

OSEPSA

OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS, S.A.

SISTEMAS Y MÉTODOS DE EJECUCIÓN PARA LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CANALES HIDRÁULICOS



CANAL

REPARACIÓN CON HORMIGÓN PROYECTADO

Cuando el paramento del Canal presenta deterioros del tipo: hormigón degradado, grietas de dimensiones y densidad no excesiva, pequeños desconchones, que hacen necesaria su reparación, pero que por el contrario puede servir como soporte, se opta, en lugar de por demoler y construir revestimiento nuevo, por la proyección de una capa de Gunita (Hormigón Proyectado) que refuerce e impermeabilice el paramento existente. Mención aparte merece el caso, habitual en Canales con tramos de revestimiento de gunita deteriorado, donde se procede al arranque de esta gunita y a la proyección de una nueva capa.

A continuación, describimos el desarrollo de los trabajos:

➤ **DESBROCE DE CAMINO DE SERVICIO Y/O BANQUETA:**

Una vez definida la zona de actuación, se procederá al desbroce de la coronación del canal en una anchura suficiente para que esta vegetación no interfiera con la proyección de gunita y condicione el acabado final, este desbroce se realizará por medios mecánicos y/o manuales en caso de que el espacio sea escaso.

➤ **ARRANQUE DE GUNITA EXISTENTE DETERIORADA (CUANDO ES EL CASO):**

Seguidamente se procederá al arranque de la gunita en mal estado. Se realizará con el cazo de una excavadora. Posteriormente se cargará y transportará a vertedero autorizado.



Arranque de gunita deteriorada en el Canal de Aragón y Cataluña

➤ **LIMPIEZA CON AGUA A PRESIÓN:**

Fundamental para una buena ejecución de un Gunitado es la limpieza del soporte. Para ello, procederemos a la limpieza de los mismos mediante equipos de limpieza de alta presión con hasta 300 atm de presión. Se iniciará la limpieza por los hastiales de arriba hacia abajo y posteriormente se limpiarán las soleras, repasando los hastiales para limpiar las impurezas salpicadas al limpiar la solera.

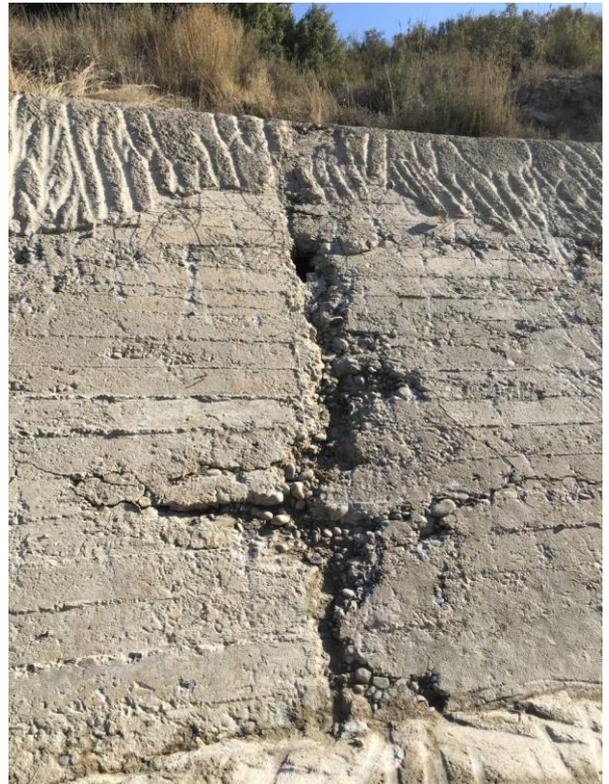


Limpieza con agua a presión en el Canal de Aragón y Cataluña

Esta limpieza genera en la solera acumulación de agua y del material procedente de la limpieza. En el caso de acequia pequeñas, esta mezcla es arrastrada por la propia agua a presión. Por el contrario, cuando la dimensión del canal lo permite es una minicargadora con barredora la que se encarga de arrastrar residuos hasta el exterior de la zona de trabajo. Posteriormente por unos u otros medios se extrae el material fuera del canal y es transportado a vertedero autorizado.

➤ **REPARACIONES Y PREPARACIONES PREVIAS:**

Una vez limpio el paramento se realizará una inspección para valorar la necesidad o no de realizar reparaciones previas en el paramento. Estas reparaciones consisten fundamentalmente en el sellado de grandes fisuras (con diferentes tipos de mortero dependiendo de su naturaleza) y el relleno de huecos previo saneo de blandones





Relleno de huecos.

Tanto en el inicio como en el final del tramo a gunitar se realizan unas rozas, para que la unión sea óptima y el agua no se introduzca por debajo de la gunita y la acabe levantando.



Roza en solera de canal.

En la coronación, y a unos 10-15 cm de la cabeza del talud, se colocará un encofrado "copiando" la forma original del canal.



Gunitado en el Canal de Aragón y Cataluña en la localidad de Tamarite de Litera

Tanto en el hastial como en la solera se colocarán unos regles metálicos cada 6 ml para generar el hueco donde se ejecutará la junta de dilatación. Intercalados a estos se colocarán otros regles. Tanto unos como otros, tendrán un canto igual al espesor que se desea ejecutar y así servirán como guía.

➤ **COLOCACIÓN DE MALLAZO:**

Con la superficie limpia y reparada, es el momento de colocar el mallazo que de mayor rigidez y soporte al mortero proyectado.

