la señal de la remota a la concentradoras, es una antena de radiofrecuencia directiva diseñada para la banda de 440-455 mHz.

Todas las remotas comunican con las concentradora. Esta concentradora, a través del switch industrial, se enlaza con el router 3G-4G VPN, y envía/recibe los datos del Scada del Centro de Control a través del túnel VPN.

8 CONCENTRADORAS

En la instalación actual ya existen 3 concentradoras ubicadas en el interior de la zona regable de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Estas 3 unidades concentradoras se encuentran ubicadas en el piso superior del depósito elevado, también denominado puro

Hecho el estudio de coberturas (se recogen en el Epígrafe 10 de este anejo), se concluye que las nuevas 36 remotas se podrán integrar sin problema en la 3 concentradoras ya existentes, por lo que no es necesario proyectar ninguna adicional.

9 ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DE RIEGO

Desde los centros de control se podrá supervisar y actuar sobre todas las instalaciones de riego.

9.1 NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO Y BY-PASS

Las nuevas bombas tomarán el agua de la misma cántara que alimenta las ya existentes. Se controlará su nivel mediante una sonda de nivel. También hay instaladas en dicha cántara 2 boyas, una de máximo y otra de mínimo que enviarán una alarma en caso de activarse.

Se controlarán los 3 grupos moto-bombas con medidas de temperatura y resistencia de caldeo accionadas con variadores eléctricos mediante señales digitales y comunicación modbus RTU. Se tomará la lectura del transductor de presión de la impulsión y de los detectores de flujo tras cada bomba. Se actuará sobre las cuatro válvulas de corte motorizadas a la salida de bombas.

En el by-pass se actuará en la apertura-cierre de la válvula motorizada que lo habilita y se tomará la lectura del cuadalímetro y de los transductores de presión a instalar. En el nuevo PLC a disponer se integrarán los elementos ya existentes en dicho depósito que son: tres válvulas motorizadas (cabezal tipo Auma), dos sondas de nivel continuo y un caludalímetro de ultrasonidos.

El PLC de la nueva estación de bombeo se instalará en el cuadro de control que se proyecta en dicha estación y se comunicará con el PLC de la estación de bombeo existente.

Es fundamental para el funcionamiento del sistema de bombeo proyectado la comprobación constante del caudal bombeado por las nuevas bombas y las lecturas de los transductores de

presión para poder fijar en cada momento el punto de funcionamiento de las bombas y poder mandar las consignas correspondientes a los variadores de frecuencia que comandan las bombas.

En ambos cuadros se instalarán y programarán terminales HMI de 12” para el mando local. A estas pantallas se podrá acceder mediante modem GPRS tanto para visualizar como para operar sobre las consignas.

9.2 LECTURA DE PRESIÓN EN LOS CABEZALES DE FILTRADO

Mediante un sondeo frecuente de las remotas, programado de manera que mantenga una larga vida útil de las pilas, se tomará lectura de presión aguas arriba y abajo de los cabezales de filtrado para monitorizar la presión en la red de riego. Con esta lectura se podrá saber si se están produciendo unas pérdidas de carga elevadas en algún filtrado por suciedad excesiva, produciéndose alarmas para que la comunidad de regantes pueda actuar.

10 ESTUDIO Y MODELADO COMUNICACIONES VÍA RADIO

El relieve de la Comunidad es muy suave, ideal para la comunicación radio. De hecho, ya tiene un sistema de telecontrol con comunicaciones vía radio funcionando satisfactoriamente. Todas las remotas ya instaladas están comunicadas con tres concentradoras. Cada concentradora admite 128 remotas y en la actualidad ninguna de ellas cubre más de 100 remotas.

Como las nuevas remotas quedan dentro de la zona regable, entre el resto de las ya existentes, no habrá ningún problema en que las tres concentradoras existentes den cobertura a las 36 nuevas remotas (ni por capacidad ni por comunicaciones).

Los 36 cabezales de filtrado donde se tomarán lecturas de presión se muestran en la siguiente figura. También se han obtenido perfiles para comprobar el relieve de la comunidad.

