ANEJO 19. PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES 1
2. PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS 1
2.1. LABORES PREVIAS 1
2.2. LLENADO DE LAS CONDUCCIONES 2
2.3. COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS 2
3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TELECONTROL 3
3.1. INSTRUMENTACIÓN 3
3.2. SISTEMA DE TELECONTROL DE HIDRANTES E INSTRUMENTOS 3
3.3. PROTOCOLO DE PRUEBAS 5
4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS 5
4.1. INTRODUCCIÓN 5
4.2. DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA 5
4.3. FORMACIÓN DE PERSONAL 6
4.4. CONSUMIBLES Y REPUESTOS 6
5. RECOMENDACIONES E INDICACIONES EN FASE DE EXPLOTACIÓN 6

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento describe las operaciones a realizar para la puesta en marcha de las instalaciones. Se trata de comprobar, previa entrega de la obra al promotor, que la instalación cuenta con las funcionalidades proyectadas.

Es recomendable establecer protocolos de puesta en marcha específicos para cada aplicación y adaptados al proyecto en cuestión, con objeto de comprobar y documentar que se alcanza la calidad mínima exigible y que haya registro de los errores, en caso de que se produzcan.

El informe de puesta en marcha será la transposición del protocolo, quedando justificados por escrito todos los resultados obtenidos en un documento técnico-administrativo que aportará trazabilidad a los trabajos de puesta en marcha realizados. Esa trazabilidad permitirá detectar situaciones no identificadas inicialmente, facilitando a posteriori una respuesta rápida y eficiente. Una vez que el resultado de todas las comprobaciones sea positivo, se procederá a la validación del conjunto de trabajos, disponiendo de la documentación que avala el haber alcanzado los mínimos de calidad que se impongan en el protocolo.

Los protocolos de puesta en marcha en redes de riego y sus elementos de supervisión y control son diferentes para cada tipología de instalación.

El contratista será responsable de la puesta en marcha y del perfecto funcionamiento de las instalaciones comprendidas en las obras contratadas.

Los encargados o responsables del riego de la Comunidad de Regantes tendrán que ser instruidos, por los contratistas o adjudicatarios, en el manejo de cada una de las instalaciones ejecutadas.

La Dirección Facultativa será la encargada de comprobar el cumplimiento correcto del protocolo de puesta en marcha y de verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

En el presente Proyecto, las labores a realizar durante la puesta en marcha se centran en (1) puesta en marcha de las instalaciones hidráulicas y (2) puesta en marcha del sistema de automatización y telecontrol.

Debe tenerse en cuenta para la puesta en marcha que las obras se ejecutarán estando las instalaciones actuales en servicio, ocupando varios periodos de campaña de riego. En este sentido, la ejecución debe coordinarse perfectamente con la explotación del sistema actual, siendo necesario mantener el servicio durante la ejecución, especialmente en las instalaciones afectadas.

2. PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS

2.1. LABORES PREVIAS

Las obras hidráulicas del Proyecto se centran en sustituir la red de acequias actuales en mal estado por una nueva red de tuberías enterradas presurizadas, siendo el resultado final la completa sustitución de la red de riego actual por una nueva red de tuberías, no siendo las instalaciones de cabecera (bombeos y balsas) objeto del presente proyecto. Por tanto, esta puesta en marcha requiere de contar con dichas instalaciones de cabecera en servicio para poder poner en marcha la red.

En la red se procederá a realizar en primer lugar lo siguiente:

- Comprobación de apertura y cierre de todas las válvulas y compuertas, incluidas las de hidrantes y desagües.

- Comprobación de apertura y cierre de las válvulas de las ventosas comprobando su estanqueidad y la salida de aire a través de ellas. También de los purgadores en hidrantes.

Se pasará a la etapa siguiente si no se han detectado pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de ningún elemento. Caso contrario, debería de procederse a la reparación de los fallos.

2.2. LLENADO DE LAS CONDUCCIONES

Se deberá llenar de agua la totalidad de la red por sectores. El llenado de todas las conducciones en tubería se realizará de forma lenta, limitando el llenado a una velocidad inferior a 0,25 m/s y manteniendo abiertos todos los elementos de aireación de la red. Este llenado lento de la tubería favorecerá el expulsando el aire contenido a través de las ventosas instaladas a medida que la tubería vaya entrando en carga. Se establece el llenado con velocidad inferior a lo habitual en llenados de redes, dado que las pendientes de la tubería han tenido que fijarse menores a los mínimos recomendados, induciendo con bajas velocidades de llenado la protección de la red.

