

CAPÍTULO IV

IV.- INGENIERÍA DE DISEÑOS

IV.1.- UBICACIÓN Y ACCESO A LAS OBRAS

El área de emplazamiento del dique derivador El Saltón, ubicada sobre el río homónimo, se encuentra a una distancia aproximada de 105 km de San Miguel de Tucumán; a 10 km. de la localidad de Santa Ana y a 12 km de Villa Hileret. Las ciudades mas importante de la zona son Aguilares, a 20 km, y Juan Bautista Alberdi, a 26 km aproximadamente, todo en la provincia de Tucumán (Plano N° I.1).

A esta zona, se accede, por margen derecha, mediante la ruta provincial N° 332, que nace a su vez en la ruta nacional N° 38, y posteriormente por un camino provincial. Esta ruta provincial, se halla en parte pavimentada y en parte enripiada, en regular estado de conservación, atraviesa las localidades de Santa Ana y Villa Hileret, para luego empalmar con el camino de acceso a la margen derecha del dique derivador.

Por margen izquierda no posee accesos, pero no se considera necesario su previsión, salvo mediante pasos precarios efectuados a través del río Saltón.

En lo que respecta al canal de derivación, se puede acceder al mismo desde Santa Ana o desde el camino de acceso al dique derivador.

IV.2.- ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE REPARACIÓN

El dique derivador El Saltón, ubicado sobre el río homónimo, está constituido por un muro vertedor, estribos sobre ambas márgenes, y obras complementarias de captación, limpieza y derivación dispuestas sobre margen derecha (Planos N° IV.1,2.-). En este sector tiene lugar el nacimiento del canal de derivación que brinda el suministro de agua para bebida y riego en una amplia zona.

El dique vertedero es un muro de gravedad en hormigón macizo. La longitud del muro vertedero, en dirección del coronamiento, es de 46,50 m y la cota superior de la estructura

varía entre 445,37 m.s.n.m. sobre la margen izquierda y 445,17 m.s.n.m. sobre la margen derecha. La sección transversal del sector superior está conformada por el coronamiento horizontal y el talud aguas abajo con un talud de 80° aproximadamente. Por su parte, el coronamiento de la estructura tiene entre 1,10 m y 1,45 m de ancho, presentando dos escotaduras de 1,90 m x 0,62 m y 2,10 m x 0,62 m, próximas a la margen izquierda.

Debido a la antigüedad que tiene el hormigón de este azud, algunos sectores del paramento aguas arriba presentan armaduras expuestas en la proximidad del coronamiento, razón por la cual en una segunda se ha previsto etapa la colocación de un revestimiento de hormigón de 0,20 m de espesor sobre el muro vertedero. Este recrecimiento permitirá, por otra parte, aumentar el nivel de captación de la obra de derivación.

Por otro lado, en las dos escotaduras ubicadas en la margen izquierda del muro vertedor, utilizadas para la limpieza del embalse, de 2,10 m y 1,90 m de ancho y una profundidad de 0,60 m., se prevé la instalación de dos compuertas abatibles de accionamiento manual, que se operarán durante los períodos de crecientes y según las necesidades de caudales a derivar.

El estribo de margen derecha brinda la protección a las obras complementarias del dique y está constituido por un muro de sostenimiento de hormigón con relleno de suelo en el trasdós y cota superior 446,10 m.s.n.m.. Se encuentra emplazado hacia aguas abajo del muro vertedor, se extiende 23 metros aproximadamente a partir del coronamiento del dique y enlaza hacia aguas abajo con un muro de piedra que sirve de cajero al canal de limpieza del desarenador. Hacia aguas arriba presenta laderas de gran altura.

El estribo de margen izquierda se encuentra más elevado que el anterior y alcanza la cota 447,88 m.s.n.m.. Se extiende lateralmente aguas arriba y abajo del muro vertedor y su longitud total es de 23 metros. Su configuración corresponde a la de un muro de gravedad, está ejecutado en hormigón y su cara anterior posee talud con pendiente.

Las obras complementarias sobre la margen derecha del dique comprenden la obra de toma, el desarenador y el canal de limpieza, y su emplazamiento es en forma adyacente al estribo de dicha margen (Plano N° IV.2.-).

La obra de toma incluye el canal de alimentación, las compuertas de toma y su plataforma de maniobras. La cota superior de la plataforma de maniobras es 446,80 m.s.n.m. y el ancho del canal de alimentación en el sector de embocadura tiene 3,20 m aproximadamente. Los vanos de las tres compuertas de la obra de toma tienen dimensiones de 0,75 x 0,90 m y están cerradas superiormente por una pantalla de hormigón de 0,10 m de espesor.

A partir de las compuertas de la obra toma se extiende inmediatamente el desarenador de 2,70 m de ancho. En el extremo aguas abajo del mismo se encuentran situadas las compuertas de limpieza y un vertedero de derivación lateral, que da origen al canal derivador, con dos secciones diferenciadas: la central de 1,25 m de ancho y cota 444,57 m.s.n.m., y dos laterales de 0,50 m y 0,90 m con cota 445,17 m.s.n.m..

Al respecto, y a los efectos de mejorar la derivación se plantea una ampliación de este vertedero lateral, a una longitud de 1,65 m, manteniendo la misma cota de cresta. A continuación se plantea una cámara de alimentación para la conducción de derivación. La cámara de alimentación es un depósito lateralmente cerrado, con planta trapecial, que recoge el agua de derivación proveniente del desarenador, a través del vertedero lateral conformado en el cajero de la cámara, y la transfiere a la conducción de derivación.

Las obras de hormigón comprendidas por el desarenador y las estructuras de las compuertas de toma y limpieza, incluyendo sus respectivas plataformas de maniobras, se encuentran integrados en un conjunto estructural de 13,43 m de longitud. Los vanos de las tres compuertas del canal de limpieza tienen dimensiones de 0,75 x 0,70 m.

Por su parte, el mencionado canal derivador arranca de una escotadura, en dos niveles, de 2,65 m sobre el costado derecho del desarenador, continua con una curva de 90° grados, y comienza a desarrollarse en forma subparalela al curso del río en el primer tramo.

