ANEJO Nº20

PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2.- REVISIÓN GENERAL DE LAS CONDUCCIONES DE LLENADO Y RED DE RIEGO 4
3.- LLENADO DE TUBERIAS 4
4.- PUESTA EN MARCHA DE LOS HIDRANTES 17
5.- PUESTA EN MARCHA DEL TELECONTROL Y SENSORES DE HUMEDAD 18
6.- PUESTA EN CARGA DE LA BALSA COSCOJAL 18
6.1.- NORMATIVA 18
6.2.- CONTROL DEL DESAGÜE DE FONDO 19
6.3.- FASES DE LLENADO 19
6.4.- CONTROL DE FILTRACIONES 21
6.5.- DESPLAZAMIENTO PREVISTO EN LA ESTRUCTRA DE BALSA 22
6.6.- CONTROL TOPOFRAFICO 25
6.7.- CONTROL DEL NIVEL DE EMBALSE 26
6.8.- SEGUIMIENTO DEL PLAN DE LLENADO 27

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del siguiente anejo es describir la puesta en marcha de las instalaciones de mejora del regadío de la zona de Barriobusto, Labraza y Moreda, Alava.

Se entiende por puesta en marcha todas las actuaciones a realizar para comprobar el funcionamiento de todos los elementos de las conducciones de llenado, la red de riego y la balsa de regulación “Coscojal” ejecutados.

El adjudicatario será responsable del perfecto funcionamiento de las instalaciones comprendidas y las pondrá en marcha coordinándose con los responsables de la gestión de la obra que ya está ejecutada.

Los costes de la puesta en marcha de las instalaciones están contemplados en el capítulo correspondiente del presupuesto del proyecto, por lo tanto, en este Anejo, solamente se estudian y enumeran las labores de puesta en marcha de las instalaciones.

El encargado del riego de la Comunidad de Regantes tendrá que ser instruido, por el contratista o adjudicatario, en el manejo de cada una de las instalaciones.

La Dirección Facultativa será la encargada de comprobar la perfecta coordinación entre las instalaciones, al conocer perfectamente el Proyecto, puede determinar con total precisión la responsabilidad del constructor, en el conjunto de la instalación.

Se enumeran los aspectos más importantes en la coordinación de las obras. Este listado no pretende ser exhaustivo y, en ningún caso, podrá ser invocado por el contratista o adjudicatario como disculpa de no comprobar ni coordinar algún aspecto de la instalación por no estar reflejado en este listado.

2.- REVISIÓN GENERAL DE LAS CONDUCCIONES DE LLENADO Y RED DE RIEGO

Antes del inicio de la primera campaña de riego se procederá a realizar las siguientes actuaciones:

En ella se comprobará:

- Apertura, cierre y comprobación del rango de regulación aguas arriba y aguas abajo de todas las válvulas reductoras de presión de la red.
- Apertura y cierre de todas las válvulas de alivio de la red, para las correspondientes presiones de tarado.
- Apertura y cierre de todas las válvulas de compuerta de la red.
- Apertura y cierre de todas las válvulas de mariposa de la red.
- Comprobación que el reductor de las válvulas de mariposa se encuentran por encima del nivel freático.
- Apertura y cierre de las válvulas de las ventosas comprobando su estanqueidad y la salida de aire a través de ellas.
- Cierre de la válvula de compuerta de todos los hidrantes y comprobación de que la ventosa del mismo no pierde.

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

3.- LLENADO DE TUBERIAS

Se debe llenar de agua la totalidad de las conducciones de llenado y de la red de riego.

El llenado de las tuberías se realizará con un caudal de 20 l/s. en las conducciones de llenado y de 10 l/s en la red de riego que se deriva de estas, permitiendo que el aire acumulado en el interior de las tuberías pueda salir por las ventosas.

Se realizará la limpieza de la red utilizando los desagües situados en los puntos bajos de la misma comprobando que se han eliminado los depósitos de solidos que se hayan introducido durante la ejecución de las obras.

Se podrán utilizar los hidrantes situados en zonas bajas para realizar la limpieza, debiendo desmontar previamente todos los elementos que forman el mismo: filtro, contador, valvula superior, ventosa, etc.

El llenado de las tuberías se deberá realizar a una velocidad de 0,4 m/s, establecida como velocidad de llenado, tal y como se justifica en el anejo nº 9 “Cálculos hidráulicos y mecánicos”.

La capacidad de regulación del sistema para mantener esta velocidad de llenado se consigue cerrando parcialmente las válvulas de seccionamiento en las captaciones y en la balsa “Coscojal” , asi como las válvulas situadas en cada uno de los ramales.

El proceso de llenado debe realizarse por tramos de conducción, debido a la extensa red de riego que forma este regadío.

Se comprobará que las válvulas de los hidrantes abren y cierran perfectamente sin que haya elementos extraños que lo impidan.

Una vez comprobado que la red está en perfectas condiciones de funcionamiento, se comprobará el correcto funcionamiento de las válvulas, instaladas en la red, tanto las que aíslan los ramales como las instaladas en los desagües.

Las ventosas se comprobarán exhaustivamente, dada la importancia de su perfecto funcionamiento. El momento más adecuado para realizarlo, es en el llenado de las tuberías pues es el momento donde actúan más intensamente.

También se comprobará que cierran, una vez que el aire ha salido del interior de las tuberías, para evitar goteos.