Figura 7. Ubicación de cabezales de filtrado a controlar

Figura 8. Visión de la remotas desde el extremo oeste de la comunidad

Figura 9. Visión de la remotas desde el extremo este de la comunidad

Figura 10. Perfiles estudiados

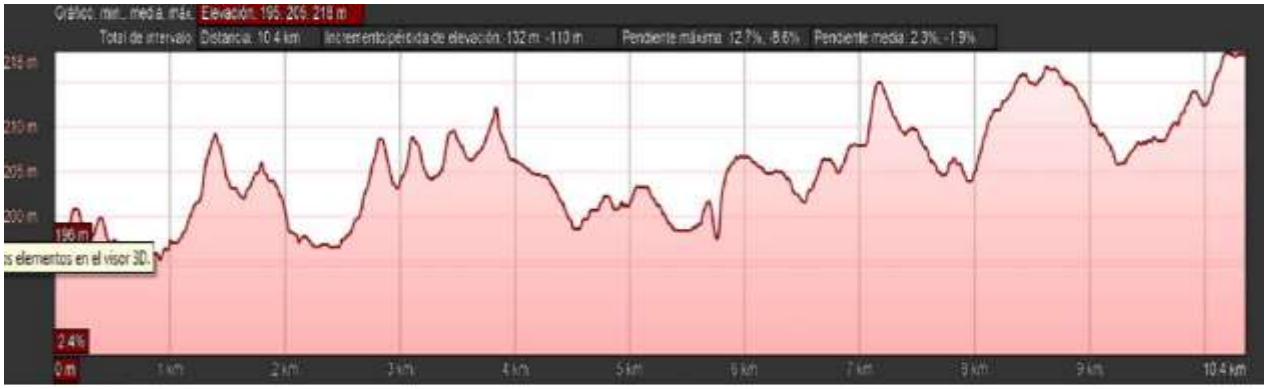


Figura 11. Perfil remota extremo oeste a remota extremo este (perfil rojo en la figura 10)

El extremo oeste a la izquierda y los hidrantes de la zona en el extremo derecho. En los 10,4 kilómetros de perfil, hay una diferencia altitud de apenas 10 metros entre el punto más alto y más bajo.

Figura 12. Perfil amarillo en la figura 10

La zona oeste del perfil se encuentra a la izquierda y la zona este en la derecha del perfil de elevación. En 6,3 kilómetros de perfil, el nivel va ascendiendo de forma continuada observándose unas pequeñas ondulaciones que no superan los 10 m.

Por tanto, con este relieve y la distribución de remotas se mantendrá el mismo sistema de comunicación ya existente y las 36 nuevas remotas se integrarán en las tres concentradoras que están en funcionamiento.

En el caso que nos ocupa, las 36 unidades remotas a controlar se encuentran distribuidas por una superficie que no supera los 14 kilómetros de extremo a extremo. Por número de unidades remotas, bastaría con una única unidad concentradora. Entre el depósito elevado, donde se encuentran las unidades concentradoras y la unidad remota más alejada, situada en el extremo oeste existen 5,9 km. Se trata de una distancia grande, pero las características de las radios de los equipos garantizan la comunicación siempre que la orografía sea llana y sin obstáculos

