

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA RESERVOIRIO - ESTACIÓN DE BOMBEO 0

MEMORIA TÉCNICA

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolló en el marco del “Proyecto ejecutivo de las obras del sistema de reservorios y estaciones de bombeo de la vertiente oeste de las ciudades de Santa Fe y Recreo (Prov. de Santa Fe)”, cuyo objetivo es mitigar los efectos de las inundaciones de origen pluvial en la zona Oeste de ambas ciudades. Este proyecto general consiste básicamente en construir el nuevo sistema RES-EB0, ampliar los reservorios RES 1, a RES 9 existentes y aumentar la capacidad de bombeo de las estaciones EB 1 a EB 6.

Los estudios planialtimétricos realizados para este proyecto se describen en el ítem F.2 y en los Planos N° F2.0.1, N° F2.1.2, N° F2.1.3, N° F2.1.4 y N° F2.1.5 del Informe Parcial N° 2 (Anexo N° 1) y en el Anexo P2 y en los Planos N° P.1.0.1, N° P.1.0.2, N° P.1.0.3 y N° P.1.0.4 del Informe Parcial N° 3 (Anexo N° 1).

Los estudios geotécnicos realizados se describen en el Anexo N° 2 (Estudios geotécnicos).

2. CONSTRUCCIÓN DEL RESERVOIRIO “0”

Construcción del reservorio

El objetivo del reservorio “0” (RES 0) es almacenar temporalmente el agua pluvial aportada por la cuenca Centenario, a efectos de ser evacuada por bombeo y/o gravedad desde la estación de bombeo EB 0 hacia el Riacho Santa Fe.

Los parámetros de diseño para esta obra se adoptaron en base a un estudio hidrológicohidráulico, considerando una tormenta de diseño de 100 años de recurrencia y 5 días de duración. La memoria de cálculo y los resultados obtenidos de este estudio se presentan en el ítem F.7 del Informe Parcial N° 2 (Anexo N° 1) y en el ítem P.1 del Informe Parcial N° 3 (Anexo N° 1).

La capacidad de almacenamiento proyectada es de 30.000 m³, considerando un nivel máximo admisible de 12.50 m IGN, una cota de fondo de 11.00 m IGM, taludes 1:2 (V:H) y una superficie para el nivel máximo de 2.2 ha.

El reservorio proyectado está condicionado a la construcción de la obra de interconexión vial Santa Fe – Santo Tomé, ya que está contenido por los taludes de dicha obra, al Sur de la EB0 (Plano N° P.0.1.1).

En el caso de que se licite la construcción de la EB0 antes de la construcción de la obra de interconexión, deberá contemplarse una obra alternativa de almacenamiento (ej. ampliación del canal Taca) de similar capacidad. El volumen de excavación es de 54069 m³.

Conformación de taludes

Para conformar el reservorio se prevé la construcción del talud lateral norte, cuya traza se ubica entre el perfil transversal 9-A y la EB0 (Plano N° P.0.1.1). Esta obra se construirá con material cohesivo por medios mecánicos mediante el método convencional.

El talud lateral sur no es computado en este proyecto porque estará incluido en el proyecto de la obra de la ampliación a 3 carriles de la Av. Mar Argentino.

Protección talud exterior

Con el objeto de evitar la eventual pérdida de sedimentos finos del terraplén de la Av. Mar Argentino por efecto de filtraciones internas para niveles de agua altos del Riacho Santa Fe, el proyecto contempla la construcción de una obra de protección del talud del sector sur-sureste del reservorio, desde la EB0 hasta la alcantarilla N° 21 y de parte de la solera contigua al mismo, cuya traza se muestra en el Plano N° P.0.1.1.

Los parámetros de diseño para esta obra se adoptaron en base al estudio de filtraciones del Anexo N° 3 (Estudio de filtraciones terraplén Av. Mar Argentino).