El mallazo utilizado es de diferentes cuadrícula y diámetro dependiendo de los requerimientos, aunque lo habitual es utilizar el 30x15xØ5.

Inicialmente se colocará el mallazo de los hastiales y 1 m de solera, ya que se gunitarán en una primera fase los hastiales y en una segunda, las soleras (se explica en su epígrafe). Una vez gunitados los hastiales se colocará el mallazo de solera atado al existente (solape con hastial). En el caso de acequias o canales con sección reducida se procederá a la colocación a sección completa del mallazo, ya que el gunitado de la sección completa será en una sola fase.



Solape de mallazo para solera en el PK 26+800 del Canal de Aragón y Cataluña

Una vez extendido y colocado, respetando los correspondientes solapes y zonas de juntas libres de acero se procederá a su fijación al paramento. Esta fijación la realizamos un sistema compuesto por Grapa metálica X-FB de diferentes diámetros (16 o 20 mm) ancladas por Clavo de gas X-GN 27 MX (todo ello marca comercial HILTI). Este sistema al dejar el mallazo con libertad posibilita que este se separe del paramento y así garantiza que el mallazo tenga el recubrimiento necesario en todo su perímetro.

La densidad de estos anclajes será de 2 Ud./m² además se anclará en los puntos perimetrales y en los puntos de inflexión.



Detalle de sujeción del mallazo a la superficie de hormigón existente, sobre la que se ha de gunitar.



Solera y laterales con mallazo preparados para comenzar el gunitado a la salida del Acueducto de Tardienta en el Canal de Monegros.

➤ **PROYECCIÓN DE LA GUNITA:**

La proyección de gunita se puede realizar por vía seca o por vía húmeda. OSEPSA tiene en propiedad equipos de ambos tipos, aunque el gunitado por vía seca ha quedado prácticamente en desuso.

Por lo tanto, se plantea la proyección del mortero mediante vía húmeda, siendo el equipo utilizado una PUTZMEISTER P-715D.

Antes de iniciar la proyección se procederá a la inspección del paramento para comprobar que está limpio, de no ser así se procederá a su soplado con aire desde la misma boquilla de proyección. Para una adherencia óptima el paramento debería estar húmedo, pero mojado.

La proyección se realizará desde una cesta telescópica, que se desplazará, en el caso de acequias y canales pequeños por la banqueta, y en el caso de los canales de gran sección por la propia solera (razón por la cual no se puede colocar el mallazo de la misma hasta estar completado el gunitado de los hastiales). La razón de la proyección desde la cesta, es que de esta manera facilitamos que, tanto el ángulo como la distancia de proyección es la recomendada. La distancia recomendada de proyección es entre 100 cm y 150 cm, que es donde se consigue el punto óptimo entre rechazo y grado de compactación. El ángulo óptimo de proyección de 90° con respecto al paramento a revestir.

El tipo de mortero más habitual es el MP/25 (28) TIPO III, con una dosificación de cemento CEM I-42,5 R de 350 Kg/m³, aunque dependiendo de la climatología, tiempo de fraguado requerido y composición del terreno (o del agua) se pueden o deben utilizar cementos tipo CEM I-52,5 o cementos tipo SR.

Los áridos a emplear en el hormigón proyectado se obtendrán por la selección y clasificación de materiales naturales o de machaqueo, o por una mezcla de ambos. Las arenas más finas favorecen la retracción mientras que las más gruesas incrementan el porcentaje de rebote. Los áridos estarán compuestos de partículas limpias, duras, resistentes, con una calidad uniforme. El empleo de áridos finos o gruesos, o una mezcla de ambos, se hará de acuerdo con el espesor a aplicar en el hormigón proyectado. El contenido en áridos superiores a 8 mm no excederá el 10%, hecho que implica trabajar con elevadas cantidades de fracción 0/5 (entre 70-80%).

El contenido en finos se situará entre el 4 y el 8%. Se define como árido fino, el material compuesto por partículas duras y resistentes, del que pasa por el tamiz nº 4 ASTM un mínimo del 95 % en peso. Este árido fino estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis del cemento. Se define como árido grueso, la fracción de árido mineral de la que queda retenida en el tamiz nº 4 ASTM un mínimo del 70% en peso. Los áridos gruesos podrán ser rodados o de machaqueo. Las curvas granulométricas a utilizar en el mortero u hormigón proyectado son: 0-8, 0-12, y 0-15, incluidas en la Norma UNE 83607.

El agua de amasado debe estar limpia y libre de sustancias que puedan dañar al hormigón o al acero, y estará constituida por la añadida directamente a la amasada, y por la procedente de la humedad de los propios áridos. La relación agua cemento será inferior en cualquier caso 0,40 y 0,45, empleando para ello aditivos superplastificantes/reductores de agua de alta actividad de modo que la consistencia media por asentamiento en el cono de Abrams se sitúe entre 15 y 20 cm (consistencia fluida) con la mínima agua requerida.

Los aditivos y adiciones más empleadas en el hormigón proyectado por vía húmeda son los acelerantes (líquido ó en polvo), los superplastificantes, el humo de sílice (polvo ó slurry), los estabilizadores de fraguado, los reductores de rebote, las fibras de acero o polipropileno y las cenizas volantes.

El humo de sílice tiene un elevado poder puzolánico, e incrementa propiedades al hormigón como la impermeabilidad, la resistencia ante el ataque por sulfatos, resistencia a las heladas, etc. La adición de humo de sílice estará comprendida entre 5% y el 10% sobre el peso de cemento. Se controlará especialmente la ausencia de sustancias químicas que puedan provocar reacciones incontroladas con otros componentes del hormigón.