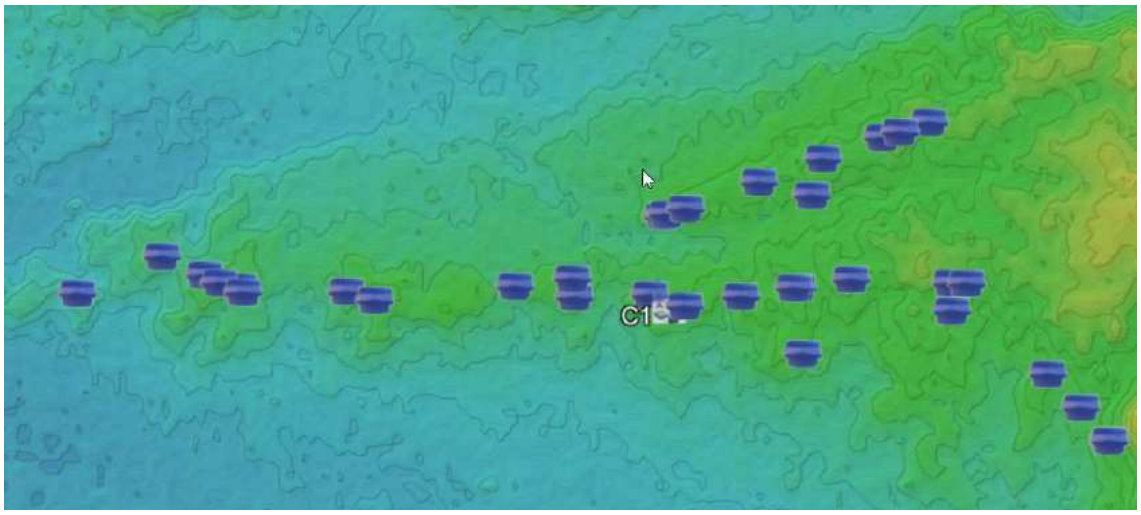


Figura 13. Curvas de nivel de la C.R. Diferencia de altura entre curvas continuas es de 5 m.

En la figura anterior se muestran las curvas de nivel de la Comunidad de Regantes. Aparentemente, tal y como se observa en la imagen, donde la diferencia de altura entre las curvas de nivel es de 5 metros, el relieve es muy suave y tan sólo se observan unas pequeñas ondulaciones que en modo alguno afectarán a las comunicaciones radio.

Pese a que el relieve es muy plano, la distancia entre las unidades remotas más alejadas y el depósito elevado donde se encuentran las unidades concentradoras, es muy elevado. Por esa razón se van a mostrar las coberturas obtenidas y se van a analizar los radioenlaces entre la unidad concentradora y todas las unidades remotas ubicadas.

Rango de frecuencia: 433-455 MHz La Comunidad de Regantes tiene legalizada la licencia en esa frecuencia, pues todo el sistema existente trabaja en esa banda.

Unidad concentradora:
- Potencia de transmisión: 2 W.
- Altura de la antena: 30 m.
- Ganancia de la antena: 2 dBi.

Unidad remota:
- Potencia de transmisión: 0,5 W.
- Altura de la antena: 3 m.
- Ganancia de la antena: 2 dBi.

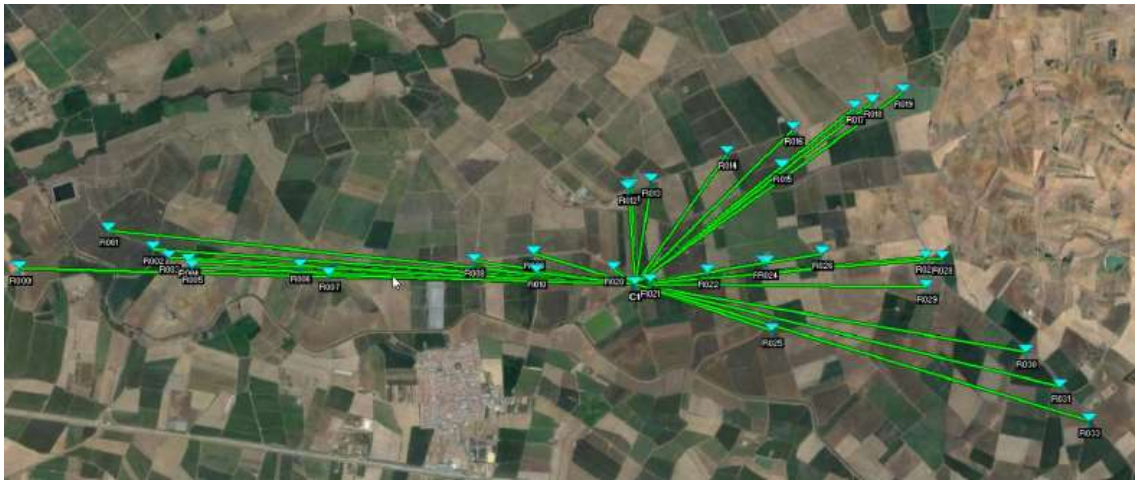


Figura 14. Radiolances

Finalmente se muestra el análisis de algunos de los radioenlaces existentes entre la unidad concentradora y tres unidades remotas más alejadas.

