

MEMORIA

ÍNDICE

2	TRATAMIENTO FUNDACIÓN	1
2.1	RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	1
2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN DEL CIMENTO.....	3
2.2.1	<i>Replanteo.....</i>	3
2.2.2	<i>Ensayos de permeabilidad.....</i>	3
2.2.3	<i>Profundidad del tratamiento.....</i>	4
2.2.4	<i>Preparación de los taladros de inyección.....</i>	6
2.2.4.1	Perforación.....	6
2.2.4.2	Rellenos de huecos	6
2.2.4.3	Tratamiento de franjas o zonas de debilidad estructural (fallas geológicas)	7
2.2.5	<i>Programa de inyección en planta</i>	7
2.2.6	<i>Criterios de inyección</i>	7
2.2.7	<i>Controles durante la ejecución.....</i>	9
2.2.8	<i>Control de los resultados</i>	11

Lista de Tablas

Tabla 1: Escalones de presión para ensayos lugeon bajo la presa..... 4

2 TRATAMIENTO FUNDACIÓN

2.1 RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

El terreno se excavará en toda la superficie de apoyo de la presa hasta alcanzar un nivel en el que la alteración de la roca sea mínima, apoyándose sobre lutitas cuarzosas metamorfizadas (pizarras) de la unidad geológica-geotécnica denominada "Formación Cancañiri (Sc)" con un grado de meteorización II según la clasificación de la ISRM 1977. Se prevé una profundidad de excavación mínima de 1 metro en la zona central del cauce y se 0,5 metros en ambas márgenes, eliminando los espesores de suelos flojos representados por las unidades geológicas-geotécnicas de "Depósitos aluviales y fondos de valle (Q)", así como "Depósitos de ladera y coluviones (Qc)", con el fin de que la presa quede encajada en roca suficientemente sana (GM II), regularizándose la superficie para facilitar el hormigonado de los bloques desde cotas bajas.

No se ha considerado la realización de una campaña de consolidación del cimiento, dada la competencia de los materiales del emplazamiento de la presa, desde los posibles puntos de vista de modos de fallo geotécnico (carga admisible, asentamientos y estabilidad). Sin embargo, se proyecta una campaña de inyecciones de impermeabilización del cimiento para corregir las deficientes condiciones de permeabilidad en superficie detectada con los ensayos de permeabilidad Lugeon realizados (los cuales debieron ser realizados en su modalidad Low Pressure Test, es decir alcanzando 5 kg/cm² en escalones progresivos de 2,5 kg/cm² y 10 minutos cada uno, ya que no pudo alcanzarse los 10 kg/cm² por los fenómenos detectados de fracturación hidráulica en el macizo rocoso consecuencia de las familias de discontinuidades presentes y de su continuidad tanto en rumbo como en buzamiento, lo cual genera una porosidad secundaria por fracturación y consecuentemente una permeabilidad del macizo rocoso). La pantalla corta de inyecciones de cemento con taladros próximos, alcanzará una profundidad promedio estimada a efectos de mediciones de 7 metros (longitud que aunque supera las profundidades habituales de entorno al 75% de la altura de la presa, es decir unos 5 m, permite tratar aquellas profundidades entre 4 y 10 m en las cuales se produjeron especialmente fenómenos de fracturación hidráulica durante la realización de los ensayos Lugeon en la campaña geotécnica desarrollada, no obstante el adecuado seguimiento en obra e incluso el campo de pruebas -test- de inyecciones previo será el que permitirá optimizar estas longitudes) por debajo del nivel de cimentación mediante taladros verticales de 2" cada 3 metros, dispuestos al tresbolillo en dos filas, a distancia de 1 metro entre las mismas de forma que se corte cualquier posibilidad de red de flujo subterráneo bajo la presa que pudiera originar inestabilidad por filtraciones, erosión interna del cimiento o pérdida de la capacidad de embalsamiento, a la vez que se reducen subpresiones, caudal de

filtraciones y los gradientes (evitando posibles tubificaciones y arrastres). La primera fila se situará a 0,5 m de la proyección vertical del paramento de aguas arriba. Se ha previsto adicionalmente a efectos de mediciones un 25% de las inyecciones verticales a ejecutar como inclinadas desde aguas arriba en principio si las condiciones de la obra lo permiten en función de los resultados que se vayan obteniendo en obra, de modo que pudieran tratarse franjas de debilidad y sistemas de diaclasamiento a modo de consolidación.