El empleo de superplastificantes es imprescindible para obtener trabajabilidades aceptables con relaciones agua/cemento inferiores a 0,4 – 0,45 y deberán emplearse dosificaciones superiores a las empleadas en hormigones convencionales, debido a la elevada cantidad de arena empleada, y teniendo en cuenta el empleo de humo de sílice. En caso de ser necesario se utilizarán anticongelantes.

El método de vía húmeda requiere la adición de acelerantes/activadores en boquilla. El efecto primario de este tipo de aditivos es el de reducir la consistencia hasta el punto de provocar un fraguado casi instantáneo. Está expresamente prohibido el uso de acelerantes a base de aluminatos o silicatos, empleándose exclusivamente el álcali-free.

El mortero se bombea mediante bomba de pistón hasta la boquilla de proyección, donde se halla la reducción de sección. En la boquilla se añade aire a una presión aproximadamente de unos 10 bares y a razón de 12 m³ por minuto. Con ello se consigue incrementar la velocidad del mortero y así mejorar el grado de compactación y adherencia a la superficie sobre la que se proyecta.

Por lo general, el gunitador trabajará de abajo a arriba, e irá rellenando las armaduras, de tal manera, que queden completamente embebidas en el gunitado evitando por un lado la aparición de arenas sueltas detrás de los redondos y por otro procurando que las armaduras tengan un recubrimiento mínimo de 3 cm.

El espesor total de gunita será de entre 5 cm y 7 cm, ejecutándose en dos capas. La primera tendrá entre 3 y 5 cm de espesor. Cuando esta haya adquirido una consistencia optima y sin llegar nunca a estar seca se procederá a la proyección de la 2ª capa de unos 2 cm de espesor. En esta última capa, si así se requiere, el árido puede tener una granulometría menor, para así conseguir un acabado más "fino".

En la última capa de gunita se proyectará, en caso necesario, con fibras de polipropileno en una dosificación de unos 0,6 kg /m³ con el fin de evitar la microfisuración durante el fraguado.



Trabajos de gunitado en el Canal de Gavet.



Gunitado con minirobot en el interior de túnel.



Gunitadora Putzmeister P-715D en el canal de Gavet



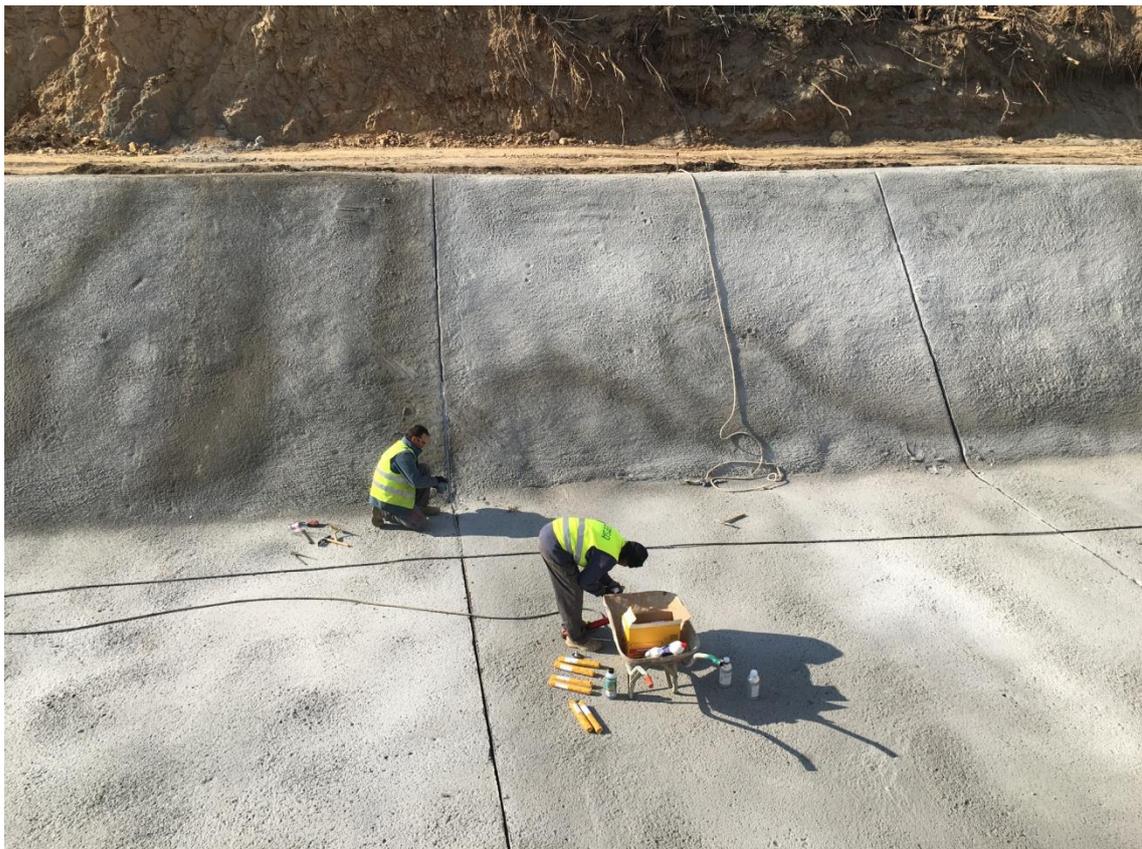
Proyección de mortero en el canal de Gavet



Fratasados de gunita en el Canal de Gavet.