La protección consistirá en un geotextil no tejido, que actuará como filtro, sobre la que se colocarán colchonetas de alambre rellenas de piedra de 0,17 m de espesor. La protección se desarrollará por debajo de la cota 12.50 IGN entre los perfiles 3 y 7, y por debajo de la cota 12.00 IGN entre el perfil 7 y la traza de la alcantarilla 21.

La protección del talud por encima de las cotas 12.50 o 12.00 IGM, según corresponda, se completará con una protección de suelo cohesivo compactado de un espesor mínimo de 0.40 m, con una cubierta vegetal compuesta por una capa de suelo gumífero recubierta con tepes.

Alcantarillas en obra de interconexión vial

Si se construye la obra de interconexión vial, será necesario construir 7 alcantarillas (N° 15 a N° 21) para facilitar la descarga del agua pluvial al sistema RES-EB0, como se muestra en el Plano N° P.0.1.1.

Los parámetros de diseño para estas obras se adoptaron en base al estudio hidrológicohidráulico previamente mencionado.

En este informe se presenta el proyecto hidráulico de las mismas, cuyos parámetros y ubicación se indican en el Plano mencionado.

3. REACONDICIONAMIENTO CANAL TACCA

El objetivo de esta obra es conducir el agua pluvial hasta la EB0, de acuerdo a los parámetros de diseño del proyecto.

Los parámetros de diseño para estas obras se adoptaron en base al estudio hidrológicohidráulico previamente mencionado.

Por medio de una excavación mecánica se modificará la pendiente longitudinal actual del canal en el tramo comprendido entre la Ruta Nac. N° 11 y la EB 0, invirtiéndola y haciéndola positiva hacia la EB0 e igual a 0,0005 m/m. Esta obra incluye un relleno del canal actual frente a la EB0 y una modificación de la traza en proximidades de la EB0, para materializar la embocadura a la estación (Planos N° P.0.2.1, N° P.0.2.2, N° P.0.2.3 y N° P.0.2.5).

Para facilitar la descarga del agua pluvial de la cuenca de aportes hacia el sistema RESEB0, será necesario reacondicionar los conductos troncales existentes N. R. Peña y Fray J. M. Pérez y construir el conducto N. Oroño, de acuerdo a los parámetros de diseño de este proyecto. Este reacondicionamiento es imprescindible porque debido a las características planialtimétricas de la cuenca Centenario, el agua pluvial generada en la misma no descargará al sistema RES-EB0 en forma superficial, sino sólo a través de dichos conductos.

En este informe se presenta el proyecto hidráulico de los mismos, cuyos parámetros y ubicación se indican en los Planos N° P.0.2.1 y N° P.0.2.4.

Mientras no se construya el RES 0, debe contemplarse además un reacondicionamiento del Canal Taca en el tramo Gdor. Oroño – EB 0, al cual descarga el conducto troncal Gdor. Oroño (Planos N° P.0.2.1, N° P.0.2.2 y N° P.0.2.5).

Se mantiene la sección y cota de fondo actual (11.49 m IGM) de la alcantarilla del canal Taca sobre la Ruta Nac. N° 11.

El canal tendrá secciones transversales trapeciales y anchos de fondo variables entre 2.0 m en la cabecera y 5.0 m en la embocadura (Planos N° P.0.2.1, N° P.0.2.2 y N° P.0.2.3).

Se reacondicionarán 2 alcantarillas existentes en el tramo mencionado, de acuerdo al siguiente detalle:

a) Alcantarilla 1 (Planos N° P.0.2.1 y N° P.0.2.6): a la alcantarilla existente se adicionará una nueva construida en hormigón armado de 1,2 m de luz y 1,2 m de altura, con cota de fondo de entrada de 11,38 m IGM, pendiente 0.0005 m/m y longitud 15 m.

b) Alcantarilla 2 (Planos N° P.0.2.1 y N° P.0.2.7): a la alcantarilla existente se adicionará una nueva construida en hormigón armado de 1,2 m de luz y 1,2 m de altura, con cota de fondo entrada de 11,22 m IGM, pendiente 0.0005 m/m y longitud 48.82 m.