El canal de limpieza, que se extiende a partir de las compuertas de limpieza del desarenador, posee 3 quiebres en su desarrollo y tiene unos 27 m de longitud. El muro cajero existente sobre el costado izquierdo del canal de limpieza, ejecutado en piedra, se encuentra parcialmente destruido.

En lo referente a la conducción de derivación, presenta una longitud total de 20.765,50 m y

se extiende desde su origen en el dique derivador El Saltón hasta el paraje conocido como Colonia 16, próximo a la localidad de Santa Ana.

A excepción de sectores muy localizados de la traza, el desarrollo del canal derivador en toda su extensión está conformado sobre el terreno natural.

Por otra parte, la traza del canal derivador comprende dos sectores bien diferenciados. El sector superior, desde su nacimiento en el dique derivador, transcurre a través de laderas de las serranías pedemontanas y se extiende hasta la progresiva 4.500,00 aproximadamente. La sección transversal del canal en este sector corresponde claramente a la de un canal de ladera, conformado por el talud del cerro y el terraplén artificial ladera abajo.

El sector inferior abarca desde la progresiva 4.500,00 m hasta la progresiva 20.500,00 en el extremo final del tramo, transcurriendo el mismo en una zona de colinas bajas, cultivadas en su mayor parte.

El canal de derivación será planteado en la totalidad de su primer tramo, es decir unos 4.500 m, mediante una conducción mixta de tubería de hormigón simple y canal rectangular ejecutado en el mismo material.

La tubería será dispuesta sobre el actual cajero del canal, corrigiendo su pendiente, y solamente se prevé ser enterrada en las zonas conflictivas de cruces con torrentes o erosiones potenciales.

En lo que respecta al equipamiento hidromecánico que integra la reparación de esta obra está conformado fundamentalmente por elementos de regulación y/o control, resueltos mediante la utilización de compuertas del tipo plana que se accionarán, debido a las características del servicio, en forma manual. Está previsto en este proyecto el reemplazo de las compuertas de regulación y previsión de rejas en la obra de toma; compuertas de limpieza en el desarenador; compuertas abatibles en las escotaduras existentes; y otros elementos menores como rejillas, válvulas de derivación y escaleras de acceso.

IV.3.- DISEÑO DE LAS OBRAS

IV.3.1.- Dique Derivador

El dique derivador El Saltón, motivo de este estudio, se encuentra en general en buen estado, aunque la falta de mantenimiento sistemático no ha permitido que todas sus obras complementarias funcionen normalmente.

Si bien el muro vertedero se encuentra en un estado aceptable para el período de vida desde su construcción, aparentemente mayor de 60 años, en esta etapa no se prevé ningún tipo de modificación. Para una segunda etapa se estudió un revestimiento de hormigón de todo el muro vertedero, con un espesor de 0,20 m, con un recrecimiento de la cresta del derivador (Plano N° IV.27.-).

A los efectos de verificar su comportamiento hidráulico, se modelizó el tránsito de crecidas para recurrencias de 10 y 100 años. Asimismo se determinaron los caudales factibles de derivar, que sirvieron para el dimensionamiento de la conducción.

Por otro lado, se prevé la reposición del material de protección de pie de aliviadero.

En lo que respecta a las obras complementarias, se estudió la reposición de todo el equipamiento mecánico del desarenador, la construcción de un nuevo canal de limpieza y una cámara de alimentación lateral para la conducción de derivación.

IV.3.1.1.- Cálculos Hidráulicos

IV.3.1.1.1.- Introducción.

A fin de determinar el comportamiento hidráulico del río El Saltón en el tramo en estudio, se procedió al cálculo del perfil hidráulico del río mediante el modelo HEC-RAS, desarrollado por Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers.

El modelo HEC-RAS se desarrolló para calcular perfiles para flujos permanentes e impermanentes, gradualmente variados en canales prismáticos y no prismáticos. Se pueden estimar perfiles subcríticos y supercríticos, y considerar los efectos de varias obstrucciones

como pueden ser puentes, alcantarillas, etc. El modelo está sujeto a las siguientes suposiciones críticas:

1. Dado que las ecuaciones no contienen términos dependientes del tiempo, el flujo debe ser permanente.
2. El flujo debe ser gradualmente variado dado que las ecuaciones del modelo suponen una distribución hidrostática de presiones.
3. El flujo es unidimensional.

El propósito original del modelo HEC-RAS fue el de determinar las elevaciones de la superficie del agua para caudales determinados en ríos y canales para ayudar en el programa de manejo de llanuras de inundación del U.S. Army Corps of Engineers. En este contexto, el modelo se emplea para:

1. Determinar áreas inundadas para varios caudales de inundación para la evaluación de daños.
2. Estudiar efectos sobre las llanuras de inundación del uso de tierras desde el punto de vista de daños por inundación.
3. Estudiar como se pueden mitigar los daños de las inundaciones con diversas obras.

El modelo calcula los perfiles de agua mediante las siguientes ecuaciones:

$$z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$
$$h_e = L\overline{S_f} + C1 \frac{a_2 V_2^2}{2g} + \frac{a_1 V_1^2}{2g}$$

donde:

| | |
|----------------------|--|
| WS_1, WS_2 | = Cotas de las superficies del agua en los tramos. |
| V_1, V_2 | = Velocidades medias (caudal total / áreas totales de flujo en los extremos del tramo. |
| α_1, α_2 | = Coeficientes de velocidad para el flujo a extremos del tramo. |
| g | = Aceleración de la gravedad. |
| h_e | = Pérdida de energía en el tramo. |
| L | = Longitud del tramo ponderada con caudal. |
| S_f | = Pendiente de fricción representativa para el tramo |
| C | = Coeficiente de pérdida por expansión o contracción. |

De lo expuesto se desprende que el modelo HEC-RAS es un programa específico para el estudio del efecto de las crecientes en cauces naturales, problema específico del presente estudio. Se detallan a continuación las simulaciones realizadas.

IV.3.1.1.2.- Determinación del Perfil Hidráulico del Río en el Tramo en Estudio para la Situación Actual.