Todos los llenados de las tuberías se realizarán controlando el caudal de llenado desde la estación de bombeo correspondiente. El llenado se realizará con todas las válvulas que derivan a otras conducciones en posición cerrada, procediendo a operar las mismas, en función de las necesidades, una vez esté la tubería principal en carga y comprobada.

Durante la realización de esta etapa de puesta en carga, una vez esté llena la conducción, se comprobará que no se producen pérdidas de agua, en cuyo caso se deben localizar y corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa hasta superarla con éxito.

Con el primer llenado se realizará la limpieza de la conducción. Con las válvulas de corte cerradas, se procederá a la apertura gradual de los desagües de la red de riego, hasta que se compruebe que el agua sale limpia de elementos extraños que hayan podido quedar dentro durante el montaje. Tras la reparación de cualquier avería se actuará del mismo modo.

Se comprobará que no se producen movimientos ni asientos apreciables de las obras estructurales o arquetas que quedan dispuestas en la infraestructura.

Todos lo llenados de la red, tanto el de puesta en marcha como los propios restablecimientos de la red tras vaciado parcial o total de la misma, se deberán realizar extremando las precauciones citadas en este apartado, con la velocidad de llenado mínima posible, a los efectos de favorecer la expulsión del aire de la red y proteger así las conducciones.

2.3. COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS

Se debe comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de corte colocadas dentro de las casetas de agrupación de hidrantes, así como la estanqueidad de todos los elementos de las casetas de agrupación: válvulas, contadores, etc.

Se comprobará el correcto funcionamiento de las válvulas de aislamiento de ventosa y la propia ventosa, así como la estanqueidad de todos sus elementos. Igualmente, se comprobará el correcto funcionamiento y estanquidad de elementos de los desagües de la red y de las válvulas de corte.

Se debe comprobar el correcto funcionamiento del equipo contador, para lo que deben estar las válvulas tanto previas como de aguas abajo abiertas.

3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TELECONTROL

3.1. INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación ocupa un capítulo propio en la puesta en marcha debido a su especial importancia.

Todas las comprobaciones que afecten a instrumentos que forman parte de circuitos eléctricos deben haberse realizado antes de las pruebas en funcionamiento manual. La instrumentación de regulación vinculada al funcionamiento en automático puede revisarse en la misma fase o, en todo caso, antes de la puesta en marcha del automatismo.

Las comprobaciones sobre los instrumentos de regulación y seguridad verificarán que estos se han instalado correctamente y en el correspondiente picaje o derivación, según plano de ejecución, para obtener la funcionalidad deseada. Se seguirán las prescripciones de instalación del fabricante con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento, la precisión y la estabilidad de las medidas.

El buen funcionamiento de la instrumentación es de importancia crítica para el funcionamiento del sistema en términos de regulación (sondas de presión y contadores). Las labores de parametrización pueden realizarse en taller, pero debe comprobarse *in situ*. El tarado se realizará siempre *in situ* y de acuerdo a los valores normales esperados.

Se deberá proceder según lo siguiente:

- Comprobar la correcta colocación de todos los elementos de telecontrol y automatización.
- Comprobar que el cableado está bien distribuido para los distintos elementos.
- Comprobar que las medidas de las señales analógicas son correctas (niveles, sondas, caudalímetros,…) con apoyo de lector de entradas analógico o equipos auxiliar equivalente.
- Comprobar la correcta actuación de señales digitales (contador de pulsos, posición de compuertas,…).
- Comprobar actuadores y señales de compuertas automáticas, realizando varios ciclos de apertura y cierre.

3.2. SISTEMA DE TELECONTROL DE HIDRANTES E INSTRUMENTOS

Las comprobaciones a realizar en las pruebas de funcionamiento del sistema se realizarán en tres fases en el orden que se indica a continuación:

- **FASE I: Verificación previa de la instalación**

  El objetivo de esta fase es verificar la correcta instalación de todos los elementos del sistema antes de la inmediata puesta en servicio del mismo.

  Se pretende comprobar, inmediatamente antes de la puesta en servicio, que los equipos están completos, correctamente instalados y en perfecto estado, y que por tanto se podrán realizar las pruebas de funcionamiento. Para ello se realizará la comprobación visual de la presencia y buen estado de los equipos, así como la verificación de la correcta instalación de los mismos.

- **FASE II: Verificación de la trazabilidad de los elementos del sistema**

El objeto de esta fase de pruebas es el de identificar y corregir las diferencias que puedan existir entre los archivos digitales de soporte del GIS de las obras y la instalación real.

Para verificar la trazabilidad de los elementos se trabajará con el archivo GIS en el que aparecen los siguientes elementos:

1. Número total de remotas instaladas.

2. Número total de elementos o equipos asociados.

3. Localización del centro de control y elementos intermedios

4. Localización de los elementos: hidrantes, compuertas e instrumentos.

Se deberán entregar los archivos GIS ya cotejados y conformes con la instalación real ejecutada.