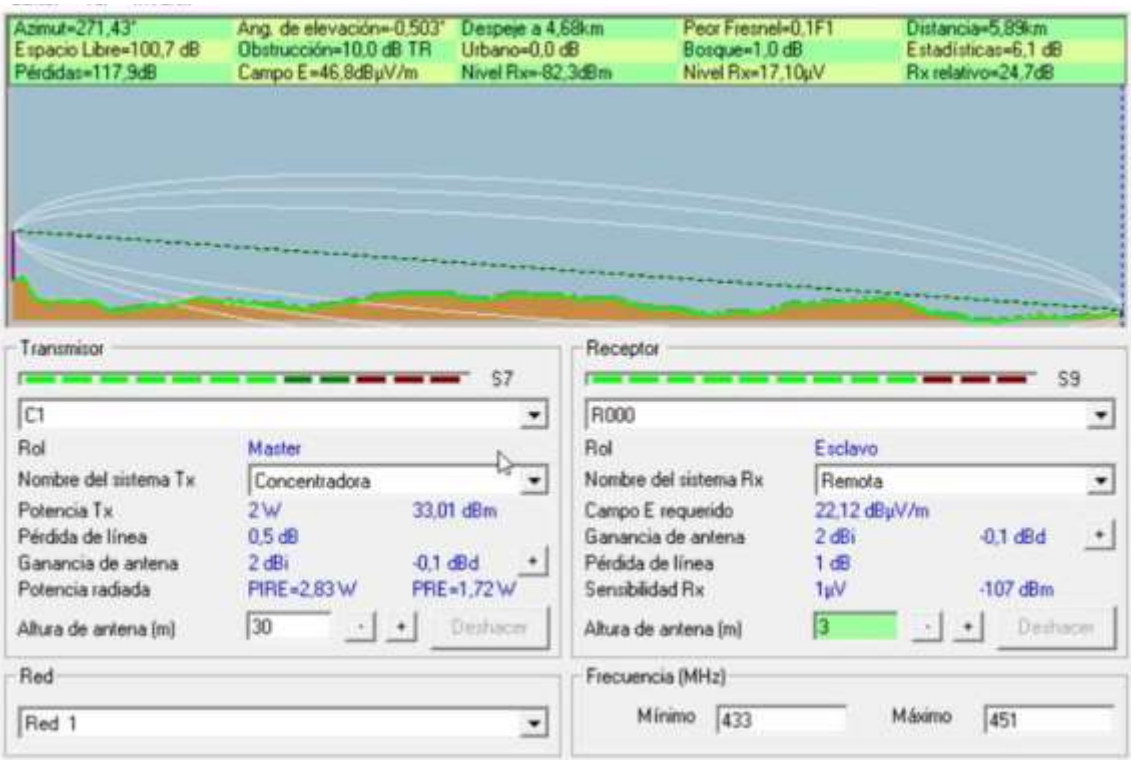


Figura 15. Radioenlaces de la remota del extremo oeste con la concentradora.