Con el modelo HEC-RAS se modeló el comportamiento del canal o cauce del río para la situación actual del tramo en estudio, tomando como base la topografía relevada. Se trazaron perfiles transversales a la dirección del escurrimiento y, para mejorar la precisión en el cálculo hidráulico, se extrapolaron secciones ficticias entre las secciones relevadas, de tal manera que la separación máxima considerada fue de 10 m.

Para los cálculos se adoptaron los siguientes parámetros principales:

| | |
|-----------------------------|-------|
| Coeficiente de Contracción: | 0,10 |
| Coeficiente de Expansión: | 0,30 |
| n Manning (Río) | 0,035 |
| n Manning (Azud) | 0,018 |
| n Manning (Rip-Rap) | 0,040 |

El cálculo se realizó a régimen mixto, es decir a régimen subcrítico y posteriormente a ré-

gimen supercrítico, de manera de determinar la posible existencia de resaltos hidráulicos. Como condiciones de borde del problema para las secciones aguas arriba y aguas abajo, necesarias para el cálculo a régimen supercrítico y subcrítico respectivamente, se considera el nivel de agua alcanzado en dichas secciones, aguas arriba y aguas abajo, para el caudal considerado, calculando estos niveles a régimen uniforme. Las pendientes consideradas en el cálculo del régimen uniforme son:

| | |
|-------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,0390 |
| Pendiente Aguas Abajo: | 0,0809 |

El cálculo se realizó con los siguientes caudales determinados para recurrencias de 10, 50 y 100 años (Capítulo III):

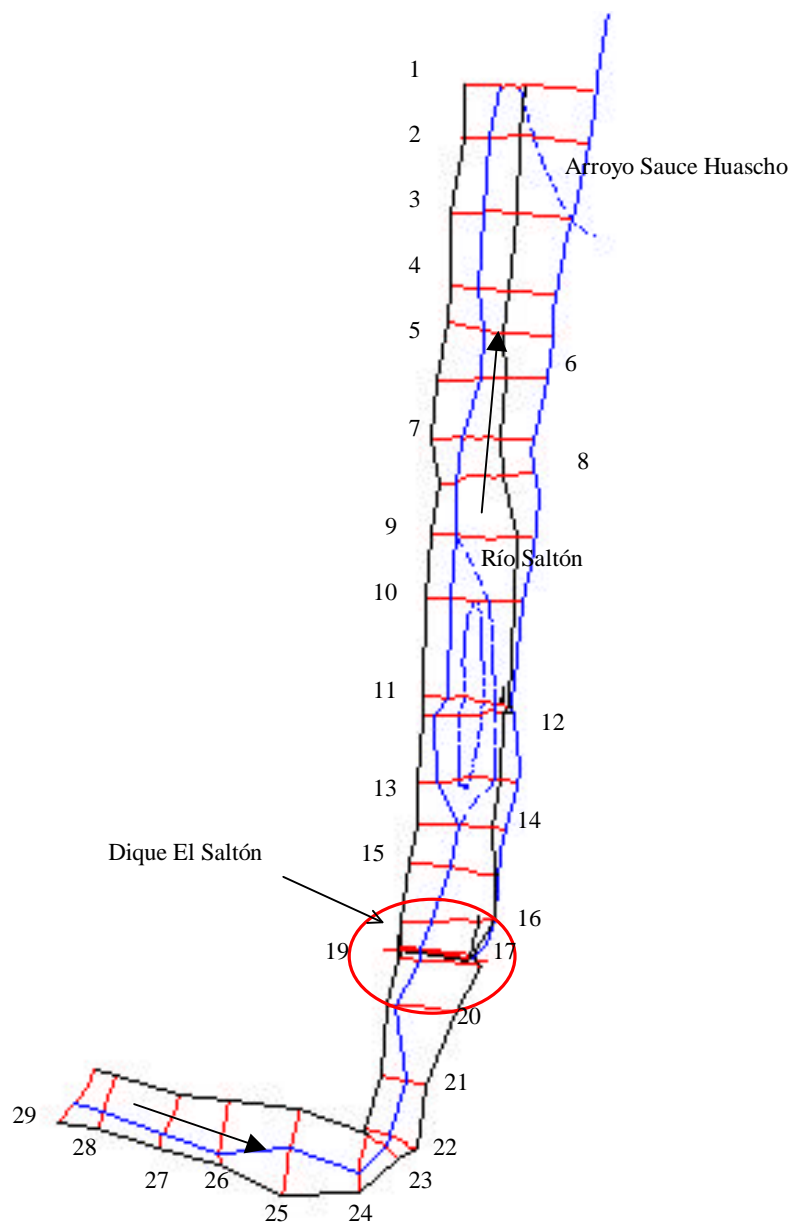
| | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|
| Recurrencia (años) | 10 | 50 | 100 |
| Caudal (m ³ /s) | 216 | 337 | 529 |

Se efectuaron tres simulaciones del modelo para las situaciones que se describen:

- Situación actual
- Situación con obras

En las siguientes planillas y tablas se muestran los resultados obtenidos

Esquema General del Modelo:



Situación Actual

Resultados Obtenidos:

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| 29 | 216.00 | 446.50 | 449.32 | 448.45 | 449.57 | 0.002245 | 2.22 | 97.33 | 44.35 | 0.48 |
| 29 | 337.00 | 446.50 | 449.95 | 448.92 | 450.32 | 0.002432 | 2.69 | 125.43 | 44.36 | 0.51 |
| 29 | 529.00 | 446.50 | 450.83 | 449.55 | 451.36 | 0.002549 | 3.22 | 164.47 | 44.38 | 0.53 |
| | | | | | | | | | | |
| 28.8* | 216.00 | 446.43 | 449.28 | | 449.54 | 0.002381 | 2.28 | 94.57 | 43.20 | 0.49 |
| 28.8* | 337.00 | 446.43 | 449.90 | | 450.29 | 0.002622 | 2.78 | 121.28 | 43.22 | 0.53 |
| 28.8* | 529.00 | 446.43 | 450.76 | | 451.33 | 0.002775 | 3.34 | 158.58 | 43.24 | 0.56 |
| | | | | | | | | | | |
| 28.6* | 216.00 | 446.36 | 449.23 | | 449.52 | 0.002591 | 2.37 | 91.22 | 42.04 | 0.51 |
| 28.6* | 337.00 | 446.36 | 449.83 | | 450.26 | 0.002895 | 2.89 | 116.48 | 42.07 | 0.56 |
| 28.6* | 529.00 | 446.36 | 450.68 | | 451.29 | 0.003081 | 3.48 | 152.05 | 42.11 | 0.58 |
| | | | | | | | | | | |
| 28.4* | 216.00 | 446.30 | 449.17 | | 449.48 | 0.002904 | 2.48 | 87.18 | 40.91 | 0.54 |
| 28.4* | 337.00 | 446.30 | 449.75 | | 450.22 | 0.003275 | 3.04 | 111.00 | 40.93 | 0.59 |
| 28.4* | 529.00 | 446.30 | 450.58 | | 451.26 | 0.003478 | 3.65 | 145.04 | 40.96 | 0.62 |
| | | | | | | | | | | |
| 28.2* | 216.00 | 446.23 | 449.10 | | 449.45 | 0.003372 | 2.62 | 82.43 | 39.79 | 0.58 |
| 28.2* | 337.00 | 446.23 | 449.67 | | 450.19 | 0.003798 | 3.21 | 104.99 | 39.80 | 0.63 |
| 28.2* | 529.00 | 446.23 | 450.46 | | 451.22 | 0.004079 | 3.87 | 136.68 | 39.83 | 0.67 |
| | | | | | | | | | | |
| 28 | 216.00 | 446.16 | 449.02 | | 449.42 | 0.004061 | 2.80 | 77.07 | 38.67 | 0.63 |
| 28 | 337.00 | 446.16 | 449.54 | | 450.15 | 0.004708 | 3.46 | 97.27 | 38.68 | 0.70 |
| 28 | 529.00 | 446.16 | 450.26 | | 451.17 | 0.005212 | 4.22 | 125.38 | 38.70 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 27.8333* | 216.00 | 446.16 | 448.97 | | 449.37 | 0.004184 | 2.82 | 76.54 | 39.04 | 0.64 |
| 27.8333* | 337.00 | 446.16 | 449.48 | | 450.10 | 0.004814 | 3.48 | 96.81 | 39.05 | 0.71 |
| 27.8333* | 529.00 | 446.16 | 450.24 | | 451.13 | 0.005129 | 4.19 | 126.28 | 39.07 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 27.6666* | 216.00 | 446.16 | 448.92 | | 449.33 | 0.004318 | 2.84 | 75.99 | 39.40 | 0.65 |
| 27.6666* | 337.00 | 446.16 | 449.43 | | 450.05 | 0.004929 | 3.50 | 96.33 | 39.42 | 0.71 |
| 27.6666* | 529.00 | 446.16 | 450.21 | | 451.10 | 0.005052 | 4.16 | 127.18 | 39.44 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 27.5* | 216.00 | 446.15 | 448.87 | | 449.28 | 0.004428 | 2.86 | 75.43 | 39.50 | 0.66 |
| 27.5* | 337.00 | 446.15 | 449.38 | | 450.01 | 0.005055 | 3.52 | 95.83 | 39.79 | 0.72 |
| 27.5* | 529.00 | 446.15 | 450.19 | | 451.06 | 0.004980 | 4.13 | 128.09 | 39.81 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 27.3333* | 216.00 | 446.15 | 448.81 | | 449.24 | 0.004583 | 2.90 | 74.57 | 39.44 | 0.67 |
| 27.3333* | 337.00 | 446.15 | 449.33 | | 449.96 | 0.005192 | 3.54 | 95.30 | 40.17 | 0.73 |
| 27.3333* | 529.00 | 446.15 | 450.16 | | 451.02 | 0.004913 | 4.10 | 128.98 | 40.19 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 27.1666* | 216.00 | 446.15 | 448.75 | | 449.19 | 0.004755 | 2.93 | 73.73 | 39.45 | 0.68 |
| 27.1666* | 337.00 | 446.15 | 449.27 | | 449.92 | 0.005338 | 3.56 | 94.77 | 40.54 | 0.74 |
| 27.1666* | 529.00 | 446.15 | 450.14 | | 450.98 | 0.004849 | 4.07 | 129.90 | 40.56 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 27 | 216.00 | 446.15 | 448.69 | | 449.14 | 0.005014 | 2.98 | 72.56 | 39.45 | 0.70 |
| 27 | 337.00 | 446.15 | 449.22 | | 449.87 | 0.005500 | 3.58 | 94.20 | 40.91 | 0.75 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| 27 | 529.00 | 446.15 | 450.11 | | 450.95 | 0.004793 | 4.04 | 130.80 | 40.93 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 26.8333* | 216.00 | 446.15 | 448.62 | | 449.08 | 0.005259 | 3.01 | 71.65 | 39.73 | 0.72 |