Las inyecciones del cemento dados los valores de permeabilidad obtenidos en los ensayos Lugeon con valores generalizados entre 1-10 unidades Lugeon, recomiendan ejecutar inyecciones de impregnación (aunque puntualmente se han detectado valores por encima de 10 UL que precisarían inyecciones de relleno, por la presencia de fracturas y huecos), considerándose a priori una admisión promedio de aproximadamente 100 kg/ml.

Respecto a los caminos de acceso a la presa, dada la presencia de un macizo rocoso fracturado (diaclasado), con un sistema de juntas que puede ocasionar la presencia de bloques inestables en el frente del talud proyectado, como combinación de la orientación de las juntas y del plano del talud, se ha previsto la necesidad de ejecutar puntualmente un cosido mediante bulones pasivos (de diámetros 25 o 32 mm de barras), combinados con un mallazo más gunitado de 5 cm en el frente del talud, eliminando de este modo potenciales inestabilidades. Este tratamiento es de aplicación también a los taludes de mayor altura que se generaran durante el proceso de excavación de los estribos de la presa. En cualquier caso estos tratamientos exigirán un adecuado y continuo seguimiento geológico-geotécnico a pie de obra para ir adoptando los tratamientos en aquellas zonas que se considere necesario.

Tanto las pantallas de impermeabilización, como los tratamientos de taludes, ..., al ser un aspecto geotécnico, se incluyen en detalle en el correspondiente documento 5.4.2 "Estudio geológico geotécnico emplazamiento presas", correspondiente al proyecto de Khotia Khota.

En el documento de planos, se incluyen secciones tipo detalladas del tratamiento de inyecciones del cemento y de los tratamientos de los taludes.

En el siguiente capítulo se describe sucintamente el procedimiento de ejecución de las inyecciones de impermeabilización.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN DEL CIMENTO

2.2.1 Replanteo

La pantalla de impermeabilización se dispondrá en la vertical del eje longitudinal de la presa.

La pantalla consta de dos filas de taladros situadas al tresbolillo. La primera fila se dispone a 0,5 m del paramento aguas arriba. La segunda fila se dispone paralela a la anterior, a 1 m de separación de la misma. Las perforaciones entre inyecciones de una misma fila se localizan a 3,0 metros de distancia.

Se prevee adicionalmente a efectos de mediciones un 25% de las inyecciones verticales a ejecutar como inclinadas desde aguas arriba en principio si las condiciones de la obra lo permiten en función de los resultados que se vayan obteniendo en obra, de modo que pudieran tratarse franjas de debilidad y sistemas de diaclasamiento sub-verticales a modo de consolidación.

Se preparará un plano de replanteo de cada tramo de inyección, identificando y representando cada taladro en toda su profundidad.

2.2.2 Ensayos de permeabilidad

Se perforarán 5 sondeos de investigación en fase de obra, a su inicio, para comprobar la bondad de los datos de partida, situados en el eje de la presa situados a unos 20,0 m, así pues se ejecutarán en los puntos P-0+018, P-0+039, P-0+060, P-0+081, y adicionalmente se ejecutará una perforación inclinada en el fondo del valle en la margen opuesta y dirigida en sentido contrario al sondeo S-KK-04, para complementar la información de este sector que es el que podría requerir un tratamiento específico.

Los sondeos se corresponderán con un taladro de inyección.

Los sondeos serán de 15,0 m de profundidad. La perforación se realizará a rotación con un diámetro de 75 mm. Se testificará en toda su longitud perforada en roca, registrando la recuperación, grado de alteración, RQD y estado de las juntas.

Durante la perforación de los sondeos se realizarán ensayos Lugeon en tramos descendentes de 5 ml. Por tanto, se dispondrá de 3 ensayos por sondeo en el terreno. Para obtener la permeabilidad del terreno, se obtendrá por debajo del contacto presa-terreno. Se propone que los ensayos se realicen con los siguientes criterios de presión:

PROFUNDIDAD BAJO LA PRESA	ESCALONES DE PRESION (kg/cm ²)
0-5	0-0,5-1-0,5-0
5-10	0-0,5-1,5-0,5-0
10-15	0-1,0-2,5-1,0-0

Tabla 1: Escalones de presión para ensayos lugeon bajo la presa

Las presiones máximas de cada ensayo dependerán de la profundidad total del taladro, considerando el peso de hormigón y roca existente en cada caso. En cualquier caso la presión máxima no será inferior a 1 bar. En el plano de replanteo de cada bloque se presentará una columna de cada sondeo de investigación, con los escalones de presión previstos para cada tramo.