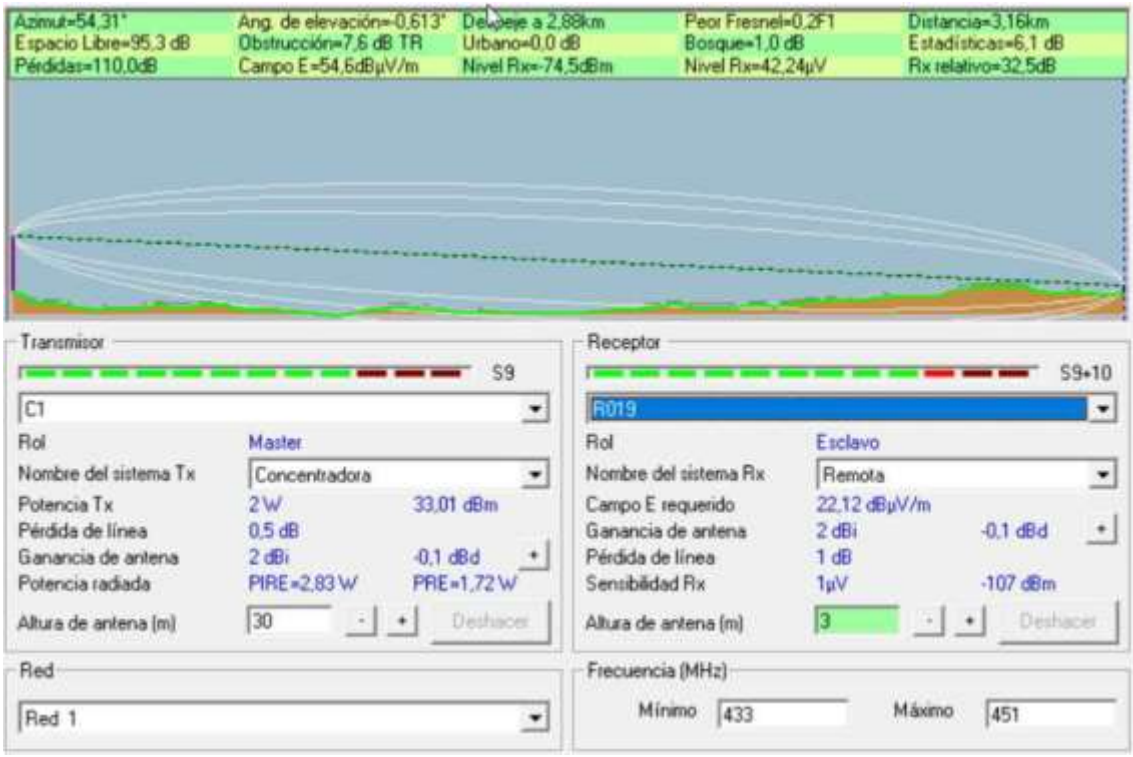


Figura 16. Radioenlaces de la remota del extremo noreste con la concentradora

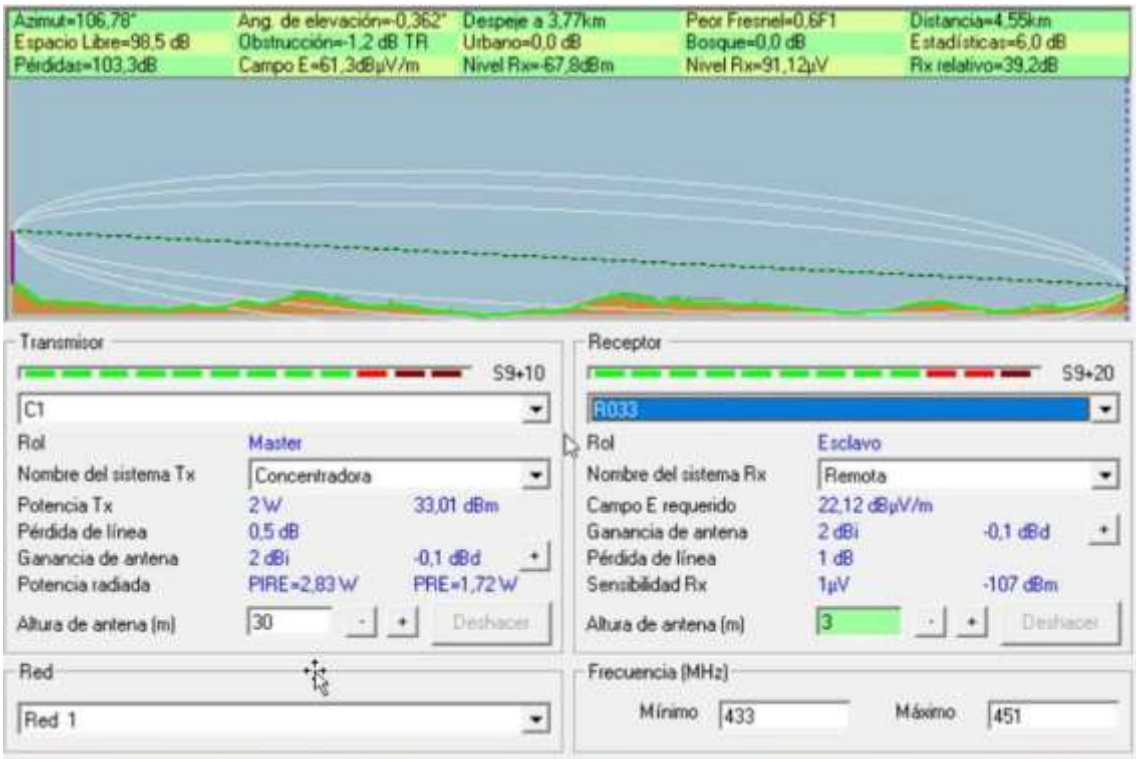


Figura 17. Radioenlaces de la remota del extremo sureste con la concentradora

En los tres casos la visibilidad y los niveles de señal son excelentes. Las pruebas realizadas demuestran que se podrá dar cobertura a todas las unidades remotas desde las unidades concentradoras instaladas en el depósito elevado.

11 ELEMENTOS DEL AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

A continuación, se enumeran las unidades de obra a ejecutar para llevar a cabo el sistema de telecontrol y automatización proyectado.

1. Actuaciones a realizar en el centro de control en la sede de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

   En este centro de control se adecuará el software existente para dar cabida en el scada a las nuevas instalaciones. Las unidades contempladas son:

Tabla 3. Tabla de unidades de obra

Unidad de Obra	Unidades
Adecuación scada centro control Canal Montijo	1

2. Elementos para automatización de la nueva estación de bombeo.

   En la nueva estación de bombeo existirán una serie de elementos que hay que automatizar y telecontrolar. El principal elemento es el armario que alojará el PLC y el panel táctil de control. Este PLC contendrá el software de control del bombeo. Se incluye un transductor de presión, fluostatos, boyas de nivel, sondas de nivel, switch de fibra óptica y pantalla HMI programada.

Tabla 4. Tabla de unidades de obra (II)

Unidad de Obra	Unidades
PLC para nueva estación de bombeo. Instalado y programado	1