➤ **EJECUCION DE JUNTAS:**

Una vez finalizado la proyección del mortero, se procede a la retirada de los regle de junta (los de guía ya han sido retirados durante la proyección). Transcurrido un periodo en el cual la gunita ya ha adquirido una cierta resistencia (y dependiendo también de la premura) se procederá al sellado de la junta de dilatación por el método elegido (junta asfáltica o masilla de poliuretano)



Ejecución de juntas en canal.

A continuación, mostramos unos ejemplos de tramos gunitados en diferentes canales:



Tramo gunitado en el Canal de Aragón y Cataluña.



Tramo gunitado en el Canal de Monegros.



Tramo gunitado en el Canal de Gavet

REPOSICIÓN DE CAJEROS Y SOLERAS ROTAS

En el caso en el que el deterioro de los paramentos (hastiales y/o soleras) sea tal que con un revestimiento de gunita no sea suficiente para reponer la operatividad del tramo, se procederá a la demolición y posterior hormigonado del tramo en mal estado.

En su caso, y dependiendo de la geometría del tramo a reparar, se deberá realizar un levantamiento topográfico de la zona para así poder replantear posteriormente y que el resultado final sea una "copia" del inicial.

➤ **DEMOLICIÓN DE HASTIALOS Y/O SOLERA:**

La demolición se realizará con un martillo picador montado sobre una excavadora giratoria, retroexcavadora o mini giratoria según sea el caso.

Se tendrá especial cuidado en esta operación para no dañar más superficie de la necesaria, en su caso los bordes deberán ser demolidos manualmente.

Los materiales procedentes de la demolición se utilizarán para el relleno, en caso de que no se desee usar esta opción, se trasladarán a un acopio para su futura utilización o a una planta de tratamiento de áridos para su reutilización.



Demolición de soleras en mal estado en el Canal de Piñana.

➤ **EXCAVACIÓN Y SANEAMIENTO DE TERRENO BAJO HASTIALES Y SOLERAS**

Finalizada la demolición se observará el estado del terreno soporte. En caso de que sea buen terreno, se excava y nivelará hasta que tenga la cota deseada para la ejecución de la cimentación o directamente del paramento.

En contra de lo deseable, si lo que aparece son fangos o suelos intolerables, se hace necesario excavar hasta extraer el material en mal estado.

Si el espesor de fango fuese muy grande, una solución aplicada con éxito es el vertido de piedras de escollera o los bloques de la propia demolición que hemos comentado, las cuales por densidad bajan hasta el terreno duro y hacen ascender los lodos (que se van extrayendo). Una vez asentadas las piedras, se forma un hormigón ciclópeo vertiendo un hormigón líquido que rellena los huecos entre las mismas.



Extracción de lodos y regularización en el Canal de Monegros.

En caso de que la profundidad de saneo llegue a generar problemas de ejecución se deberá plantear la ejecución de algún tipo de cimentación profunda (pilotes, micropilotes, etc.)

Llegados a terreno óptimo comenzaremos el relleno. Iniciaremos con los restos de hormigón en masa de la demolición, que, al ser un residuo inerte, se pueden aprovechar de cimentación. Para esto, se rompe en bloques de tamaño adecuado y se colocan correctamente distribuidos. En caso de no ser suficiente se procederá al relleno con bolos de mayor a menor granulometría cuanto más arriba este la capa de relleno.

En el caso de las soleras y de algunos "pies" de talud, si se requiere, se puede colocar un tubo dren recubierto con material filtrante (bolos) y recubierto todo con una lámina geotextil.



Relleno con zahorras y lamina geotextil en el Canal de Monegros.

Preparado el soporte distinguiremos entre diferentes soluciones de hormigonado que utilizamos para adaptarnos a diferentes problemáticas, secciones y geometrías:

1º SOLUCION: ACEQUIA O CANAL (DIMENSIONES REDUCIDAS) A SECCION COMPLETA

Se ejecutan por el método de paños alternos (avances-cierres) de 5 ml de longitud, que consiste en hormigonar tramos de 5 ml alternos un día y al siguiente los intermedios que quedaron sin hormigonar.



➤ **ENCOFRADO**

Se realizará con tablonces de madera (ocasionalmente metálicos) del canto igual al espesor de hormigón requerido (entre 15 y 20 cm), sujetos con tochos de corrugado, que se adaptaran a la geometría necesaria. Una vez seco el hormigón se retirarán y se volverán a colocar para su siguiente uso.

➤ **COLOCACIÓN DE MALLAZO:**

El mallazo utilizado es de diferentes cuadrícula y diámetro dependiendo de los requerimientos, aunque lo habitual es utilizar el 20x20xØ8. Una vez extendido y colocado, respetando los correspondientes solapes y zonas de juntas libres de acero) se procederá a su fijación al suelo.

Esta fijación se realizará mediante varillas corrugadas ancladas al suelo en una densidad de 2 Ud./m² que impida su levantamiento y un separador de hormigón que haga que no se aplaste y de esta manera la armadura tenga su recubrimiento mínimo.

➤ **HORMIGONADO**

El hormigón habitualmente utilizado es en HA-25/P/20/IIa, con cemento CEM I-42,5 R, aunque dependiendo de factores se puede utilizar HA-30, cementos tipo SR, etc. El hormigón tendrá una consistencia dura-plástica para evitar que al verterlo se deslice por el talud.