Una vez llenado un ramal, se comprobará en los manómetros de varios hidrantes cual el descenso que sufre la presión pasadas 24 horas.

Una vez instalada la tubería con todos los accesorios y piezas especiales que se tengan que colocar, y antes de proceder al tapado definitivo de la zanja, se deben realizar las pruebas de presión y estanqueidad de la tubería para comprobar la posible existencia de fugas en la misma, así como detectar y corregir materiales dañados y defectos de instalación antes de la entrada en servicio de la misma, y proceder a repararlas en caso de que se produjeran.

De esta manera, toda la red instalada deberá ser sometida a una prueba de presión, lo cual a medida que avance el montaje de la tubería deben de ejecutarse las oportunas pruebas de presión de la tubería instalada, previo a la recepción, para las que se realizará en conformidad con lo que al respecto se establece en la norma UNE-EN 805 "*Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*", y en presencia de un laboratorio de control homologado, o en su defecto aquel personal que designe la Dirección de Obra, que acreditará las mismas.

Seguridad

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la vestimenta de protección adecuada.

Después de la instalación de la conducción y hasta el restablecimiento del lugar, todas las excavaciones deben permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión debe prohibirse en las zanjas durante los ensayos de presión.

Las conducciones deben llenarse de agua lentamente, con cuidado para que los dispositivos de purga de aire se mantengan abiertos y los tramos de la conducción suficientemente purgadas.

Antes de realizar la prueba de presión, debe hacerse una verificación que garantice que el equipo de ensayo está calibrado, en buen estado de funcionamiento y conectado correctamente a la conducción.

Las pruebas de presión deben efectuarse con todos los dispositivos de purga cerrados y las válvulas intermedias de línea abiertas.

La secuencia prevista del proceso y toda modificación de operaciones debe controlarse en todas las etapas de ensayo, para evitar daños al personal. Todos los empleados deben estar informados, sin ambigüedad, de la intensidad de las cargas en accesorios y soportes temporales y de las consecuencias en caso de producirse un fallo.

Las conducciones deben despresurizarse lentamente, estando todos los dispositivos de purga de aire abiertos al vaciar las tuberías.

Metodología general

En la instalación de las tuberías, se procederá inmediatamente al tapado de los tubos, dejando libres (destapadas) las juntas si es posible por la seguridad de los que transitan por la obra. El objeto es poder detectar ‘de visu’ posibles fugas en el momento de realización de las pruebas, que tendrán lugar inmediatamente después de la instalación de un tramo de longitud preestablecida y tan pronta como los anclajes de las piezas especiales del mismo hayan adquirido la consistencia necesaria. Dichos anclajes se han de ejecutar coincidentemente en el tiempo con la instalación de la correspondiente pieza especial.

El interior de dicho tramo deberá encontrarse limpio para evitar, entre otros, problemas por suciedad (presencia de limos, gravilla, tierra, etc.) en las juntas durante las pruebas. Para ello la instalación ha de ser lo más pulcra posible, con una zanja correctamente drenada que permita en todo momento, durante le ejecución de las mismas, la visualización completa del interior de los tubos y sus uniones. Esta situación impedirá que la circulación del agua en condiciones de funcionamiento de la red erosione y degrade el interior de los tubos envejeciéndolos prematuramente.

Con objeto de poder verificar la calidad de la instalación en zanja así como el comportamiento de los tubos una vez soterrados, y antes de continuar con la instalación del tramo consecuente, se deberán realizar satisfactoriamente las pruebas de presión y estanqueidad (por este orden y seguidamente en el tiempo) del tramo recientemente instalado. La longitud

máxima del mismo se define en función del diámetro de los tubos que lo integren:

Diámetro Nominal, DN (mm)	Longitud máxima del tramo (m)
450 ≥ DN < 700	1.000
DN ≥ 450	1.250

Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la empresa constructora, la revisión de los criterios expuestos en el párrafo y tabla anterior, en aras de favorecer el progreso de la obra, siempre y cuando se tenga esa garantía previa (prueba satisfactoria) del correcto comportamiento de tuberías de las mismas características y completamente instaladas.

Además, los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto bajo de cada tramo de prueba.
- Pueda aplicarse una presión al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto alto de cada uno de ellos, salvo especificación diferente de la dirección facultativa.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad, la cantidad de agua necesaria para la prueba.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos o fugas de agua, y deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las tuberías se probarán antes de que transcurran 50 días desde la finalización del hormigonado de las piezas especiales y los carretes de anclaje de las válvulas que forman parte del tramo de tubería a probar.

Antes de comenzar la prueba se comprobará que todos los accesorios y maguitos de la tubería están descubiertos, como mínimo 50 cm a cada lado del accesorio o manguito, que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña, así como que todas las piezas especiales y los carretes de anclaje de las válvulas están correctamente hormigonados. La zanja estará parcialmente llena, dejando las juntas

descubiertas. Así como que están colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábrica con la resistencia debida.

Un mismo tramo de prueba no podrá contener tubos de distinto material, timbraje, diámetro o rigidez nominal a no ser que la Dirección de Obra dictamine lo contrario.