4. ESTACIÓN DE BOMBEO “0” Y CONDUCTO DE DESCARGA

El objetivo de la Estación de Bombeo “0” (EB0) es evacuar por bombeo y/o gravedad el agua almacenada en el RES0 hacia el Riacho Santa Fe.

El conducto de descarga tiene 3 objetivos:

a) descargar el agua pluvial sin bombear para niveles de agua del Riacho Santa Fe menores o iguales a 12.20 m IGM, lo que representa una permanencia del 58% del tiempo.

b) descargar los caudales de bombeo desde la cámara de carga de la EB0, para niveles del Riacho superiores al valor indicado.

c) mitigar los efectos durante situaciones de contingencia (ej. falla del bombeo y/o rotura de terraplenes de defensa contra inundaciones), de forma que el nivel de agua dentro de la zona protegida por las defensas no sea superior al del río.

Los parámetros hidráulicos de diseño del sistema RES-EB0 se adoptaron en base al estudio hidrológico-hidráulico mencionado, verificando el nivel máximo admisible. La memoria de cálculo y los resultados obtenidos de este estudio se presentan en el ítem F.7 del Informe Parcial N° 2 (Anexo N° 1) y en los ítems P.1 y P.3 del Informe Parcial N° 3 (Anexo N° 1).

A partir de estos parámetros, se procedió al diseño del reservorio y al diseño estructural y de los componentes electromecánicos de la EB0.

La EB0 constará de los siguientes componentes: una alcantarilla de acceso a la estación por el Norte, una embocadura por el Sur, una cámara de distribución de caudales, cuatro pozos de bombeo para electrobombas sumergibles, dos pozos de bombeo para electrobombas verticales, un pozo para la instalación de una motobomba de respaldo ante la falta de energía eléctrica, un canal de descarga, una cámara de descarga, una cámara de compuertas, un conducto de descarga, una playa de maniobras, un acceso vial y una sala de operación, transformadores y arrancadores (Plano N° P.0.4.1 a P.0.4.3).

Diseño estructural

La estructura se diseñó por módulos, los cuales trabajan de forma independiente:

- a) Formado por los pozos de bombeo ubicados al norte y la zona de la cámara de distribución de caudales que se ubica frente a los mismos.
- b) Formado por los pozos de bombeo centrales y el tramo de la cámara de distribución que se encuentra frente a los mismos.
- c) Formado por la cámara de descarga, la cámara de compuertas y la zona de la cámara de distribución de caudales que se ubica frente a las mismas.

El canal de descarga se diseñó vinculado al segundo y tercer módulo mencionados.

A partir del análisis del perfil estratigráfico de la zona de emplazamiento de la EB0 (Anexo N°2), se observa que los primeros 13.00 m están constituidos por arcillas de muy baja capacidad portante, intercaladas con arenas.

Por este motivo, se realizará una fundación indirecta de toda la estructura, que se realizará mediante pilotes individuales, cuyos cabezales ofician de apoyo a un sistema de tabiques resistentes los cuales son los encargados de transmitir las cargas de la superestructura a la fundación. Una excepción será el canal de descarga, el cual se resolverá con una fundación por platea, ya que la zona en donde debe ejecutarse se rellenará previendo la conformación del futuro 3er. carril de la Av. Mar Argentino.

La superficie de la playa de maniobras, al norte de la estación de bombeo, requiere una obra lineal de contención del terraplén de la Av. Mar Argentino, debido a la diferencia de cota, de aproximadamente 3 m, que se presenta entre la playa proyectada y la futura ampliación a 3 carriles por calzada de la avenida. Esta obra de contención consistirá de un tablestacado metálico anclado.

El conducto de descarga proyectado es de H° A°, con cota de solera 10.50 m IGM, compuesto de 3 módulos o vanos de 1.80 m de altura y 2.50 m de ancho. El detalle constructivo se muestra en los Planos N° P.0.3.17 a N° P.0.3.19.