| 26.8333* | 337.00 | 446.15 | 449.17 | | 449.82 | 0.005605 | 3.58 | 94.00 | 41.44 | 0.76 |
| 26.8333* | 529.00 | 446.15 | 450.09 | | 450.90 | 0.004682 | 4.00 | 132.23 | 41.46 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 26.6666* | 216.00 | 446.15 | 448.55 | | 449.03 | 0.005520 | 3.05 | 70.77 | 40.04 | 0.73 |
| 26.6666* | 337.00 | 446.15 | 449.11 | | 449.77 | 0.005712 | 3.59 | 93.83 | 41.96 | 0.77 |
| 26.6666* | 529.00 | 446.15 | 450.06 | | 450.86 | 0.004574 | 3.96 | 133.72 | 41.99 | 0.71 |
| | | | | | | | | | | |
| 26.5* | 216.00 | 446.15 | 448.49 | | 448.98 | 0.005789 | 3.09 | 69.94 | 40.36 | 0.75 |
| 26.5* | 337.00 | 446.15 | 449.06 | | 449.72 | 0.005811 | 3.60 | 93.71 | 42.48 | 0.77 |
| 26.5* | 529.00 | 446.15 | 450.04 | | 450.82 | 0.004462 | 3.91 | 135.28 | 42.52 | 0.70 |
| | | | | | | | | | | |
| 26.3333* | 216.00 | 446.15 | 448.42 | | 448.92 | 0.006069 | 3.12 | 69.13 | 40.69 | 0.77 |
| 26.3333* | 337.00 | 446.15 | 448.97 | | 449.65 | 0.006224 | 3.66 | 92.11 | 43.01 | 0.80 |
| 26.3333* | 529.00 | 446.15 | 450.01 | | 450.77 | 0.004349 | 3.86 | 136.92 | 43.05 | 0.69 |
| | | | | | | | | | | |
| 26.1666* | 216.00 | 446.15 | 448.32 | 448.07 | 448.85 | 0.006840 | 3.24 | 66.74 | 40.85 | 0.81 |
| 26.1666* | 337.00 | 446.15 | 448.87 | | 449.59 | 0.006763 | 3.74 | 90.10 | 43.47 | 0.83 |
| 26.1666* | 529.00 | 446.15 | 449.99 | | 450.73 | 0.004234 | 3.82 | 138.63 | 43.58 | 0.68 |
| | | | | | | | | | | |
| 26 | 216.00 | 446.15 | 448.04 | 448.04 | 448.76 | 0.011090 | 3.78 | 57.14 | 39.96 | 1.01 |
| 26 | 337.00 | 446.15 | 448.77 | | 449.52 | 0.007302 | 3.83 | 88.10 | 43.60 | 0.86 |
| 26 | 529.00 | 446.15 | 449.96 | | 450.68 | 0.004120 | 3.77 | 140.40 | 44.11 | 0.67 |
| | | | | | | | | | | |
| 25.75* | 216.00 | 446.08 | 447.66 | 447.89 | 448.64 | 0.019866 | 4.40 | 49.10 | 42.67 | 1.31 |
| 25.75* | 337.00 | 446.08 | 448.90 | | 449.41 | 0.004473 | 3.18 | 106.14 | 48.05 | 0.68 |
| 25.75* | 529.00 | 446.08 | 450.06 | | 450.61 | 0.002846 | 3.26 | 162.29 | 48.09 | 0.57 |
| | | | | | | | | | | |
| 25.5* | 216.00 | 446.00 | 448.10 | 447.75 | 448.49 | 0.005245 | 2.76 | 78.28 | 50.34 | 0.71 |
| 25.5* | 337.00 | 446.00 | 448.96 | | 449.35 | 0.003098 | 2.75 | 122.48 | 52.03 | 0.57 |
| 25.5* | 529.00 | 446.00 | 450.12 | | 450.55 | 0.002125 | 2.89 | 182.82 | 52.10 | 0.49 |
| | | | | | | | | | | |
| 25.25* | 216.00 | 445.93 | 448.13 | | 448.42 | 0.003789 | 2.41 | 89.57 | 55.19 | 0.60 |
| 25.25* | 337.00 | 445.93 | 448.99 | | 449.29 | 0.002321 | 2.45 | 137.70 | 56.05 | 0.50 |
| 25.25* | 529.00 | 445.93 | 450.16 | | 450.50 | 0.001642 | 2.60 | 203.44 | 56.17 | 0.44 |
| | | | | | | | | | | |
| 25 | 216.00 | 445.85 | 448.15 | | 448.38 | 0.002790 | 2.13 | 101.63 | 60.12 | 0.52 |
| 25 | 337.00 | 445.85 | 449.01 | | 449.26 | 0.001777 | 2.19 | 153.67 | 60.17 | 0.44 |
| 25 | 529.00 | 445.85 | 450.19 | | 450.47 | 0.001300 | 2.36 | 224.52 | 60.25 | 0.39 |
| | | | | | | | | | | |
| 24.75* | 216.00 | 445.64 | 448.14 | | 448.35 | 0.002133 | 2.01 | 107.59 | 56.37 | 0.46 |
| 24.75* | 337.00 | 445.64 | 449.00 | | 449.23 | 0.001571 | 2.16 | 155.81 | 56.44 | 0.42 |
| 24.75* | 529.00 | 445.64 | 450.16 | | 450.45 | 0.001257 | 2.39 | 221.75 | 56.51 | 0.38 |
| | | | | | | | | | | |
| 24.5* | 216.00 | 445.44 | 448.13 | | 448.32 | 0.001719 | 1.93 | 112.01 | 52.63 | 0.42 |
| 24.5* | 337.00 | 445.44 | 448.98 | | 449.21 | 0.001431 | 2.15 | 156.48 | 52.70 | 0.40 |
| 24.5* | 529.00 | 445.44 | 450.14 | | 450.44 | 0.001240 | 2.43 | 217.59 | 52.78 | 0.38 |
| | | | | | | | | | | |
| 24.25* | 216.00 | 445.23 | 448.13 | | 448.31 | 0.001449 | 1.88 | 114.92 | 48.91 | 0.39 |
| 24.25* | 337.00 | 445.23 | 448.96 | | 449.20 | 0.001338 | 2.16 | 155.73 | 48.97 | 0.39 |
| 24.25* | 529.00 | 445.23 | 450.10 | | 450.42 | 0.001255 | 2.50 | 211.66 | 49.04 | 0.38 |
| | | | | | | | | | | |