Tan pronto como el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se deberá proceder al completo tapado del tramo, cuyas juntas habían quedado descubiertas. A partir de este momento, la deflexión circunferencial a corto plazo (período inferior a 6 meses) producida tanto en toda la longitud del tubo como de sus uniones debe ser inferior al 3% del diámetro interior del mismo. Será potestad de la Dirección de Obra indicar a la empresa constructora que empape hasta el punto de saturación el terreno superior circundante que carga sobre los tubos instalados y realice la comprobación anterior, corriendo todos los medios necesarios a cuenta y cargo de la constructora. Si los resultados obtenidos son negativos, según y del modo que determine la Dirección de Obra la constructora deberá proceder a subsanar la situación, asumiendo igualmente todos los costes derivados de la desinstalación, fabricación de nuevas tuberías, restitución del terreno en caso de que no sea posible modificar la traza del mismo, etc., y de posterior reinstalación correcta y prueba.

Cada tramo deberá probarse con sus correspondientes elementos de evacuación de aire, piezas especiales y válvulas de seccionamiento debidamente instalados y funcionales. Estos elementos serán inspeccionados previamente al comienzo de las pruebas, ya que habrán quedado descubiertos.

Pruebas de tramos contra válvulas de seccionamiento instaladas y cerradas: A no ser que el fabricante de dichas válvulas de corte garantice por escrito tanto la integridad como la estanqueidad de las mismas para una presión de prueba del tramo igual o superior a las indicadas en la norma, y en función de las condiciones de instalación y en su caso de presión al otro lado de la misma, no será posible realizar la prueba del tramo cuando una o dos válvulas de seccionamiento constituyan los extremos del mismo.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las

mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc.).

La realización obligada de una prueba general de la red de distribución, no exime de la consecución parcial mediante pruebas satisfactorias de los tramos que conformen completamente dicha red.

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, entre ellos un transductor de presión digital portátil y autónomo mediante batería, con capacidad de registro de datos y una precisión del 0,2% con su correspondiente certificado de calibración, verificado periódicamente, así como el personal necesario; la DO podrá suministrar los manómetros, equipos o comprobar los suministrados por el contratista.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista al menos de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm^2. La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tramos cercanos. En este sentido, los manómetros se colocarán de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, de las tres etapas siguientes: prueba preliminar, prueba de purga y prueba principal de presión, cuyas etapas o fases podrán no ser todas realizadas a juicio de la dirección de obra.

Presión de Prueba (STP)

El valor que se adopte para le presión de prueba (STP) se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP), de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle (MDPc) o se haya estimado en proyecto (MDPa), el valor de STP será:

a) Golpe de ariete calculado: STP = MDPc + 100 kPa

b) Golpe de ariete no calculado (el menor valor de): STP = MDPa + 500 kPa

STP = MDPa × 1,5

El margen fijado para el golpe de ariete incluido en MDPa no debe ser inferior a 200 kPa.

En circunstancias normales, el equipo de prueba debe estar situado en un punto por debajo del tramo de prueba.

Si no es posible instalar equipo de prueba en un punto por debajo del tramo de prueba, la presión de prueba debe ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de altura.

En casos especiales, particularmente allí donde se instalen tramos cortos de conducción y para acometidas de DN<80 y tramos que no excedan de 100 m., a menos que el proyectista decida lo contrario, será necesario aplicar sólo la presión de funcionamiento del tramo considerado como presión de prueba de la red.

Prueba preliminar

El objeto de esta etapa preliminar es conseguir que la tubería se estabilice alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal o de puesta en carga, los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la prueba.

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo de prueba, dejando abiertos todos

los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas, lo cual es particularmente importante en el caso de tuberías como las de hormigón, que pueden absorber cierta cantidad de agua.

A continuación, se aumentará la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 por minuto.

Para lograr los objetivos de estabilización de la tubería en esta etapa preliminar, esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable que será fijado por la Dirección de Obra a la vista de las circunstancias particulares de cada caso (material de la tubería, longitud del tramo, diámetro, tipo de uniones, valvulería intercalada…) y siempre mayor de una hora de duración, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Prueba de purga

La prueba de purga permite la estimación del volumen de aire en la conducción.

El aire en el tramo de tubería a ensayar produce datos erróneos que podrían indicar fuga aparente o podrían, en algunos casos, ocultar pequeñas fugas. La presencia de aire reducirá la precisión de la prueba de caída de presión y la prueba de pérdida de agua.

La dirección facultativa deberá especificar si la prueba de purga debe llevarse a cabo. El método para realizar el ensayo de purga y los cálculos necesarios se describe en a continuación.

Para ello, se presurizará la conducción hasta alcanzar la presión de prueba de la red (STP), prestando atención a que la purga del equipo de prueba se complete. A continuación se extrae un volumen de agua a medir ΔV, de la conducción y se mide la caída de presión correspondiente Δp. finalmente se compara el volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible ΔV_{max} correspondiente a la caída de presión medida Δp.