Antes del inicio de los ensayos se comprobará la precisión del caudalímetro, llenando un bidón tarado. También se comprobará la eficacia de los obturadores, intentando inyectar agua en un tramo de tubería en el que se ajusten los obturadores. Los manómetros se calibrarán ex profesamente para la obra. Los manómetros tendrán un fondo de escala adaptado a la presión máxima adoptada en cada ensayo.

2.2.3 Profundidad del tratamiento

En el tramo pantalla analizado se inyectarán todos los tramos en los que la permeabilidad sea mayor de 1 ud. Lugeon, para aquellas prueba realizadas en fase de proyecto y en fase inicial de las obras. En principio, se prevé una profundidad de pantalla de 7 m (esta longitud, como se comentaba, aunque supera las profundidades habituales de entorno al 75% de la altura de la presa, es decir unos 5 m, responde a priori a que permitiría tratar aquellas profundidades entre 4 y 10 m en las cuales se produjeron especialmente fenómenos de fracturación hidráulica durante la realización de los ensayos Lugeon en la campaña geotécnica desarrollada, no obstante el adecuado seguimiento en obra e incluso el campo de pruebas -test- de inyecciones previo será el que permitirá optimizar estas longitudes).

Para decidir la profundidad de la pantalla de inyecciones se seguirá el método GIN (Grouting Intensity Number; G. Lombardi and D. Deere).

No obstante este planteamiento de tratamiento incluye la posibilidad de profundizar la cortina en función de las absorciones que se registren en cada sector del tratamiento. De este modo podría fijarse que los tramos a inyectar serán de 2,5 m,

excepto los dos tramos superiores, pues el del contacto debe subir hasta el menos 0,5 m dentro del hormigón quedando configurados así tomando como referencia "0" el contacto: -0,5 m a 1 m; 1 m a 2,5 m; 2,5 m a 5 m; 5 m a 7,5 m; y así progresivamente en función de los resultados que se vayan obteniendo...7,5 m a 10 m; etc.

De forma paralela y tal y como lo exige el cálculo de estabilidad de la presa, el tratamiento debe aportar resistencia al corte en la interfaz roca-hormigón, lo que se logra mediante inyecciones cementicias en dicho contacto, las cuales además reducen sustancialmente o bien eliminan las filtraciones por dicho contacto, que es la vía de infiltración con mayor gradiente hidráulico. Esta situación requiere que la presa esté construida al momento de realizar las inyecciones de contacto, aportando además la máxima carga que permita aplicar altas presiones de inyección de las que depende la eficacia del tratamiento (impermeabilización-consolidación-contacto).

Para conseguir este fin, se recomienda ejecutar las perforaciones antes de colocar el hormigón, e inyectar los tramos inferiores dejando el último tramo de 1,5 m de longitud (-0,5 m a 1 m) dirigidos hacia aguas abajo desde donde se realizarían posteriormente las inyecciones. La conexión con el pozo debe estar provista de un dispositivo que evite que el pozo sea obturado por la lechada de hormigón y que al mismo tiempo permita que la lechada de inyección fluya por el contacto. En caso de que las absorciones en el contacto indiquen la necesidad de reforzar algún sector con perforaciones adicionales, se las realizaría desde aguas arriba dada la escasa distancia a los puntos de tratamiento.

Para un adecuado tratamiento de consolidación, al momento de realizar las inyecciones se deberá contar al menos con 5 m de altura de la presa sobre el sector a consolidar, para que se disponga de carga suficiente de hormigón que se oponga al efecto de levantamiento provocado por las presiones de inyección. Para que esto sea posible se conectará cada perforación a un conducto de polietileno o polipropileno de 25 mm de diámetro PN25 y se extenderá hacia la base del paramento de aguas debajo de la presa, desde donde posteriormente será inyectada. Esto se deberá disponer de manera muy ordenada, identificando cada conducto con un rótulo, para tener perfectamente en claro el punto que se esté inyectando.

Las conducciones deberán cumplir dos funciones principales: permitir que el hormigón de regularización que las recubra no ingrese a las perforaciones ni aplaste las tuberías, y que permita la salida de la lechada en el contacto presa-roca en el momento de la inyección. Estas conducciones una vez instaladas, serán cubiertas con el hormigón H-12 de contacto de la fundación.