Además, dependiendo de la climatología se añadirán los correspondientes aditivos (acelerantes, retardantes, protectores solares, etc).

➤ **RODILLO VIBRO-GIRATORIO**

El extendido y fratasado del hormigón se llevará a cabo con rodillo vibrogiratorio apoyado sobre dos guías, que hacen la función de encofrado, y sujeto al brazo de una excavadora que lo dirige y controla, haciendo que se deslice girando sobre ellas desde la solera hacia la parte superior, tantas pasadas como sean necesarias hasta conseguir un acabado y grado de compactación óptimo.

Gracias al giro de este rodillo sobre un eje excéntrico, se logra que vibre y compacte el hormigón dotando así al mismo de un alto grado de impermeabilidad (se han realizado ensayos de compactación óptima hasta 14 cm de espesor).

Por otro lado, la rotación del rodillo hace que fratasé la superficie de hormigón, dejando un acabado totalmente liso.



OSEPSA dispone de 2 equipos rodillo de extendido con diferentes longitudes, para adaptarnos a todas las circunstancias

2º SOLUCION: SOLERA HORMIGONADA



Se ejecutan habitualmente de manera denominada "solera corrida". Consiste en el hormigonado mediante bomba de toda la longitud de solera a ejecutar y posteriormente cuando el hormigón ha adquirido cierta consistencia proceder al corte de las juntas.

➤ **ENCOFRADO:**

En este caso no es necesaria la realización de encofrado, puesto que el perímetro de hormigonado está delimitado por los hormigones "viejos".

Para controlar el espesor, que estará entre 20 y 25 cm se procederá al replanteo con varillas corrugadas que nos darán la cota de hormigón.



➤ **COLOCACIÓN DE MALLAZO:**

El mallazo utilizado es de diferentes cuadrícula y diámetro dependiendo de los requerimientos, aunque lo habitual es utilizar el 20x20xØ8.

Una vez extendido y colocado, respetando los correspondientes solapes y zonas de juntas libres de acero) se procederá a su fijación al suelo. Esta fijación se realizará mediante varillas corrugadas ancladas al suelo en una densidad de 2 Ud/m² que impida su levantamiento y un separador de hormigón que haga que no se aplaste y de esta manera la armadura tenga su recubrimiento mínimo.

➤ **HORMIGONADO**

El hormigón habitualmente utilizado es en HA-25/P/20/IIa, con cemento CEM I-42,5 R, aunque dependiendo de factores se puede utilizar HA-30, cementos tipo SR, etc.

El hormigón como se explicaba anteriormente se ejecutará por medio de una Autobomba. El hormigón tendrá una consistencia plástica-blanda para facilitar su bombeo. Además, dependiendo de la climatología se añadirán los correspondientes aditivos (acelerantes, retardantes, protectores solares, etc.).

En este caso, es fundamental la habilidad del operario que maneja la bomba para que reparto del hormigón sea lo más homogéneo posible y así facilitar la labor de fratasado.

➤ **REGLA VIBRANTE**

El extendido y fratasado del hormigón se llevará a con una regla vibrante, guiándose por los puntos marcados anteriormente.



Acabado con regla vibrante



Ejecución de juntas en solera.

Indicar que en esta solución existe una variante que será la **EJECUCION DE SOBRESOLERAS**. Se opta por esta solución cuando la solera presenta deformación y patologías que requieren su refuerzo y además, el canal en ese tramo, presenta una pendiente y un resguardo tal que la capa de hormigón (10-12 cm) a verter no mermara la capacidad portante del tramo.

El proceso constructivo sería el mismo que el de la solera corrida, desarrollado anteriormente, con la variación de que en este caso en lugar de demolición y saneo, se procederá al arranque de hormigones sueltos y posteriormente limpieza con agua a presión (como en la solera para gunitado).

3º SOLUCION: SOLERA HORMIGONADA - HASTIALES GUNITADOS

Esta solución se utiliza para zonas donde los hastiales no han perdido su valor estructural, pero presentan mal estado de conservación, y son las soleras las que se requiere de su restitución total.



Ejemplo de solera en pésimo estado (hundimientos, oquedades, etc.), pero hastiales solo con necesidades revestimiento de gunita

En estos casos se sigue para la preparación del soporte, en los hastiales el mismo proceso desarrollado para las reparaciones con hormigón proyectado, y en la solera el desarrollado para reposición de soleras.

Una vez listo el paramento se procederá a la colocación del mallazo y proyectado como se desarrolla en el proceso reparaciones con hormigón proyectado.



Gunitado el hastial, y previa re-limpieza de la solera se procede a colocar el mallazo de solera. y continuar el proceso según se desarrolla en la 2º Solución: Soleras continuas.



Mallazo colocado en solera y hormigonado con bomba.



Acabado final de solera ejecutada.

4º SOLUCION: HASTIALES HORMIGONADOS

Esta solución se plantea cuando nos encontramos con una solera en perfecto estado y un hastial que por diferentes patologías ha perdido su funcionalidad.

El proceso es el mismo que en el caso de la sección completa: DEMOLICION-SANEO-ENCOFRADO-MALLAZO-HORMIGONADO-RODILLO VIBROGIRATORIO.



Demolición de hastiales.



Reperfilado del terreno y hormigonado y fratasado con rodillo.



Rodillo fratasador propiedad de OSEPSA.