La pérdida de agua admisible se determina con la fórmula siguiente:

$$AV_{máx} \leq 1{,}5 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E_R} \right]$$

Siendo:

ΔV_{max} pérdida de agua admisible, en litros,

V , volumen del tramo de conducción en prueba, en litros,

Δp , caída de presión admisible durante la prueba, en N/mm^2, cuyos valores son:

0,02 N/mm^2 para tubos de fundición dúctil, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE, en su caso

0,04 N/mm^2 para tubos de hormigón sin camisa de chapa

E_w , módulo de elasticidad del agua, en N/mm^2

E_R módulo de elasticidad a flexión transversal de la pared del tubo, en N/mm^2

ID , diámetro interior del tubo, en mm

E , espesor nominal de la pared del tubo, en mm

1,5 , Factor de corrección que tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de elasticidad del agua (E_w) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E_R) son los siguientes:

E_w	$2{,}1 \times 10^3$ N/mm^2
$E_{fundición}$	$1{,}7 \times 10^5$ N/mm^2
E_{acero}	$2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2
$E_{hormigón}$	$2{,}0 \times 10^4$ N/mm^2 – $4{,}0 \times 10^4$ N/mm^2
E_{PVC-U}	3.600 N/mm^2 (corto plazo); 1.750 N/mm^2 (largo plazo)
E_{PE}	1.000 N/mm^2 (corto plazo); 150 N/mm^2 (largo plazo)
E_{PRFV}	$1{,}0 \times 10^4$ N/mm^2 – $3{,}9 \times 10^4$ N/mm^2 (según fabricante, PN y SN)

<u>Prueba principal de presión</u>

La prueba principal de presión no deberá comenzar hasta que hayan sido completadas satisfactoriamente la prueba preliminar y la prueba de purga especificada, si es requerida por la Dirección Facultativa.

Se admiten dos métodos de prueba: el método de la prueba de pérdida de agua y el método de prueba de caída de presión o pérdida de presión.

Método de prueba de pérdida de agua

Pueden utilizarse dos métodos para la medida de la pérdida de agua, a saber, medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado (inyectado), según se describe en los siguientes procedimientos:

Medida del volumen evacuado

- Incrementar la presión constantemente de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 por minuto hasta que se alcance la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP, si es necesario, durante un período no inferior a una hora.
- No permitir que entre más agua en la conducción durante un intervalo de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica la Dirección facultativa.
- Al final de este período medir la reducción de la presión y proceder a recuperar STP. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

Medida del volumen inyectado

- Aumentar la presión regularmente de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 por minuto hasta el valor de la presión de prueba de la red (STP).
- Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si la Dirección facultativa lo estima.
- Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red.

La Dirección facultativa debe especificar el método de medida a utilizar. La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba, no debe exceder el valor

calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$AV_{máx} \leq 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E_R} \right]$$

Siendo:

ΔV_{max} pérdida de agua admisible, en litros,
V, volumen del tramo de conducción en prueba, en litros,
Δp, caída de presión admisible durante la prueba, en N/mm^2, cuyos valores son:

0,02 N/mm^2 para tubos de fundición dúctil, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE, en su caso

0,04 N/mm^2 para tubos de hormigón sin camisa de chapa

E_w, módulo de elasticidad del agua, en N/mm^2
E_R, módulo de elasticidad a flexión transversal de la pared del tubo, en N/mm^2
ID, diámetro interior del tubo, en mm
E, espesor nominal de la pared del tubo, en mm
1,2, factor de corrección que tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de elasticidad del agua (E_w) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E_R) son los siguientes:

E_w	$2{,}1 \times 10^3$ N/mm^2
$E_{fundición}$	$1{,}7 \times 10^5$ N/mm^2
E_{acero}	$2{,}1 \times 10^5$ N/mm^2
$E_{hormigón}$	$2{,}0 \times 10^4$ N/mm^2 – $4{,}0 \times 10^4$ N/mm^2
E_{PVC-U}	3.600 N/mm^2 (corto plazo); 1.750 N/mm^2 (largo plazo)
E_{PE}	1.000 N/mm^2 (corto plazo); 150 N/mm^2 (largo plazo)
E_{PRFV}	$1{,}0 \times 10^4$ N/mm^2 – $3{,}9 \times 10^4$ N/mm^2 (según fabricante, PN y SN)

<u>Método de pérdida o caída de presión</u>

Aumentar la presión regularmente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).

La duración de la prueba de por caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión Δp debe

presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los siguientes valores:

– 20 kPa para tubos de materiales plásticos.

Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados o si se encuentran defectos, el tramo de prueba deberá examinarse y repararse donde sea necesario (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta que su resultado sea conforme a las especificaciones.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados. En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, se puede realizar un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805.

Una vez efectuada la prueba, la conducción deberá despresurizarse lentamente, estando todos los dispositivos de purga abiertos al vaciar las tuberías para posibilitar la entrada de aire. Los resultados de la pruebas realizadas habrán de quedar recogidos documentalmente, firmando tanto la Dirección de Obra como la Contratista la validez o no de la prueba de presión.

Como alternativa, para tubos con comportamiento viscoelástico (tales como tubos de polietileno) cuya estanqueidad no puede comprobarse en tiempo suficiente durante esta prueba, se efectúa la verificación utilizando un método particular (ver A.27 de UNE-EN 805) si la Dirección Facultativa lo estima oportuno. En ese caso, para verificar únicamente la integridad estructural del producto, la presión de prueba del sistema STP debe restablecerse a intervalos de tiempo regulares durante el tiempo de prueba especificado, y la evolución de la caída de presión correspondiente debe presentar una tendencia regresiva.

Cuando la conducción haya sido dividida en dos tramos de prueba o más y todos ellos

hayan pasado con éxito la prueba de presión, el conjunto de la red deberá someterse, si así lo especifica la Dirección facultativa, a la prueba de funcionamiento de la red (OP) durante al menos dos horas. Los componentes adicionales (no ensayados) incluidos después de la prueba de presión en secciones adyacentes deben ser inspeccionados visualmente para detectar fugas y cambios de alineamiento y nivel.

Debe realizarse y archivarse un informe completo con los detalles de las pruebas.