2.2.4 Preparación de los taladros de inyección

2.2.4.1 Perforación

Una vez decidida la profundidad de la pantalla en cada tramo, se perforarán taladros cada 6 ml, de diámetro 2", conforme al plano de replanteo. Todos y cada uno de los taladros limpiarán con agua a presión desde el fondo, hasta que salga limpia. Una vez perforados y limpios, se obturarán los taladros en su boca.

2.2.4.2 Rellenos de huecos

No es previsible esta situación a priori dada la geología del emplazamiento, no obstante se ha considerado recomendable su inclusión por si se diera algún supuesto de zona de peor calidad y que precisara algún tratamiento específico. En el caso de detectar un hueco en una perforación se procederá a su relleno con mortero de cemento y arena. Para ello se empleará una dosificación a partes iguales en peso de cada elemento:

Dosificación mortero en peso agua: cemento: arena = 1:1:1.

El relleno se realizará obturando antes y después el hueco. En todo caso, la manera de obturar se decidirá en función de la profundidad y altura del hueco. Durante la inyección de mortero estarán abiertos los obturadores en cabeza de las perforaciones próximas. En caso de producirse una comunicación se cerrará el obturador correspondiente.

Si en una fase de inyección se consume más de 500 litros de mortero, se interrumpirá la inyección, se cerrará el obturador y se reanudará el trabajo a las 10 horas. Se considerará relleno el hueco cuando se alcance una presión de 3 kp/cm².

Al día siguiente de finalizar la inyección de mortero, se reperforará el taladro afectado y todos los que hubieran comunicado con él. Una vez perforados se limpiarán con agua a presión y se obturarán en cabeza.

En los huecos en los que no se consiga rellenar con lechada, se reperforará el taladro con el diámetro adecuado para disponer de una manguera de hormigonado hasta la cota del hueco y se hormigonará. Se empleará hormigón tipo de pilotes, con cono 16-20, tamaño máximo de árido 20 mm y 250 - 300 kg/m³ de cemento.

Si se detecta un hueco en varios taladros contiguos se realizará un estudio específico de su relleno.

2.2.4.3 *Tratamiento de franjas o zonas de debilidad estructural (fallas geológicas)*

En caso de altas absorciones que pudiesen ocurrir se presentara una franja de intenso fracturamiento, por ejemplo en una falla en el centro del valle, la metodología de inyección debe incluir el suspender la misma por unas horas, dejar fraguar, y luego retomar el proceso de inyección, todo ello en sucesivas etapas. Debe considerarse que se inyectarán lechadas estables de baja relación agua/cemento.

En el caso de ocurrencia de fallas en superficie, el tratamiento dental a realizar deberá contemplar la eliminación de todo material de falla o intensamente fracturado en una profundidad equivalente al doble del ancho de la franja afectada.

2.2.5 Programa de inyección en planta

Se prevé inyectar las perforaciones que están separadas entre sí 3 m, en dos series alternas de 6 m de separación. Así, una primera serie sería la impar y la siguiente la par. En el primer tramo de pantalla es indiferente el extremo por el que se empiece. En los siguientes, se empezará por la perforación situada a 6 m del último taladro inyectado de un tramo contiguo.

En cada serie de taladros inyectados a 6 m de separación, se pueden inyectar simultáneamente varios taladros a la vez. Los taladros que han servido de sondeos de investigación, se inyectarán en toda su profundidad. En el plano de replanteo de cada tramo de pantalla se especificará el orden de ejecución de las inyecciones.

2.2.6 Criterios de inyección

Se adopta el método GIN (Grouting Intensity Number; G. Lombardi and D. Deere), como criterio de ejecución y control de las inyecciones. Este consiste en emplear una única lechada estable en todo el proceso de inyección. El criterio de admisión se fija con un valor constante del producto de presión por volumen. De esta manera se controla tanto la inyección de bajos volúmenes a alta presión como de grandes volúmenes a baja presión.

En cada perforación se realizará la inyección en tramos ascendentes de 2,5 ml. En el último tramo se obturará por encima del contacto presa-terreno. Se prevé emplear un único tipo de lechada estable, inyectada a altas presiones y muy bajo caudal, controlando en tiempo real la evolución de cada tramo sometido a inyección, con las siguientes características:

-
- | | |
|--|-------------------------|
| ▪ Densidad Baroid: | 1,63 gr/cm ³ |
| ▪ Viscosidad Marsh (cono de Marsh Ø 4,7 mm): | 36 segundos |
| ▪ Cohesión relativa (placa 10x10 cm) : | 0,09 gr/cm ² |
| ▪ Decantación a las 2hs: | 3,3 % |
| ▪ Resistencia a la compresión simple (7 días): | 8 MPa |
| ▪ Resistencia a la compresión simple (28 días): | 13 MPa |

Se recomienda una única lechada estable con relación agua-cemento igual o inferior a 0,7, fluidificándose las mezclas con aditivos, definiéndose como lechada estable aquella en que el porcentaje de agua aflorada en una probeta de 1000 cm³ de capacidad y 6 cm de diámetro no es superior a 5% a las dos horas de preparada.