- **FASE III: Pruebas de funcionamiento**

En esta fase se pasa a comprobar el correcto funcionamiento de los equipos individuales y de la instalación en su conjunto.

Se realizarán dos tipos de pruebas:

- **Comprobación de funcionamiento local del *hardware* y del *software* del centro de control**

  Se arrancarán los equipos comprobando que la alimentación es correcta. Una vez hecho esto, se comprueba que los equipos comunican de forma básica a través de la red local. Si el resultado de estas comprobaciones es satisfactorio, el equipo estará listo para realizar las posteriores pruebas de funcionamiento.

- **Comprobación de funcionamiento del telecontrol de hidrantes**

  Una vez en funcionamiento los equipos, se realizarán las pruebas del sistema de telecontrol propiamente dicho: ejecución de órdenes discretas, ejecución de programas de riego, lectura de datos, alarmas, etc.

  1. Verificación de nivel de batería a pie de remota.

  2. Verificación de nivel de panel solar (en caso de existir) a pie de remota.

  3. Ejecución de órdenes de abrir y cerrar desde SCADA y verificación a pie de remota.

  4. Forzar pulsos a pie de remota y verificación en SCADA.

  5. Sincronización del contador desde SCADA y verificación.

  6. Verificar lectura de señales digitales en SCADA y a pie de remota.

  7. Leer la medida analógica que aparece en el SCADA y confirmar que se está midiendo.

8. Verificación en el SCADA de las alarmas de la instalación

3.3. PROTOCOLO DE PRUEBAS

Previa a la adjudicación de una remota de telecontrol para su montaje en obra, ésta, así como su sistema de alimentación, deberá superar el correspondiente protocolo de pruebas de verificación, a fin de comprobar su funcionamiento, tanto a nivel de hardware como de software, comprobando el correcto cumplimiento del total de órdenes obligatorias a tabla de intercambio.

Una vez concluida la instalación se procederá a su verificación mediante el adecuado protocolo de pruebas de puesta en marcha.

Dicho protocolo de pruebas, redactado siguiendo las directrices de la Dirección Facultativa, contendrá los distintos procedimientos de inspección para verificar el correcto funcionamiento del sistema de forma continua y robusta.

En cualquier caso, el periodo de pruebas se realizará sobre un mínimo de dos meses en el que el sistema debe funcionar de forma continua. Para verificar el correcto funcionamiento del sistema, además de la supervisión sobre los registros continuos de los ficheros de incidencias habilitados al efecto, se articularán campañas de inspección periódicas en campo para verificar el buen funcionamiento de todos los elementos de la instalación.

4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

4.1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos complementarios serán todos aquellos que sean necesarios para conseguir una correcta explotación del sistema por el personal que, por parte del usuario final, se asigne para ello.

Estos trabajos complementarios se clasifican en tres apartados:

a) Documentación e información técnica del sistema.

b) Formación de personal.

c) Consumibles y repuestos.

4.2. DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA

La documentación a entregar estará al menos constituida por los siguientes documentos:

a) Planos as built de las instalaciones ejecutadas, en CAD y GIS, con la información asociada de la instalación.

b) Manuales de operación e información técnica de todos los equipos y elementos hidráulicos instalados, en lo referente a sus características técnicas, manual de instalación y modos de funcionamiento, recomendaciones o planes de mantenimiento, etc.

c) Manuales de operación del sistema de telecontrol desde todos los puntos susceptibles de realizar una operación del sistema.

d) Manuales de usuario del sistema de telecontrol en los que se incluya información detallada sobre los distintos bloques que lo integran en lo referente a su función, configuración e interconexión.

e) Información técnica de cada uno de los equipos y elementos del sistema de telecontrol en lo referente a sus características y modos de funcionamiento.

f) Libro de instalación de cada terminal remoto, en el que se deberá incluir toda la información referente a la configuración instalada, conexionado de entradas y salidas, así como todos los datos necesarios para su mantenimiento o posible cambio de configuración.

g) Libro de instalación de cada elemento de entrada/salida, incluyendo toda la información referente a la configuración instalada, conexionado, y todos los datos necesarios para su mantenimiento o posible cambio de configuración.

h) Libro y plan de mantenimiento y calibración de todos los equipos del sistema de telecontrol que lo requieran, indicando la periodicidad y las operaciones a realizar, así como los materiales a sustituir.

i) Protocolo de pruebas para correcto funcionamiento del sistema hidráulico y del sistema de telecontrol.