HMI 12" TFT estación bombeo. Instalada y programada	1
Puesta en marcha de la nueva estación de bombeo	1
Switch ethernet - fibra optica instalado	1
Sonda Piezorresistiva 0-20 mA 1 a 10 mca	1
Boya de nivel de máximo-mínimo para cántara	2
Transmisor de presión instalado	1
Flujostato en impulsión instalado	3

3. Elementos para automatización del depósito elevado y del by-pass.

   En el by-pass existirán una serie de elementos que hay que automatizar y telecontrolar. El principal elemento es el armario que alojará el PLC y el panel táctil de control. Este PLC contendrá el software de control del by-pass y comunicación con el nuevo bombeo. Se incluye dos transductores de presión y un caudalímetro.

Tabla 5. Tabla de unidades de obra (III)

Unidad de Obra	Unidades
PLC para depósito elevado-bypass. Instalado y programado	1
HMI 12" TFT bypass. Instalada y programada	1
Puesta en marcha de depósito elevado-bypass	1
Transmisor de presión instalado	2

4. Actuaciones a realizar en el centro de control en la sede de la Comunidad de Regantes del Guadiana.

En este centro de control se adecuará el software existente para dar cabida en el scada a las nuevas instalaciones. Las unidades contempladas son:

Tabla 6. Tabla de unidades de obra (IV)

Unidad de Obra	Unidades
Adecuación scada de control de C.R Guadiana	1

5. Elementos para el control de presiones en cabezales de filtrado.

Se añaden 36 nuevas remotas a la instalación ya existente y dos transductores de presión a cada remota.

Tabla 7. Tabla de unidades de obra (V)

Unidad de Obra	Unidades
Terminal remota vía radio para lectura de presión	36
Transmisor de presión instalado	72