Una vez que se hayan probado a presión, todos y cada uno de los tramos de la red, ya puede afirmarse que la instalación es estanca en su conjunto, pues todas las pruebas de presión se realizarán con todas las válvulas, hidrantes y piezas especiales instaladas.

Los costes de todas estas labores de limpieza de la red están incluidos en los precios unitarios de cada uno de los elementos que componen la red.

4.- PUESTA EN MARCHA DE LOS HIDRANTES

Se comprobarán los elementos hidráulicos de los hidrantes al inicio de la puesta en marcha.

- Comprobar el correcto funcionamiento de la válvula de compuerta tanto en hidrante.
- Comprobar la estanqueidad de todos los elementos: con la válvula de compuerta abierta, y la válvula volumétrica cerrada, se comprobará que no pierde ningún elemento del hidrante.
- Comprobar el correcto funcionamiento de la válvula volumétrica del hidrante para ello, la abriremos y cerraremos manualmente.
- Comprobar el correcto funcionamiento del piloto limitador de caudal y reductor de presión de la válvula volumétrica de hidrante.
- Se comprobará el correcto funcionamiento de todas las válvulas de esfera del hidrante.

- Comprobar que el giro de las hélices del contador, en las válvulas volumétricas, se realiza de una manera uniforme, debemos tener la válvula de compuerta abierta.
- Soltar la tapa del filtro caza-piedas en Y y limpiar la cesta de los posibles elementos que haya retenido en la primera puesta en marcha. Volver a colocar la tapa.
- Se emitirá un informe de conformidad de todos los elementos revisados así como certificado de verificación de contadores y de las válvulas hidráulicas con su limitación de caudal y reducción de presión según tarado impuesto por la Dirección de Obra.

Para facilitar el trabajo de puesta en marcha en campo, los pilotos de regulación (caudal, limitador de caudal y reductor de presión) deberán venir tarados desde fábrica.

5.- PUESTA EN MARCHA DEL TELECONTROL Y SENSORES DE HUMEDAD

……..

6.- PUESTA EN CARGA DE LA BALSA COSCOJAL

6.1.- NORMATIVA

Se diseña el plan de puesta en carga y explotación de la balsa “Coscojal”, en cumplimiento del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y embalses según Orden de M.O.P.T.M.A. de 12 de Marzo de 1.996, publicado en el BOE nº78 de 30/03/96, la Instrucción para proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas de 1967 y la Modificación del Reglamento del Dominio Publico Hidráulico de 2008.

La balsa “Coscojal” se ha propuesto clasificarla en categoría “A” en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su hipotética rotura o funcionamiento incorrecto, según lo

establecido en el punto 3.5 de la Directriz Basica de Planificacion de Proteccion Civil y de la Orden Ministerial de 12 de marzo por la que se aprueba el RTSPE.

La puesta en carga de la balsa se realizará de forma gradual teniendo en cuenta que el llenado se realiza desde un sistema exterior a la propia cuenca de dicha balsa definido por 3 captaciones

6.2.- CONTROL DEL DESAGÜE DE FONDO

Una vez finalizada la obra se comprobará que estén en perfecto estado de funcionamiento la coronación, el aliviadero, la toma y desagüe de fondo, comprobándose que las válvulas de mariposa, válvula de altitud y válvulas de compuerta realizan la apertura y cierre de manera correcta, de forma combinada en la misma red o de forma individual, teniendo en cuenta que existen válvulas en la caseta de control y en el interior de la galería.

Si se detecta alguna anomalía sobre el desagüe de fondo, se detendrá el llenado con el fin de poder analizar las causas y proceder a su reparación, debiendo para ello vaciar el embalse de forma progresiva hasta resolver la pérdida de agua por el desagüe de fondo.

6.3.- FASES DE LLENADO

Considerando que el llenado de la balsa debe ser gradual se realizará el llenado a partir de los recursos hidrológicos disponibles en la zona por gravedad de manera que el proceso de llenado dure al menos seis (6) meses, estableciendo 4 fases de llenado, el 25% en cada una de ellas, con un mes de pruebas escalonado en 4 semanas, una al final de cada fase de llenado.

Por tanto, el volumen medio diario será de 1.770 m^3 /dia, no sobrepasando el volumen de 53.100 m^3/ mes, deteniendo el llenado durante 7 días cuando la balsa se encuentre al final de cada fase, 1ª fase del llenado cuando la balsa acumule aproximadamente 80.000 m^3, 2º fase de llenado cuando la balsa acumule aproximadamente 160.000 m^3 , 3ª fase de llenado cuando la balsa acumule aproximadamente 240.000 m^3 y 4ª fase de llenado cuando la balsa acumule 318.658 m^3.

Las actividades a controlar en cada fase de llenado son las siguientes:

1ª FASE, BALSA A COTA 661,00

Altura total de lámina de agua: 4 m.
Volumen de agua embalsada: 87.000 m^3.
Caudal medio: 265,5 l/s (en función de pluviometrías)
Tiempo llenado medio: 91 días
Tiempo de espera hasta siguiente fase: 7 días.

2ª FASE, BALSA A COTA 663,50

Altura total de lámina de agua: 6,50 m.
Volumen de agua embalsada al inicio de la fase: 87.000 m^3.
Volumen de agua embalsada al final de la fase: 174.000 m^3.
Caudal medio: 265,5 l/s (en función de pluviometrías)
Tiempo llenado medio: 91 días
Tiempo de espera hasta siguiente fase: 7 días.