| 24 | 216.00 | 445.02 | 448.12 | | 448.29 | 0.001275 | 1.86 | 116.26 | 45.19 | 0.37 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|---------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| 24 | 337.00 | 445.02 | 448.94 | | 449.19 | 0.001287 | 2.20 | 153.49 | 45.23 | 0.38 |
| 24 | 529.00 | 445.02 | 450.06 | | 450.41 | 0.001297 | 2.59 | 204.36 | 45.30 | 0.39 |
| | | | | | | | | | | |
| 23.8* | 216.00 | 444.81 | 448.08 | | 448.27 | 0.001427 | 1.96 | 110.03 | 42.91 | 0.39 |
| 23.8* | 337.00 | 444.81 | 448.89 | | 449.16 | 0.001457 | 2.33 | 144.81 | 42.96 | 0.40 |
| 23.8* | 529.00 | 444.81 | 450.00 | | 450.38 | 0.001480 | 2.75 | 192.49 | 43.02 | 0.41 |
| | | | | | | | | | | |
| 23.6* | 216.00 | 444.59 | 448.03 | | 448.25 | 0.001641 | 2.09 | 103.21 | 40.61 | 0.42 |
| 23.6* | 337.00 | 444.59 | 448.82 | | 449.14 | 0.001695 | 2.49 | 135.45 | 40.68 | 0.44 |
| 23.6* | 529.00 | 444.59 | 449.91 | | 450.35 | 0.001728 | 2.94 | 179.97 | 40.75 | 0.45 |
| | | | | | | | | | | |
| 23.4* | 216.00 | 444.38 | 447.97 | | 448.22 | 0.001951 | 2.26 | 95.78 | 38.33 | 0.46 |
| 23.4* | 337.00 | 444.38 | 448.74 | | 449.10 | 0.002035 | 2.69 | 125.38 | 38.40 | 0.47 |
| 23.4* | 529.00 | 444.38 | 449.82 | | 450.33 | 0.002065 | 3.17 | 166.97 | 38.48 | 0.49 |
| | | | | | | | | | | |
| 23.2* | 216.00 | 444.16 | 447.89 | | 448.20 | 0.002404 | 2.46 | 87.85 | 36.05 | 0.50 |
| 23.2* | 337.00 | 444.16 | 448.64 | | 449.08 | 0.002528 | 2.94 | 114.78 | 36.12 | 0.53 |
| 23.2* | 529.00 | 444.16 | 449.69 | | 450.30 | 0.002576 | 3.46 | 152.75 | 36.20 | 0.54 |
| | | | | | | | | | | |
| 23 | 216.00 | 443.95 | 447.78 | | 448.17 | 0.003170 | 2.74 | 78.72 | 33.55 | 0.57 |
| 23 | 337.00 | 443.95 | 448.49 | | 449.04 | 0.003388 | 3.29 | 102.51 | 33.83 | 0.60 |
| 23 | 529.00 | 443.95 | 449.49 | | 450.26 | 0.003460 | 3.88 | 136.37 | 33.92 | 0.62 |
| | | | | | | | | | | |
| 22.75* | 216.00 | 444.14 | 447.76 | | 448.15 | 0.003438 | 2.77 | 77.96 | 35.30 | 0.60 |
| 22.75* | 337.00 | 444.14 | 448.47 | | 449.01 | 0.003446 | 3.26 | 103.50 | 35.67 | 0.61 |
| 22.75* | 529.00 | 444.14 | 449.50 | | 450.22 | 0.003323 | 3.78 | 140.04 | 35.75 | 0.61 |
| | | | | | | | | | | |
| 22.5* | 216.00 | 444.32 | 447.74 | | 448.13 | 0.003613 | 2.77 | 78.01 | 37.07 | 0.61 |
| 22.5* | 337.00 | 444.32 | 448.47 | | 448.99 | 0.003425 | 3.20 | 105.33 | 37.50 | 0.61 |
| 22.5* | 529.00 | 444.32 | 449.51 | | 450.19 | 0.003159 | 3.66 | 144.36 | 37.59 | 0.60 |
| | | | | | | | | | | |
| 22.25* | 216.00 | 444.51 | 447.72 | | 448.10 | 0.003710 | 2.75 | 78.62 | 38.82 | 0.62 |
| 22.25* | 337.00 | 444.51 | 448.46 | | 448.96 | 0.003346 | 3.13 | 107.75 | 39.33 | 0.60 |
| 22.25* | 529.00 | 444.51 | 449.52 | | 450.15 | 0.002969 | 3.54 | 149.34 | 39.43 | 0.58 |
| | | | | | | | | | | |
| 22 | 216.00 | 444.69 | 447.70 | | 448.07 | 0.003695 | 2.71 | 79.77 | 40.27 | 0.61 |
| 22 | 337.00 | 444.69 | 448.45 | | 448.92 | 0.003224 | 3.04 | 110.76 | 41.17 | 0.59 |
| 22 | 529.00 | 444.69 | 449.52 | | 450.12 | 0.002767 | 3.41 | 154.96 | 41.27 | 0.56 |
| | | | | | | | | | | |
| 21.8* | 216.00 | 444.72 | 447.64 | | 448.03 | 0.003819 | 2.79 | 77.42 | 38.24 | 0.63 |
| 21.8* | 337.00 | 444.72 | 448.37 | | 448.89 | 0.003479 | 3.17 | 106.28 | 39.33 | 0.62 |
| 21.8* | 529.00 | 444.72 | 449.43 | | 450.09 | 0.003035 | 3.57 | 148.08 | 39.43 | 0.59 |
| | | | | | | | | | | |
| 21.6* | 216.00 | 444.75 | 447.57 | | 447.99 | 0.004046 | 2.90 | 74.61 | 36.29 | 0.64 |
| 21.6* | 337.00 | 444.75 | 448.28 | | 448.85 | 0.003837 | 3.33 | 101.30 | 37.49 | 0.65 |
| 21.6* | 529.00 | 444.75 | 449.34 | | 450.06 | 0.003377 | 3.76 | 140.88 | 37.60 | 0.62 |
| | | | | | | | | | | |
| 21.4* | 216.00 | 444.78 | 447.49 | | 447.95 | 0.004393 | 3.03 | 71.38 | 34.38 | 0.67 |
| 21.4* | 337.00 | 444.78 | 448.18 | | 448.81 | 0.004310 | 3.51 | 96.00 | 35.65 | 0.68 |
| 21.4* | 529.00 | 444.78 | 449.21 | | 450.02 | 0.003879 | 3.99 | 132.66 | 35.77 | 0.66 |
| | | | | | | | | | | |
| 21.2* | 216.00 | 444.81 | 447.40 | | 447.91 | 0.004874 | 3.18 | 67.86 | 32.51 | 0.70 |