5º SOLUCIÓN: SECCIONES SINGULARES

En el canal también se encuentran elementos singulares que modifican la geometría rectilínea del mismo y que obliga a ejecutar estas reconstrucciones de forma artesanal. Un ejemplo de estos casos son los paraboloides.



Reconstrucción de paraboloides en el canal de Zaidin.



Reconstrucción de la transición tipo paraboloides en el PK 38+800 del canal de Zaidin.

SELLADO DE VARIOS TIPOS DE JUNTA

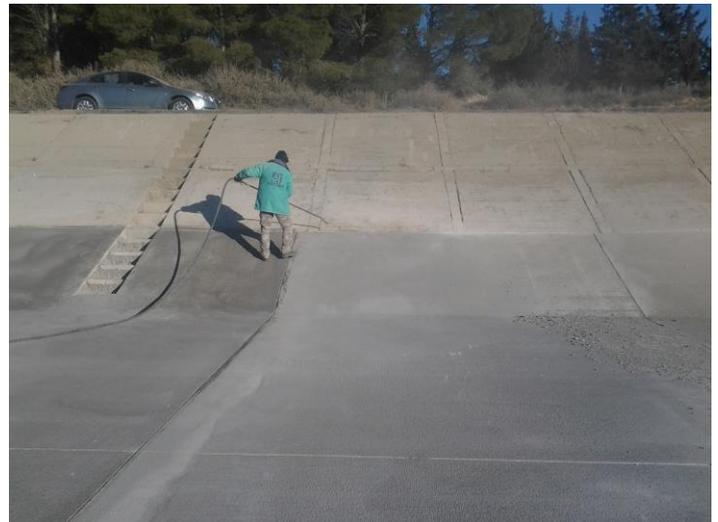
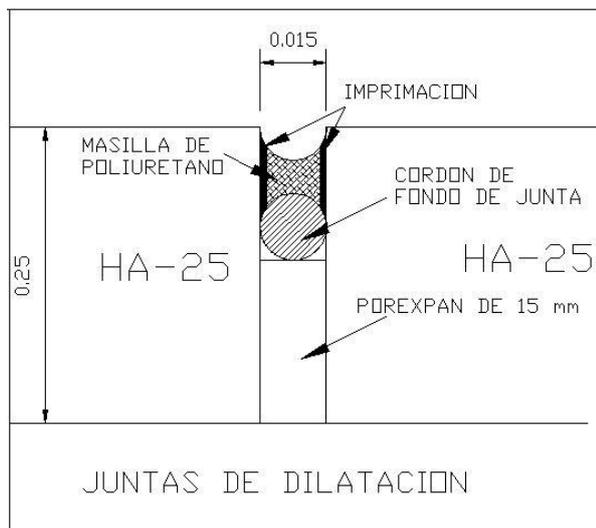
Es fundamental la ejecución de buenas juntas de dilatación. Si se hormigona sin ellas, los movimientos y cambios de temperatura forzarían el resquebrajamiento de la losa, o incluso su levantamiento.

Se pueden usar diferentes productos y tipos: masilla asfáltica, de poliuretano, hidroexpansiva, etc. En este caso concreto el proyecto marca la aplicación de varios tipos de junta, que se aplicarán en función de si se trata de mortero proyectado o paramento nuevo de hormigón.

➤ JUNTA IMPERMEABILIZANTE DE POLIURETANO

La ejecución de la junta de poliuretano lleva el siguiente proceso:

- Soplado de la junta, para evitar que queden restos de impurezas en el fondo y bordes de la misma.
- Colocación de cordón de espuma de polietileno.
- Aplicación de la imprimación.
- Colocación de la masilla de poliuretano.
- Regularizada por medios manuales.

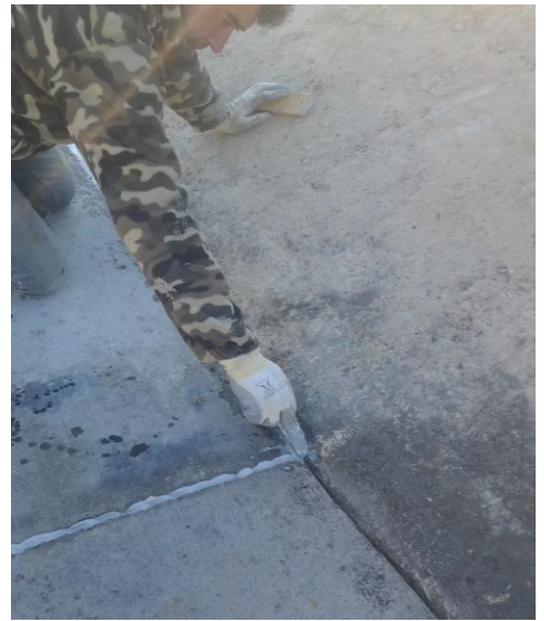


Junta tipo sellada con masilla de poliuretano.

Trabajos de soplado (limpieza) de juntas.



Extendido con pistola de la masilla de poliuretano



Extendido mediante presión de la masilla de poliuretano para que abarque la totalidad de la junta y quede uniforme.

➤ JUNTA IMPERMEABILIZANTE DE MASILLA ASFÁLTICA

La ejecución de la junta con masilla asfáltica es similar a la de poliuretano. Se diferencian en que, al aplicar la masilla asfáltica, se debe calentar con un quemador (de gas) y es entonces, cuando se regulariza por medios manuales.

Estas juntas al igual que las anteriores, deben **abarcar la totalidad de la junta** y presentar un acabado uniforme.