Para construir este conducto se procederá a la demolición de la carpeta de la Av. Mar Argentino, el retiro de todos los componentes viales, la excavación del terraplén hasta la cota de fundación del conducto, la colocación transitoria de dos puentes tipo Bailey para el desvío del tránsito, la reconstrucción del terraplén y calzadas para restituir sus características originales, según las etapas constructivas presentadas en los Planos N° P.0.3.32 a N° P.0.3.37.

El largo de afectación de la Av. Mar Argentino es de 40 m, de modo de alcanzar la cota de fundación del conducto de descarga en un ancho no menor al ancho del mismo más 2 m a ambos lados, de modo de permitir el normal desarrollo de los trabajos, previendo taludes con pendiente 2:1 (H:V) hasta el encuentro con la cota actual de la calzada.

El relleno de los espacios que queden entre las estructuras enterradas y las excavaciones efectuadas se realizará de la siguiente manera: a) en la zona de la EB0 se realizará con suelo cohesivo, debidamente compactado en forma manual y/o mecánica, y b) en la zona del conducto de descarga mediante refulado contenido, con arena silíceo del sistema Paraná y equipamiento de hidromecanización, por capas de 1.00 a 1.50 m de altura cada una, desde la cota de fundación hasta la cota donde apoyará la sub-base de la carpeta de la Av. Mar Argentino.

Previo al relleno del terraplén, se colocará un geotextil no tejido sobre toda la superficie externa de las paredes verticales y el coronamiento del conducto de descarga, con el objeto de evitar la eventual pérdida de material fino del terraplén de la Av. Mar Argentino a través de dicho conducto.

El detalle de cada una de las obras se presenta en los Planos N° P.0.3.1 a N° P.0.3.31 y las memorias de cálculo estructural se describen en el Anexo N° 4 (Cálculo estructural).

Componentes electromecánicos

EL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO SERÁ PROVISTO POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE
--

De acuerdo a los estudios hidrológico-hidráulicos realizados para los criterios de diseño adoptados, la capacidad de bombeo máxima instalada de la EB0 deberá ser de 9 m³/s, compuesta por 4 electrobombas sumergibles de Q = 0.54 m³/s y 2 electrobombas verticales de Q = 3.4 m³/s.

La potencia demandada por el bombeo es $4 \times 90 \text{ Kw} + 2 \times 368 \text{ Kw} = 1.096 \text{ Kw}$.

La memoria de cálculo y los resultados obtenidos se presentan en el ítem F.8 del Informe Parcial N° 2 (Anexo N° 1) y en el ítem P.3 del Informe Parcial N° 3 (Anexo N° 1).

Los componentes se completan con compuertas, ataguías y rejas. Para el montaje y desmontaje de los distintos componentes se instalará un puente grúa con una luz libre L = 10,5 m y capacidad de izaje G = 10 Tn, que barre toda el área de servicio.

El proyecto incluye la instalación de fuerza motriz y alumbrado y el diagrama unifilar.

En acuerdo con la Municipalidad de Santa Fe, el proyecto contempla las obras civiles necesarias para la instalación de una motobomba. Tanto esta motobomba como el tinglado que la cubre y demás accesorios serán provistos por el municipio. Esta motobomba se instalará como resguardo para casos de corte o falla en el suministro eléctrico a la estación de bombeo.

El detalle de los componentes electromecánicos se muestra en los Planos N° P.0.4.1 a N° P.0.4.12.

5. OBRA DE PROTECCIÓN EN LA ZONA DE DESCARGA DE LA EB

La obra de protección a construir en el terreno natural circundante a la salida del conducto de descarga por gravedad tiene por objeto evitar erosiones originadas por el flujo que pudieran causar la rotura del conducto y/o del talud exterior del terraplén de la Av. Mar Argentino.