En concreto se proponen los siguientes criterios de inyecciones:

- GIN = 2000
- P_{máx} = 10 kg/cm²
- Vol_{máx} = 1500 l/m

Si en un tramo de un taladro se alcanza la admisión máxima para presiones inferiores a la máxima del tramo, se reinyectará al día siguiente, hasta un máximo de 2 reinyecciones.

Si en un tramo de un taladro no se consigue superar la presión mínima en las dos reinyecciones, se realizarán nuevas fases de inyección con mortero de cemento y arena, con igual dosificación que la indicada anteriormente.

Durante la inyección de una perforación se mantendrán abiertos los obturadores de boca de los taladros próximos. En caso de producirse una comunicación, se cerrará el obturador correspondiente y se registrará la incidencia. Antes de su inyección, el taladro comunicado se reperforará y se limpiará.

Se considerará que un taladro es singular cuando en su conjunto o en varios tramos contiguos, se alcance la admisión máxima en la segunda reinyección, sin alcanzar la máxima presión correspondiente a su profundidad. Además, se considerará como indicio de singularidad un taladro comunicado con los contiguos.

Una vez realizadas las inyecciones de un tramo de pantalla, se analizarán los taladros que han resultado singulares. En las zonas y profundidades que se considere necesario, se dispondrán taladros intermedios con los existentes, y de la profundidad en la que se han detectado las anomalías. Estos taladros se inyectarán con iguales criterios que los anteriores.

Los criterios de admisión se adaptarán a la obra según avance el conocimiento del terreno en los sucesivos tramos de pantalla.

Se controlará permanentemente las superficies de hormigón y de la roca adyacente al punto de inyección, para verificar si se presentan anomalías tales como desplazamientos, fisuras, fugas de lechadas, etc.

El proceso de inyección se realizará siguiendo los conceptos establecidos en el método "Grouting Intensity Number" (G.I.N), y la intensidad de la inyección o curva límite más arriba definida para cada sector podrá ser modificada de acuerdo a la nueva información geológica que se obtenga durante la marcha de los trabajos.

El caudal deberá mantenerse sin cambios bruscos que provoquen un aumento repentino de la presión y el consiguiente bloqueo de la inyección. Deberá, por lo tanto, mantenerse constante entre 2 y 10 litros/minuto y solamente podrá superarse ese valor si la magnitud de la absorción es tal que el producto $P \times V$ (presión \times volumen) se mantiene por debajo del 25% del GIN establecido y la presión se mantiene por debajo del 33% de la presión máxima.

Aun así, bajo ninguna circunstancia podrá superarse el caudal de 50 litros/minuto.

Cualquiera sea la respuesta de la roca, el caudal de inyección en todo el proceso no podrá ser superior a 50 litros por minuto ni inferior a 2 litros por minuto.

En cada tramo a inyectar se sobrepasará levemente la presión establecida por la curva de inyección GIN, verificando durante cinco minutos -a partir de la interrupción del bombeo- la evolución de la disipación de la presión; si se registra una caída por debajo de la curva GIN se reiniciará el bombeo las veces que sea necesario para que la inyección se mantenga durante cinco minutos en la curva GIN o ligeramente en su entorno. No se des-obturará el tramo hasta que este fenómeno sea verificado, o bien se alcance el volumen máximo establecido. De observarse la caída de presión habiéndose superado el volumen máximo, se procederá a suspender la inyección y se desobturará, no pudiéndose inyectar el tramo siguiente hasta dos horas de ocurrido el evento.

En ningún caso se permitirá la inyección de agua u otro material que no sea la mezcla única aprobada.

2.2.7 Controles durante la ejecución

La presión y el caudal de inyección se controlarán con manómetros y caudalímetros situados en boca de taladro. Estos se calibrarán ex profesamente para la obra. Los obturadores se probarán como se ha indicado para las pruebas de permeabilidad.

La densidad de cada amasada de lechada o mortero se comprobará con báscula de Baroid.

Se mantendrá un registro de cada taladro, desde la perforación hasta la inyección. Cada perforación se identificará con su número de tramo de pantalla y número de serie dentro del tramo.