➤ **JUNTA HIDROEXPANSIVA**

La junta hidroexpansiva, por sus características, únicamente se utiliza en la construcción de nuevos paramentos de canal y no en el gunitado porque lo llegaría a romper.

Es una junta difícil de instalar por sus propiedades expansivas al contacto con el agua ya que, desde la experiencia de OSEPSA, la solera de los canales es muy difícil que esté seca y no haya filtraciones.



➤ **SELLADO DE JUNTA CON LÁMINA DE PVC O EPDM**

Este tipo de sellado es habitual en las juntas de acueductos ya que ofrecen la posibilidad de elevados desplazamientos. Consta de una banda plástica que se adhiere a ambos lados de la junta con un producto sellador.

Adicionalmente, cabe la posibilidad de proteger la lámina con una plancha de acero inoxidable.



RECRECIDO DE CAJEROS

El recrecido de cajeros se realiza porque se produce desbordamiento del canal o la acequia en algunos tramos. Es mucho más habitual en las acequias que en el canal.

Este desbordamiento normalmente es debido a un asentamiento del terreno, a errores constructivos iniciales, al especial trazado de la conducción, a querer aumentar el caudal del abastecimiento o a un cúmulo de todas ellas.

Se ejecuta perforando unos conectores al paramento existente y se construye un zuncho de hormigón armado encima.



Recrecido en la acequia de Orlriols.



Recrecido en rápido.

SELLADO DE FISURAS

El sellado de fisuras se realiza siguiendo el mismo procedimiento que para el sellado de juntas (ya comentado). Existen principalmente tres tipos de material para el sellado de fisuras. Se escogerá un material u otro dependiendo de la anchura de la fisura. Si es de menos de 1 cm se utilizará masilla de poliuretano, si va de 1 cm hasta unos 3 cm se sellará con productos asfálticos, y por último, si la fisura es mayor a 3 cm de anchura se sellará con mortero flexible.

PERFORACIÓN E INYECCIÓN

Las inyecciones con lechada de cemento son utilizadas fundamentalmente para solucionar dos tipos de patologías:

- 1.- Filtraciones con canal en servicio, donde se llevarían a cabo inyecciones en banqueta (cabeza de hastial).
- 2.- Relleno de oquedades en el contacto con el terreno

1.- FILTRACIÓN CON CANAL EN SERVICIO.

Quizás sea esta la patología más común de las que se dan con el canal en servicio.

Debido al estado de conservación de los paramentos y obras de fábrica del Canal, estos han perdido en muchos puntos su impermeabilidad. En muchos de estos puntos el terreno del trasdós es impermeable, o esta excavado en "trinchera" y no se producen afecciones ni existe riesgo para el canal. Es, cuando el tipo de suelo es de baja calidad (materiales pobres, yesos, etc.) y no es capaz de confinar la fuga, cuando se genera la filtración.

Dado que el canal o acequia se encuentra "en explotación" no es posible el actuar dentro del canal y la opción es intentar cortar la vía de agua mediante inyecciones de diversos materiales (fundamentalmente lechada de cemento).

Proceso ejecución perforaciones

Si el agua aflora a no mucha distancia del canal, podemos concretar la actuación a un radio de 20 ml respecto a la perpendicular. En caso contrario se extenderá al radio que decidan los técnicos de la propiedad junto con los de OSEPSA.

Las perforaciones se realizan con una perforadora ROLATEC (en imagen) que trabaja a roto-percusión, con martillo en el fondo y limpieza con aire o agua. Con esta máquina se tiene control el ángulo de perforación, la profundidad y la presión.

El diámetro de perforación varía según las circunstancias, siendo lo más común ejecutarlos en Ø63 mm o Ø80 mm. El método de perforación habitual es el de perforación a rotación con coronas de Widia y refrigeración-limpieza con agua. En caso de que la perforación con agua pudiera generar problemas de lavado del suelo, se pasaría a refrigerar con aire a presión. En caso de encontrarnos por sustratos rocosos se podría pasar a perforación por roto-percusión con martillo en fondo.

Realizada la perforación, el sondista, dependiendo del desarrollo de la misma (material del suelo, posibles derrumbes, etc.), decidirá si retira el varillaje de perforación o inyecta a través de él una vez separado de la cabeza de rotación de la máquina.



Las perforaciones se realizarán, en principio, en dos fases, la fase "A" y la fase "B":

Fase "A": Los taladros se realizarán con una separación entre sí de 4 m con la misma inclinación del canal y a una distancia del borde de coronación de alrededor de 50 cm. La profundidad de los taladros será de entre 1 y 2 m por debajo del nivel de solera

Esta fase de perforación ya nos puede dar algo de información que nos ayude a la posterior inyección: aparición de oquedades detectadas durante la perforación, afloramientos de agua turbia en la filtración o en el canal, comunicación del agua entre taladros anexos, etc.

Estas circunstancias, son indicadoras de que es altamente probable que hayamos dado con la vía de agua, y se procederá a la inyección de lechada a través del taladro realizado, antes de proseguir con el resto de taladros de la Fase "A".

Si inyectados estas perforaciones no se ha conseguido la obturación de la vía de agua, se procederá a la ejecución de una 2º fase (Fase "B").

Fase "B": Los taladros se realizarán intercalados con los de la fase "A", emboquillados a una distancia del borde de coronación de alrededor 1m. (también se opta en otras ocasiones por realizarlos alineados con los de la Fase "A"). La inclinación seguirá siendo la misma (aunque se puede optar por ejecutarlos verticales, por facilitar la ejecución y la sostenibilidad de la perforación).