| 21.2* | 337.00 | 444.81 | 448.02 | | 448.76 | 0.005251 | 3.80 | 88.66 | 33.78 | 0.75 |
| 21.2* | 529.00 | 444.81 | 449.01 | | 449.97 | 0.004768 | 4.33 | 122.24 | 33.93 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|---------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| 21 | 216.00 | 444.84 | 447.27 | | 447.87 | 0.005825 | 3.43 | 63.02 | 30.57 | 0.76 |
| 21 | 337.00 | 444.84 | 447.69 | | 448.69 | 0.007998 | 4.42 | 76.20 | 31.77 | 0.91 |
| 21 | 529.00 | 444.84 | 448.33 | 448.33 | 449.86 | 0.009422 | 5.48 | 96.61 | 32.00 | 1.01 |
| | | | | | | | | | | |
| 20.8* | 216.00 | 444.80 | 447.22 | | 447.81 | 0.006250 | 3.40 | 63.60 | 33.45 | 0.79 |
| 20.8* | 337.00 | 444.80 | 447.65 | | 448.60 | 0.008024 | 4.30 | 78.33 | 34.61 | 0.91 |
| 20.8* | 529.00 | 444.80 | 447.99 | 448.27 | 449.74 | 0.012800 | 5.86 | 90.25 | 35.30 | 1.17 |
| | | | | | | | | | | |
| 20.6* | 216.00 | 444.76 | 447.22 | | 447.73 | 0.005471 | 3.16 | 68.34 | 36.44 | 0.74 |
| 20.6* | 337.00 | 444.76 | 447.72 | | 448.49 | 0.006404 | 3.89 | 86.56 | 37.69 | 0.82 |
| 20.6* | 529.00 | 444.76 | 448.27 | 448.14 | 449.50 | 0.008043 | 4.91 | 107.65 | 38.71 | 0.94 |
| | | | | | | | | | | |
| 20.4* | 216.00 | 444.73 | 447.26 | | 447.66 | 0.004105 | 2.81 | 76.92 | 39.49 | 0.64 |
| 20.4* | 337.00 | 444.73 | 447.78 | | 448.38 | 0.004739 | 3.45 | 97.76 | 40.78 | 0.71 |
| 20.4* | 529.00 | 444.73 | 448.43 | | 449.34 | 0.005499 | 4.24 | 124.73 | 42.10 | 0.79 |
| | | | | | | | | | | |
| 20.2* | 216.00 | 444.69 | 447.29 | | 447.60 | 0.002866 | 2.45 | 88.30 | 42.37 | 0.54 |
| 20.2* | 337.00 | 444.69 | 447.83 | | 448.30 | 0.003377 | 3.02 | 111.62 | 43.86 | 0.60 |
| 20.2* | 529.00 | 444.69 | 448.54 | | 449.24 | 0.003836 | 3.69 | 143.37 | 45.38 | 0.66 |
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 216.00 | 444.65 | 447.33 | | 447.55 | 0.001958 | 2.11 | 102.44 | 45.67 | 0.45 |
| 20 | 337.00 | 444.65 | 447.89 | | 448.24 | 0.002354 | 2.62 | 128.39 | 46.98 | 0.51 |
| 20 | 529.00 | 444.65 | 448.63 | | 449.16 | 0.002729 | 3.23 | 163.84 | 48.60 | 0.56 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.875* | 216.00 | 444.68 | 447.30 | | 447.53 | 0.002006 | 2.12 | 101.93 | 45.92 | 0.45 |
| 19.875* | 337.00 | 444.68 | 447.86 | | 448.21 | 0.002400 | 2.64 | 127.89 | 47.18 | 0.51 |
| 19.875* | 529.00 | 444.68 | 448.60 | | 449.13 | 0.002764 | 3.24 | 163.48 | 48.77 | 0.56 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.75* | 216.00 | 444.72 | 447.27 | | 447.50 | 0.002058 | 2.13 | 101.45 | 46.26 | 0.46 |
| 19.75* | 337.00 | 444.72 | 447.83 | | 448.18 | 0.002451 | 2.64 | 127.48 | 47.53 | 0.52 |
| 19.75* | 529.00 | 444.72 | 448.57 | | 449.10 | 0.002802 | 3.24 | 163.33 | 49.15 | 0.57 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.625* | 216.00 | 444.75 | 447.24 | | 447.48 | 0.002115 | 2.14 | 100.96 | 46.61 | 0.46 |
| 19.625* | 337.00 | 444.75 | 447.80 | | 448.15 | 0.002507 | 2.65 | 127.07 | 47.93 | 0.52 |
| 19.625* | 529.00 | 444.75 | 448.54 | | 449.07 | 0.002845 | 3.24 | 163.25 | 49.65 | 0.57 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.5* | 216.00 | 444.78 | 447.22 | | 447.45 | 0.002175 | 2.15 | 100.44 | 46.92 | 0.47 |
| 19.5* | 337.00 | 444.78 | 447.77 | | 448.13 | 0.002568 | 2.66 | 126.62 | 48.33 | 0.52 |
| 19.5* | 529.00 | 444.78 | 448.50 | | 449.04 | 0.002914 | 3.25 | 162.79 | 50.20 | 0.58 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.375* | 216.00 | 444.81 | 447.19 | | 447.43 | 0.002239 | 2.16 | 99.91 | 47.29 | 0.47 |
| 19.375* | 337.00 | 444.81 | 447.74 | | 448.10 | 0.002632 | 2.67 | 126.14 | 48.71 | 0.53 |
| 19.375* | 529.00 | 444.81 | 448.46 | | 449.00 | 0.002987 | 3.26 | 162.29 | 50.73 | 0.58 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.25* | 216.00 | 444.84 | 447.16 | | 447.40 | 0.002310 | 2.17 | 99.37 | 47.72 | 0.48 |
| 19.25* | 337.00 | 444.84 | 447.71 | | 448.07 | 0.002695 | 2.68 | 125.63 | 49.01 | 0.53 |