3ª FASE, BALSA A COTA 665,50

Altura total de lámina de agua: 8,50 m.
Volumen de agua embalsada al inicio de la fase: 174.000 m^3.
Volumen de agua embalsada al final de la fase: 261.000 m^3.
Caudal medio: 265,5 l/s (en función de pluviometrías)
Tiempo llenado medio: 91 dias
Tiempo de espera hasta siguiente fase: 7 dias.

4ª FASE, BALSA A COTA 667,50

Altura total de lámina de agua: 10,50 m.
Volumen de agua embalsada al inicio de la fase: 261.000 m^3.
Volumen de agua embalsada al final de la fase: 346.632 m^3.
Caudal medio: 265,5 l/s (en función de pluviometrías)

Tiempo llenado medio: 90 dias

6.4.- CONTROL DE FILTRACIONES

Un sistema de control de la balsa se diseña a través de la red de drenaje del fondo y taludes de la balsa, con salida al exterior de la balsa donde se localizan 2 arquetas de control de drenaje, junto a la caseta de control de válvulas, se comprobaran las filtraciones que pudieran producirse en el interior del vaso.

Al estar situada la balsa Coscojal en una pequeña planicie, sin cuenca de escorrentías, las filtraciones de aguas subterráneas que pudieran aflorar en la red de drenaje de la balsa son de escasa importancia, y solamente se producirán en la época de lluvias, sirviendo la red de drenaje para el control del estado de la lámina impermeable de PEAD.

La red de drenaje colocada bajo la lámina de PEAD permite por tanto detectar las filtraciones que se produzcan en el vaso a través de la vigilancia de las 2 arquetas de salida de drenes, conforme aumenta la lámina de agua, observando si hay presencia de agua en las mismas y si puede ser debido o no a escorrentías del terreno natural en épocas de lluvia o a posibles pérdidas de la lámina impermeable de PEAD que recubre el vaso.

Si se detecta alguna anomalía sobre la red de drenaje interno se detendrá el llenado con el fin de poder analizar las causas y proceder a su reparación, debiendo para ello vaciar el embalse de forma progresiva hasta localizar la cota a la que se produce la perdida de agua por la lamina de PEAD.

El otro sistema de control de la balsa se diseña a través de los piezómetros instalados en el dren vertical y en el dren de pie, sobre el cual apoya el terraplén, sirven para determinar posibles filtraciones bajo la lámina de PEAD. Los piezómetros emiten señales en cada sección de control a través del cable que transmite el valor al cuadro general de recogida de datos y se sitúa en la caseta de control.

El de sistema de control de la balsa a través de drenajes y piezómetros se realizará de forma periódica durante toda la vida de la balsa con el fin de detectar posibles fallos en la lámina de revestimiento del vaso.

6.5.- DESPLAZAMIENTO PREVISTO EN LA ESTRUCTRA DE BALSA

El análisis de los materiales sobre los que se asienta la balsa, areniscas, margas arenosas y limos, determina que se trata de un sustrato rígido y los asentamientos o desplazamiento que sufrirá la balsa vienen determinados por este sustrato y por los materiales y el proceso de ejecución del terraplén.

Como hipótesis de partida, se asemeja el proceso de puesta en carga a una solicitación uniformemente repartida, a lo largo de un rectángulo, debida a la columna de agua. Por tanto, el perímetro de este rectángulo coincide con el de la balsa, considerándose un perímetro algo inferior al eje de los diques de la balsa para aumentar la seguridad.

En este supuesto, el espacio semielastico de Boussinesq no es ilimitado sino que posee una capa rigida (roca) a una determinada profundidad. El asiento elástico queda limitado al que se produce solo en el estrato deformable.

Steinbrenner determinó el asiento producido en un punto situado a una profundidad “z” bajo la esquina de un rectángulo cargado, bajo la hipótesis de Boussinesq, siendo a partir de esta hipótesis de sustrato elástico para el que se calculan los desplazamientos, mediante la siguiente expresión:

$S_o = (q \times B) \times (a \times f_1 - b \times f_2) / (2 \times E)$, siendo

E, módulo de elasticidad de Young
B, ancho del rectángulo de carga
A, largo del rectángulo de carga
q, carga por unidad de superficie
$a=1-v_2$, $b=1-v-2v_2$
f1 y f2, son funciones que dependen de las dimensiones del rectángulo y profundidad

Las valores de los coeficientes f_1 y f_2 para el cálculo del asiento de un punto situado a una profundidad "z", bajo la esquina de un rectángulo cargado uniformemente según la expresión de Steinbrenner, obtenidos por Harr (1966), se obtienen de la siguiente tabla:

m \ n	1	1,5	2	3	5	7	10	15	20	30	50	100
0, ϕ_1	1,122	1,356	1,532	1,753	2,105	2,318	2,544	2,802	2,985	3,243	3,568	4,010
ϕ_2	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
0,2	1,105	1,343	1,518	1,770	2,092	2,305	2,532	2,790	2,973	3,231	3,556	3,997
	0,082	0,085	0,086	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
0,4	1,057	1,301	1,479	1,733	2,056	2,270	2,497	2,755	2,938	3,196	3,521	3,962
	0,132	0,142	0,146	0,149	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151	0,152	0,152	0,152
0,6	0,989	1,240	1,422	1,679	2,004	2,219	2,446	2,704	2,887	3,145	3,470	3,912
	0,158	0,176	0,184	0,191	0,195	0,196	0,196	0,197	0,197	0,197	0,197	0,197
0,8	0,914	1,169	1,354	1,615	1,9436	2,158	2,386	2,644	2,827	3,086	3,411	3,852
	0,167	0,194	0,207	0,219	0,224	0,226	0,227	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228
1,0	0,838	1,09	1,282	1,547	1,878	2,094	2,322	2,581	2,764	3,022	3,348	3,789
	0,167	0,200	0,218	0,234	0,244	0,247	0,248	0,249	0,250	0,250	0,250	0,250
2,0	0,552	0,773	0,954	1,226	1,571	1,794	2,026	2,287	2,471	2,730	3,056	3,497
	0,126	0,173	0,205	0,243	0,273	0,283	0,289	0,292	0,294	0,294	0,295	0,295
3,0	0,396	0,572	0,728	0,984	1,332	1,561	1,795	2,053	2,249	2,509	2,835	3,277
	0,096	0,136	0,168	0,215	0,262	0,282	0,294	0,301	0,304	0,306	0,307	0,307
4,0	0,306	0,448	0,580	0,809	1,147	1,379	1,612	1,890	2,077	2,339	2,666	3,108
	0,075	0,109	0,138	0,186	0,243	0,270	0,289	0,301	0,306	0,309	0,311	0,312
5,0	0,248	0,367	0,479	0,682	1,001	1,231	1,477	1,749	1,939	2,202	2,530	2,972
	0,061	0,090	0,116	0,161	0,221	0,255	0,281	0,298	0,305	0,310	0,313	0,314
6,0	0,208	0,309	0,406	0,586	0,884	1,109	1,355	1,631	1,823	2,088	2,417	2,860
	0,062	0,076	0,099	0,141	0,201	0,239	0,270	0,293	0,302	0,309	0,313	0,315
8,0	0,158	0,235	0,310	0,415	0,710	0,918	1,160	1,440	1,635	1,904	2,236	2,680
	0,039	0,058	0,077	0,111	0,168	0,208	0,247	0,279	0,294	0,306	0,313	0,316
10	0,126	0,189	0,251	0,370	0,589	0,778	1,009	1,287	1,485	1,759	2,093	2,539
	0,032	0,047	0,062	0,091	0,142	0,182	0,224	0,264	0,284	0,301	0,311	0,316
20	0,064	0,095	0,127	0,189	0,312	0,428	0,591	0,823	1,011	1,290	1,639	2,096
	0,016	0,024	0,032	0,047	0,077	0,105	0,142	0,191	0,225	0,266	0,295	0,312
40	0,032	0,048	0,064	0,095	0,158	0,221	0,312	0,457	0,591	0,823	1,164	1,540
	0,008	0,012	0,016	0,024	0,039	0,055	0,077	0,112	0,142	0,191	0,249	0,295
100	0,013	0,019	0,025	0,038	0,064	0,089	0,127	0,190	0,251	0,371	0,591	1,011
	0,003	0,005	0,006	0,010	0,016	0,022	0,032	0,047	0,062	0,091	0,142	0,225

Siendo m=z/B y n= A/B

En los sondeos realizados en el perímetro de la balsa, en coronación, no se aprecia la existencia de ninguna capa rígida que pueda delimitar el estrato deformable superficial, adoptándose un valor de 25 m. por suma del sondeo mas profundo y la máxima altura del terraplén.

El valor del asiento para este caso, con un solo estrato, será:

St= So (z=0) – So (z), siendo

V= 0,3 (valor adoptado para el tipo de suelo localizado en la balsa.)
A= 364 m.
B= 172 m.
n= 2,12
m=z/B
a= 0,91
b=0,52
f_1 (z=10) = 1,539
f_2 (z=10) = 0,099
f_1 (z=0) = 1,561
f_2 (z=0) = 0

El módulo de elasticidad para terrenos limo arenosos se estima entre valores de 10,5 y 17,5 MPa, adoptándose un valor de 18 MPa debido a la presencia de gravas.

La carga a la que se somete al dique, por cada metro de altura de columna de agua es :

Q= 0,1 x h(m) kp/cm^2

El asiento total esperable en la esquina del rectángulo, que se hace coincidir con el eje de los diques de la balsa, será:

S_o = (q x B) x (a x (f_{1-0} $f_{1,z}$) – b x (f_{2-0} $f_{2,z}$) / (2 x E),

El desplazamiento horizontal en el punto anterior vendrá dado por la expresión de Giroud (1969) :

$S_x = (q \times B) \times (1+v)(1-2v)/4 \times 3{,}14 \times E - (\ln(1+n^2) + 2n \times tg(n))$, siendo n= a/b

Los asientos y desplazamientos esperables con la carga de agua aplicada, según los cálculos realizados son los siguientes:

FASE	COTA LLENADO	VOLUMEN EMBALSADO	ASIENTO MAX. ESPERADO (CM.)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL MAX. ESPARADO 8CM)
1	661	87.000	1,2	2
2	663,50	174.000	2,2	3,3
3	665,5	261.000	3	4,1
4	667,5	346.632	3,6	4,8

6.6.- CONTROL TOPOFRAFICO

El control topográfico de la balsa se realizará mediante topografía de precisión según una alineación de nivelación por el perímetro de la balsa, compuesta por clavos de nivelación – colimación, con espárrago largo y caja de protección metálica, separados entre sí entre 25 – 30 m. en el terraplén y 75 – 90 m. en desmonte.