Finalizados estas perforaciones se procederá a la inyección con la misma sistemática explicada anteriormente. Si tras la inyección de estas perforaciones no se ha conseguido la obturación de la vía de agua, se procederá a la ejecución de una 3º fase (Fase "C"), con taladros intercalados entre los de ambas fases, quedando al final una pantalla de taladros cada 1 m.

En el improbable caso de que no se logre obturar la vía de agua se procederá a ampliar el radio de las perforaciones en tongadas de 10 m de ampliación.



Equipo de perforación en el canal de Terreu.

Proceso ejecución inyecciones

Una vez finalizada la primera fase de perforación o detectada en alguna perforación la vía de agua o el hueco, procederemos al inicio de las inyecciones.

Se utilizará para la inyección un equipo Atlas Copco Unigrout E-15H 110B equipado con controlador de inyección Logac, que registra y controla la inyección atendiendo a los tres parámetros básicos: Caudal, presión y volumen.

Estas serán realizadas por personal eficiente y con un Técnico o Encargado, todos ellos con experiencia en este tipo de trabajo.

La inyección de los taladros ejecutados se efectuará con lechada de cemento Tipo I- 42,5 SR, resistente a los sulfatos. A continuación, explicamos el protocolo de inyección habitual en una obturación de vía de agua.

La presión normal de inyección oscilará entre 1 y 3 kg/cm². Debido a la posibilidad de cercanía con el paramento de hormigón, seremos muy cuidadosos con este aspecto, ya que un incremento en la presión podría originar la rotura del terreno y/o a la rotura del paramento. Para estas inyecciones se inicia con una relación agua-cemento de 2 / 1, para que se desplace por la grieta que se supone existe y así obturar la vía de agua. En caso contrario, se va densificando hasta una relación 1 / 4, pudiéndose incluso añadir arena en una relación arena -cemento de 0,5 / 1.

En caso de que las admisiones sean elevadas se puede plantear la adición de arcilla a la mezcla en diferentes proporciones. Estos cambios de dosificación se decidirán con la Dirección Facultativa.

La inyección se realizará inicialmente a un caudal muy bajo y sin presión para favorecer la sedimentación del cemento si la vía es de gran tamaño, realizando las inyecciones simultáneamente en varios taladros para optimizar el rendimiento. Estas inyecciones serán repetitivas y secuenciadas en un número determinado de taladros. Paulatinamente, se irá aumentando la presión para lograr que la lechada penetre por las vías de pequeño tamaño. Este protocolo se aplicará según la secuencia de fases antes reseñada.

Siguiendo esta sistemática expuesta, OSEPSA ha sido capaz de obturar con éxito la gran mayoría de filtración surgidas en numerosos canales y acequias.

En caso de no lograr el objetivo pueden utilizarse productos como resinas acuaactivas expansivas, microcementos, etc.



Equipo de inyección en el canal de Terreu.



Plataforma de inyección de lechada de cemento Atlas Copco Unigrout E15H110B.



Montaje de equipo de inyección en el canal de Aragón y Cataluña.

2.- RELLENO DE OQUEDADES EN CONTACTO CON EL TERRENO

Esta reparación es normalmente complementaria de una reparación mayor (hormigonado de solera o hastiales) y siendo el hueco ahora a rellenar el que generó la patología mayor.

Puede darse el caso de que se detecte el hueco antes de que se produzca la fractura del hormigón, pero no es lo habitual (por desgracia).



En estas imágenes se observa el proceso de reparación y las varillas de inyección preparadas en los taladros ejecutados para la posterior inyección de lechada para relleno del hueco.



En estas imágenes se observa el proceso de inyección del hueco aparecido en solera de canal.

En primer lugar, se procederá a la ejecución del hormigonado del paramento (solera o hastial) según el procedimiento expuesto anteriormente.

Finalizado este proceso se procederá al replanteo de las perforaciones a ejecutar. La densidad de las perforaciones dependerá de varios factores: superficie de la oquedad, existencia de posible de agua se decidirá en base a la experiencia de nuestro personal técnico de acuerdo con la propiedad.

Estas perforaciones se llevarán a cabo con martillo o taladro a roto-percusión, de 35-50 mm de diámetro y una profundidad suficiente para traspasar el revestimiento de hormigón.

Si por necesidades de explotación es necesario dar servicio antes de proceder al relleno, se procede a colocar varillaje de inyección que facilite la inyección desde el exterior del canal. Ejecutados los taladros iniciaremos el proceso de inyección. Estas operaciones son realizadas por personal eficiente y con la presencia de un Técnico ó Encargado, todos ellos con experiencia en este tipo de trabajo. La inyección de los taladros ejecutados se efectuará con lechada de cemento Tipo I- 42,5 SR, resistente a los sulfatos.

La presión normal de inyección oscilará entre 0,2 y 1 kg/cm². Debido a que esta inyección está en contacto con el paramento de hormigón, seremos muy cuidadosos con este aspecto, ya que un incremento en la presión podría originar la rotura del paramento.

Para estas inyecciones se inicia con una relación agua-cemento de 2 : 1, para que se desplace por la grieta que se supone existe y así obturar la vía de agua y se va densificando hasta 1 : 4.

Cuando la lechada aflora por un taladro, este es obturado con cemento rápido y así sucesivamente, daremos por finalizado el relleno, cuando la lechada de cemento ha aflorado por todas las perforaciones ejecutadas.