4.3. FORMACIÓN DE PERSONAL

En relación al sistema de telecontrol, además de la documentación indicada anteriormente, deberán realizarse cursos de formación de personal, adaptados en cada caso a los cometidos encomendados de cada uno en la posterior explotación del sistema. Cabe distinguir tres niveles:

a) Nivel de operador del sistema de telecontrol: En el que se detallarán todas aquellas operaciones de telecontrol de la red, en todos los puntos susceptibles de realizarse.

b) Nivel de mantenimiento del sistema de telecontrol: En el que se detallarán todas las operaciones de mantenimiento, calibración y configuración de los elementos del sistema de telecontrol.

c) Nivel de gestión y explotación de todo el sistema: En el que se detallarán las operaciones necesarias para el manejo de la gestión del sistema de telecontrol.

4.4. CONSUMIBLES Y REPUESTOS

Junto con la instalación del sistema deberán proporcionarse los suministros suficientes susceptibles de ser reemplazados con urgencia en el caso de un mal funcionamiento que afecte a la funcionalidad completa del sistema de telecontrol.

5. RECOMENDACIONES E INDICACIONES EN FASE DE EXPLOTACIÓN

La red de riego ha sido diseñada, calculada y comprobada, hidráulica y estructuralmente en su conjunto bajo la consideración de una serie de hipótesis que han de ser respetadas en fase de explotación.

En primer lugar, ha de indicarse que los cálculos estructurales del conjunto de la red son seguros bajo la hipótesis de explotación normal, considerando un nivel freático del terreno natural a nivel del drenaje interior de la mayoría de las parcelas existentes en la Comunidad.

Dicho drenaje interior existente en la mayoría de parcelas de cultivo ayudará a que el nivel freático no crezca por encima de su nivel natural en fase de riego en aquellos terrenos más impermeables.

En situación normal de explotación, en caso de llenado de la red, se indica lo siguiente:

- Ante la necesidad de conseguir una rasante mínima en la red de riego inferior a los criterios y recomendaciones marcadas por el CEDEX, debido a las bajas pendientes del terreno, no se han conseguido las mencionadas recomendaciones mínimas de 0,3% y 0,5% descendente y ascendente, respectivamente.

  Por ello, **se instalan ventosas en tramos más cortos a los recomendados** (de 400 m de longitud máxima sin cambio de rasante según lo indicado por el CEDEX), quedando instaladas ventosas en tramos **de 200 y 250 m sin cambios de rasante, con el objetivo de alcanzar un buen funcionamiento de la red con pendientes mínimas conseguidas del 0,15%.**

  Asimismo, bajo la consideración anterior, **se recomienda que el llenado y puesta en marcha de la red en explotación normal se realice con llenados lentos y velocidades bajas**, operando desde cabecera en cada sector, contando con la ayuda de un mayor número de ventosas con objeto de expulsar el aire interior en pendientes bajas de la red.

En situación normal de mantenimiento, en caso de ser necesario el vaciado de la red a través de los desagües instalados en la misma, se indica lo siguiente:

- **En aquellos casos donde los desagües resultan en una cota de rasante inferior a la cota de desagüe del terreno natural**, se realizará el vaciado de la tubería en ayuda de una segunda cámara de recepción para su inundación y vaciado por gravedad hasta agotar la presión del flujo en la red.

  El resto del volumen de agua restante en el interior de la red ha de ser vaciado mediante medios auxiliares al funcionamiento normal de la red, como por ejemplo mediante bombas de achique hacia cauce o desagüe cercano o mediante cisternas en caso de no poder desaguar el volumen restante directamente sobre el terreno colindante.

En situación excepcional o accidental, en caso de producirse la inundación de los terrenos debido al fallo del drenaje interior en las parcelas con terrenos más impermeables durante fase de riego a causa de un fallo en el sistema de la red de distribución o del hidrante o, como situación más desfavorable en todos los sectores, debido a un evento lluvioso o un evento extraordinario de inundación en la marisma, se indica lo siguiente:

- **No será posible la explotación de la red en presión en caso de inundación de los terrenos** debido a que los anclajes de las tuberías han sido diseñados, colaborando conjuntamente con el terreno, para soportar la carga de empuje en operación de presurización de la red bajo la hipótesis de explotación normal con nivel freático a una profundidad similar a la del drenaje interior de las parcelas.

  La elevación del nivel freático hasta superficie provocaría una reducción de la capacidad resistente del terreno y del anclaje de manera conjunta, que supondría un riesgo para la seguridad de los elementos de la explotación en esta situación.

  Además, en estos escenarios, no cobra sentido la explotación de la red en favor del riego en los cultivos. Por ende, se entiende que en estos escenarios la explotación de la red de riego será interrumpida hasta una nueva situación de explotación normal fuera de estos eventos climáticos o accidentales.