Los parámetros de diseño de la obra de protección se adoptaron en base al estudio hidrológico-hidráulico mencionado, verificando velocidades máximas del flujo a la salida del conducto de descarga. La memoria de cálculo y los resultados obtenidos de este estudio se presentan en el Anexo N° 5.

La misma consistirá en una manta flexible y permeable compuesta por bloques de hormigón adheridos a geotextil tejido, colocada sobre un geotextil no tejido que actuará como filtro (Plano N° P.0.5.1).

6. TERRAPLÉN DE CIERRE PROVISORIO

La construcción del terraplén de cierre provisorio tiene por objeto evitar el ingreso de agua del Riacho Santa Fe hacia la zona urbanizada, teniendo en cuenta que para la ejecución del conducto de descarga se deberá abrir una brecha en el terraplén de la Av. Mar Argentino, que cumple la función de defensa contra inundaciones, y que dicha tarea ocupará un período de tiempo prolongado.

La metodología constructiva podrá variar de acuerdo al nivel del agua del Riacho al momento de la ejecución de la obra. La metodología constructiva del terraplén adoptada en el proyecto corresponde a un nivel de agua del Riacho de 12.00 m IGN. De acuerdo al estudio de duración y frecuencia de alturas hidrométricas del Riacho Santa Fe en Puerto Santa Fe, (ítem F.4.2 del Informe Parcial N° 2 – Anexo 1), el 51% del tiempo se registran niveles de agua menores a dicho valor.

Se construirá la base del terraplén mediante refulado libre y contenido hasta la cota 12.00 m IGN, como se indica en el Plano N° P.6.0.1 y se describe en el pliego de especificaciones técnicas particulares.

Una vez completada la base refulada, se construirá en seco el resto del terraplén de cierre con material cohesivo por el método convencional, con taludes 1:2.5 (V:H) y un coronamiento a cota 16.50 m IGN y de 4.00 m de ancho.

El estudio de estabilidad del terraplén de cierre provisorio se muestra en el Anexo 6.

Una vez ejecutadas las obras de la EBO, conducto de descarga y reconstrucción de la Av. Mar Argentino, se procederá a la remoción parcial del terraplén en el sector ubicado frente al conducto de descarga. Sobre el perfil longitudinal del terraplén, el sector a remover tendrá una sección trapecial centrada en el eje de dicho conducto (Plano N° P.0.6.1), con la base mayor de 75 m de longitud coincidente con el coronamiento del terraplén y la base menor de 42m a cota 10.00 m IGN.

Dependiendo de la altura del río, estas tareas se realizarán bajo agua y/o en tierra firme. El trabajo consistirá en la extracción de suelo por medio de palas mecánicas o retroexcavadoras, dragalinas o dragas o grúa excavadora sobre pontón.

7. SECUENCIA CONSTRUCTIVA DE LAS OBRAS

Se describe a continuación la secuencia recomendada de las obras para la construcción del sistema RES-EB0 (Planos N° P.0.3.32 a N° P.0.3.37).

Esta secuencia permite mantener un nivel de protección contra inundaciones similar al que proporciona el actual terraplén de la Av. Mar Argentino y satisface los requerimientos planteados por la Dirección Nacional de Vialidad en cuanto a la fluencia del tránsito por dicha avenida durante la etapa constructiva.

Etapla 1: Terraplén de cierre provisorio y estructura de hormigón de la Estación de Bombeo.

En primera instancia, se deberá construir el terraplén de cierre provisorio (Plano N° P.0.6.1), de tal manera de asegurar la estanqueidad en la zona que posteriormente se excavará y de mantener un nivel de protección contra inundaciones similar al que proporciona el actual terraplén de la Av. Mar Argentino.

Luego se procederá a la limpieza del terreno, la excavación hasta la cota de fundación, la ejecución del pilotaje y toda la estructura superior de hormigón de la estación de bombeo, como así también el tablestacado de contención en la playa de maniobras y el muro de sostenimiento en ingreso.