Se registrarán las incidencias durante la perforación (pérdida de agua, profundidad y potencia de huecos) y el consumo de agua en la limpieza. Durante la inyección se registrarán todos los escalones de presión y admisión, así como, cambios de lechada a mortero, en todos los tramos y fases de inyección. Igualmente se registrarán las comunicaciones tanto en el taladro que se inyecte como en el comunicado.

Durante la inyección de cada fase de cada tramo de cada taladro, se registrará el caudal de inyección y la presión y volumen de lechada. Los cambios de régimen se registrarán cada vez que cambie la presión. Si la presión se mantiene consistente, se registrará cada 5 minutos el caudal, el volumen de lechada acumulado y la presión.

En resumen, el control de la eficacia del tratamiento debe hacerse mediante el análisis de la reducción de absorciones hasta alcanzar el volumen crítico que resulta de la definición del Número GIN o curva de intensidad del tratamiento. Se evitará toda inyección de agua posterior al tratamiento pues ya se ha verificado que por su mayor penetrabilidad tales inyecciones deterioran el tratamiento.

Se dispondrá de un sistema informático para el seguimiento diario de los resultados de las perforaciones, el control del proceso de inyección, el procesamiento y la presentación de toda la información producida. Este sistema será alimentado diariamente con todos los datos sobre perforaciones e inyecciones, permitiendo un seguimiento continuo de los trabajos realizados, y la elaboración del informe de inyección de cada tramo inyectado. El proceso de inyección, estará controlado gracias al sistema automático de adquisición y procesamiento de datos mediante computadora, que realizará por lo menos las siguientes funciones:

- Almacenar y procesar la información proveniente de los captores (presión y caudal instantáneo);
- Graficar y mostrar en el monitor en tiempo real la evolución de los principales parámetros del proceso de inyección (caudal, presión y volumen), y la curva GIN que establece el límite de la inyección.
- Permitirle al operador suspender el proceso de inyección cuando observe que se ha alcanzado la curva GIN definida, y se mantiene la presión durante cinco minutos en ese valor o en su entorno, o bien cuando observe un fenómeno de hidrogateo.

El Informe de cada tramo inyectado contendrá la siguiente información:

- N° de orden de la planilla.
- Fecha de la inyección.
- N° de la perforación inyectada y su ubicación.
- Cota de boca de perforación inyectada.
- Tramo inyectado identificado por sus cotas o bien profundidad del pozo.
- Gráfico de la evolución de la inyección de cada tramo.
- Tiempo de inyección de cada tramo.
- Tipo de lechada.
- Resultados de la medición de propiedades de las mezclas (densidad, viscosidad, sedimentación y cohesión), obtenidos en cada preparación de mezcla.
- Presión media y final.
- Volumen final.
- Caudal medio y final.
- Identificación de probetas extraídas en condiciones de ensayo
- Observaciones.

Los informes correspondientes a todos los tramos inyectados en una jornada de trabajo, serán presentados en una versión impresa y una versión digital.

2.2.8 Control de los resultados

Como ya se ha indicado, previamente a la ejecución de las inyecciones se preparará un plano en el que se indique para cada tramo de pantalla:

- Replanteo de taladros y sondeos de control previo.
- Identificación y numeración de cada taladro
- Resultados de los ensayos de permeabilidad en sendos perfiles de los sondeos de control, indicando las permeabilidades tramo a tramo.
- En caso de detectarse, resultado del relleno de huecos en los taladros en que se detecten, presentando un perfil del taladro y consumo del mortero.

Durante la ejecución de las inyecciones se trasladará a diario gráficamente a un plano los partes de registro de cada taladro. Se preparará un plano en el que se representen en planta todos los taladros de un tramo de pantalla. En cada taladro se indicará la fecha de cada fase de inyección, así como las comunicaciones con los contiguos.

En cada taladro y para cada tramo de inyección se representará la admisión y la presión máxima alcanzada en cada fase de inyección. También se indicarán los tramos en los que se ha producido comunicación.

Se prepararán gráficos presión-volumen de lechada. Cada tramo y fase será una curva en la que se representará la evolución de la inyección, según se va acumulando volumen de lechada y varía la presión.

En caso de densificación de la malla de perforaciones se prepararán los planos necesarios.

Es muy importante que estos planos se actualicen día a día, con los resultados del día anterior. De esta manera se podrá aclarar los posibles errores o contradicciones de los partes; y disponer de información clara y actualizada.