En los extremos de la alineación de los clavos de colimación y situados en terreno firme y sano, se instalarán sendos pilares o hitos de observación, con cámara de aire, y dotados de los elementos auxiliares para la realización de las mediciones de colimación, tales como: disco de apoyo de teodolito y casquillo de centrado del teodolito y de colocación de la mira fija de colimación.

Por otro lado, para poder realizar el cierre de las nivelaciones, y también sobre el terreno de ambas márgenes de la balsa, se dispondrá de una serie de clavos auxiliares de

nivelación hasta alcanzar los correspondientes puntos fijos y estables que puedan ser considerados como bases fijas de referencia.

Así pues, para este control se proyectan los siguientes materiales:

- Doce (12) clavos de nivelación por la coronación de la balsa, con espárrago largo y caja de protección.

- Dos (2) clavos de nivelación en terreno natural en ambas márgenes de la balsa, con espárrago largo y caja de protección.

- Ocho (8) clavos de colimación en la coronación de la balsa.

- Dos (2) discos de apoyo de teodolito sobre pilar de observación.

- Dos (2) casquillos de centraje de teodolito y de colocación de mira fija sobre pilar de observación.

Por último, para la realización de las medidas topográficas previstas y descritas anteriormente, se necesita un teodolito o colimador, un nivel de precisión con trípode, un juego de miras, 1 mira fija de colimación y 1 mira móvil de colimación.

En cada fase de llenado y cada 1 m. de altura que alcance la lámina de agua en la balsa, se comprobarán los posibles movimientos de las estructuras de la balsa mediante lectura de las coordenadas de los hitos de nivelación dispuestos en la coronación de la balsa y zonas próximas de referencia sobre terreno natural.

6.7.- CONTROL DEL NIVEL DE EMBALSE

El nivel de embalse se controlará a través de un sensor de presión y salida 4: 20 mA conectado al desagüe de fondo de la balsa.

El limnímetro dispondrá de un indicador digital para visualización directa de la cota e incluirá un cuadro de protecciones de baja tensión.

Además, se instalarán en el interior del talud de la balsa escalas limnimetricas graduadas en metros mediante marcas de pintura realizadas sobre el revestimiento de PEAD, a lo largo del talud, con carteles de indicación de cota de tal manera que se tenga una referencia visual del nivel de embalse.

Con el fin de comprobar cada fase de llenado se realizará la lectura de la altura de balsa cada 10 días, así como la lectura de piezómetros y control de drenajes, comprobándose además el caudal de llenado y volumen acumulado en la balsa.

6.8.- SEGUIMIENTO DEL PLAN DE LLENADO

El seguimiento del plan de llenado se realiza en los 6 meses de periodo del primer llenado de la balsa con las siguientes actividades:

INSPECCION VISUAL DE LA BALSA Y COMPROBACION DE ORGANOS DE DESAGUE Y ALIVIADERO.

Debe realizarse la inspección visual de balsa de forma periódica, cada 10 dias, en el primer llenado de la balsa para detectar posibles fisuras o asentamientos que se hayan producido en los taludes de la balsa y que hayan pasado inadvertidos en fase de construcción o aparezcan con el primer llenado. El director encargado de la puesta en carga de la balsa debe anotar la incidencia cuando la haya y decidir si continua con el llenado, paraliza el llenado para observar el comportamiento del incidente o proceder al vaciado de la balsa.

El director encargado de la puesta en carga de la balsa comprobara que estén en perfecto estado de funcionamiento la coronación, el aliviadero, la toma y desagüe de fondo, comprobándose que las válvulas de mariposa, válvula de altitud y válvulas de compuerta realizan la apertura y cierre de manera correcta, de forma combinada en la misma red o de forma individual, teniendo en cuenta que existen válvulas en la caseta de control y en el interior de la galería.

INSPECCION DE DRENAJES Y LECTURA PIEZOMETROS.

El director encargado de la puesta en carga de la balsa comprobara el caudal de los drenes de forma periódica, cada 10 días, en el primer llenado de la balsa, realizando lectura de piezómetros, anotando sus valores y la cota de la lámina de agua.

CONTROL DE ESTRUCTURAS Y NIVEL DE BALSA.

El director encargado de la puesta en carga de la balsa comprobara los posibles asentamientos de las estructuras de la balsa con medición cada 10 dias de los hitos de nivelación dispuestos en la coronación de la balsa y zonas próximas de referencia sobre terreno natural, asi como la cota de lámina de agua.

El modelo de estadillo de control de puesta en carga tendrá el siguiente formato:

COTAS Y CONTROL DE DRENAJE					**PIEZOMETROS**			**TOPOGRAFIA**		
DIA	**COTA**	**VOLUMEN**	**DRENAJE IZDO.**	**DRENAJE DCHO.**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**

Moreda, 28 de febrero de 2023

ZUAZO INGENIEROS, S.L.

JAVIER MTZ. DE ZUAZO LETAMENDI — MIKEL MTZ. DE ZUAZO LETAMENDI

zuazo INGENIEROS SL ingeniería y arquitectura
CIF: B-01245562
Eduardo Dato Nº 43 - 3º Dcha. 01005 Vitoria-Gasteiz

INGENIERO AGRONOMO — INGENIERO TÉCNICO. E. A.