La construcción de la estructura completa de la estación de bombeo permitirá generar el soporte necesario al terraplén, mediante los muros de sostenimiento y tablestacas, para asegurar la estabilidad geotécnica del terraplén de la Av. Mar Argentino en su conjunto.

Etapla 2: Primer tramo del conducto de descarga.

Se realizará la excavación hasta la cota de fundación y la ejecución del primer tramo del conducto de descarga, que se inicia en la estación de bombeo y tiene una longitud de 5.00m. En esta etapa no se debe afectar la transitabilidad de la Av. Mar Argentino.

Etapla 3: Segundo tramo del conducto de descarga. Esta etapa comprende la demolición de la calzada y la excavación parcial del terraplén de la Av. Mar Argentino en la zona de avance del conducto hasta la cota de fundación, el emplazamiento de un puente tipo Bailey de una trocha para garantizar el tránsito en la dirección Norte y la ejecución del segundo tramo de conducto, de 12.80 m de longitud.

Durante el proceso de excavación y hasta el emplazamiento del mismo, se deberá desviar el tránsito por la mano con dirección Sur, debiéndose realizar todo este proceso en el menor tiempo posible y ejecutando todas las medidas de seguridad pertinentes para el desvío planteado.

Etapla 4: Relleno del tramo excavado en la Etapa 2.

Se deberá rellenar el tramo ejecutado en la etapa 2 y toda la zona contra la estación de bombeo, quedando abierto el sector del terraplén de la Av. Mar Argentino excavado en la Etapa 3.

Etapla 5: Tramo final del conducto de descarga, obra de desembocadura y obra de protección flexible a la salida. En esta etapa se emplazará el segundo puente Bailey apareado con el anteriormente colocado, de tal manera de poder desviar el tránsito hacia la mano con dirección Norte y poder trabajar en la otra mano sin riesgo.

Se demolerá la calzada y se excavará el resto del terraplén de la avenida y se construirá el tramo final del conducto de descarga, de 30.00 m de longitud, la obra de desembocadura del conducto y la obra de protección flexible.

Al finalizar esta etapa deberán estar completadas las obras mencionadas.

Etapa 6: Reconstrucción del terraplén y calzadas de la Av. Mar Argentino. En esta etapa se reconstruirá el tramo de terraplén excavado en la Etapa 5 y las correspondientes calzadas, restituyendo las características originales. Luego se removerán los puentes Bailey y se completará la reconstrucción del terraplén faltante de la Avenida y su correspondiente calzada.

Etapa 7: Apertura del terraplén de cierre provisorio y reacondicionamiento Canal Taca.

En primer lugar se realizará la remoción parcial del terraplén de cierre provisorio hasta la cota de 10 m IGN y luego se procederá al reacondicionamiento del Canal Taca en el tramo comprendido entre la Ruta Nac. N° 11 y la calle N. Oroño.

El reacondicionamiento del canal contempla: a) El desvío del canal en proximidades de la EB0 para conformar las embocaduras a la EB0 por el Norte y Sur (entre calle N. Oroño y la EB0). b) la modificación de la pendiente longitudinal actual de dicho canal entre la alcantarilla de ingreso Norte de la EB 0 hasta la Ruta Nac. N° 11, invirtiéndola y haciéndola positiva hacia dicha estación y la construcción de las alcantarillas N° 1 y N° 2. c) El rellenamiento del canal Taca en el tramo ubicado frente a la EB0.

Es importante destacar que para que se pueda ejecutar el reacondicionamiento del canal Taca, previamente deberá estar operativa la estación de bombeo, incluyendo su conducto de descarga, de tal manera de asegurar la evacuación de los caudales hacia el Riacho Santa Fe en caso de ocurrencia de un evento durante esta etapa.

Etapa 8: En esta etapa se procederá a la construcción del RES 0.

Las partes componentes del Proyecto Ejecutivo completo de la Obra (Incluyendo Anexos), se hallan a disposición del oferente en el Centro de documentación del MASPyMA