| 19.25* | 529.00 | 444.84 | 448.43 | | 448.97 | 0.003067 | 3.27 | 161.74 | 51.26 | 0.59 |
| | | | | | | | | | | |
| 19.125* | 216.00 | 444.88 | 447.13 | | 447.38 | 0.002388 | 2.19 | 98.77 | 48.16 | 0.49 |
| 19.125* | 337.00 | 444.88 | 447.68 | | 448.04 | 0.002750 | 2.69 | 125.10 | 49.09 | 0.54 |
| 19.125* | 529.00 | 444.88 | 448.39 | | 448.94 | 0.003154 | 3.28 | 161.10 | 51.76 | 0.59 |
| | | | | | | | | | | |
| 19 | 216.00 | 444.91 | 447.11 | 446.32 | 447.35 | 0.002472 | 2.20 | 98.15 | 48.60 | 0.49 |
| 19 | 337.00 | 444.91 | 447.65 | 446.77 | 448.02 | 0.002822 | 2.71 | 124.58 | 49.48 | 0.54 |
| 19 | 529.00 | 444.91 | 448.34 | 447.38 | 448.90 | 0.003269 | 3.31 | 159.99 | 52.18 | 0.60 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|-------------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| | | | | | | | | | | |
| 18 | Inline Weir | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 17 | 216.00 | 441.80 | 446.11 | 444.39 | 446.22 | 0.000749 | 1.50 | 143.61 | 48.83 | 0.28 |
| 17 | 337.00 | 441.80 | 446.67 | 444.83 | 446.85 | 0.000994 | 1.93 | 179.48 | 55.30 | 0.33 |
| 17 | 529.00 | 441.80 | 447.35 | 445.44 | 447.67 | 0.001351 | 2.51 | 217.58 | 55.83 | 0.39 |
| | | | | | | | | | | |
| 16.8333* | 216.00 | 442.07 | 446.08 | 444.57 | 446.21 | 0.000912 | 1.60 | 135.19 | 49.84 | 0.31 |
| 16.8333* | 337.00 | 442.07 | 446.64 | 445.01 | 446.84 | 0.001172 | 2.03 | 170.43 | 56.16 | 0.36 |
| 16.8333* | 529.00 | 442.07 | 447.31 | 445.61 | 447.65 | 0.001565 | 2.61 | 208.77 | 57.73 | 0.43 |
| | | | | | | | | | | |
| 16.6666* | 216.00 | 442.35 | 446.04 | 444.76 | 446.20 | 0.001159 | 1.72 | 125.80 | 50.95 | 0.35 |
| 16.6666* | 337.00 | 442.35 | 446.58 | 445.19 | 446.82 | 0.001537 | 2.20 | 153.41 | 52.78 | 0.41 |
| 16.6666* | 529.00 | 442.35 | 447.26 | 445.79 | 447.63 | 0.001838 | 2.72 | 199.65 | 59.46 | 0.46 |
| | | | | | | | | | | |
| 16.5* | 216.00 | 442.63 | 446.00 | 444.95 | 446.17 | 0.001586 | 1.87 | 115.60 | 53.22 | 0.40 |
| 16.5* | 337.00 | 442.63 | 446.52 | 445.38 | 446.80 | 0.001956 | 2.34 | 143.89 | 54.96 | 0.46 |
| 16.5* | 529.00 | 442.63 | 447.20 | 445.98 | 447.60 | 0.002205 | 2.85 | 190.01 | 61.11 | 0.51 |
| | | | | | | | | | | |
| 16.3333* | 216.00 | 442.90 | 445.93 | 445.12 | 446.15 | 0.002271 | 2.06 | 104.97 | 55.39 | 0.48 |
| 16.3333* | 337.00 | 442.90 | 446.44 | 445.56 | 446.77 | 0.002571 | 2.52 | 133.55 | 56.60 | 0.52 |
| 16.3333* | 529.00 | 442.90 | 447.13 | 446.14 | 447.58 | 0.002710 | 3.01 | 179.88 | 62.74 | 0.56 |
| | | | | | | | | | | |
| 16.1666* | 216.00 | 443.17 | 445.85 | 445.27 | 446.12 | 0.003275 | 2.29 | 94.23 | 55.70 | 0.56 |
| 16.1666* | 337.00 | 443.17 | 446.35 | 445.69 | 446.74 | 0.003509 | 2.75 | 122.54 | 57.82 | 0.60 |
| 16.1666* | 529.00 | 443.17 | 446.97 | 446.26 | 447.54 | 0.003814 | 3.33 | 158.88 | 59.56 | 0.65 |
| | | | | | | | | | | |
| 16 | 216.00 | 443.45 | 445.72 | 445.38 | 446.08 | 0.005383 | 2.65 | 81.52 | 56.09 | 0.70 |
| 16 | 337.00 | 443.45 | 446.21 | 445.80 | 446.69 | 0.005167 | 3.09 | 109.20 | 57.70 | 0.72 |
| 16 | 529.00 | 443.45 | 446.80 | 446.36 | 447.49 | 0.005331 | 3.67 | 144.28 | 60.02 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 15.75* | 216.00 | 443.38 | 445.66 | 445.36 | 446.04 | 0.005773 | 2.72 | 79.43 | 55.67 | 0.73 |
| 15.75* | 337.00 | 443.38 | 446.15 | 445.78 | 446.65 | 0.005480 | 3.15 | 106.94 | 57.54 | 0.74 |
| 15.75* | 529.00 | 443.38 | 446.67 | 446.34 | 447.43 | 0.006139 | 3.84 | 137.83 | 59.87 | 0.81 |
| | | | | | | | | | | |
| 15.5* | 216.00 | 443.31 | 445.61 | 445.32 | 446.00 | 0.005942 | 2.76 | 78.40 | 55.25 | 0.74 |
| 15.5* | 337.00 | 443.31 | 446.10 | 445.75 | 446.61 | 0.005661 | 3.19 | 105.76 | 57.58 | 0.75 |
| 15.5* | 529.00 | 443.31 | 446.55 | 446.31 | 447.36 | 0.007034 | 4.00 | 132.13 | 59.95 | 0.86 |
| | | | | | | | | | | |
| 15.25* | 216.00 | 443.24 | 445.57 | 445.27 | 445.96 | 0.005878 | 2.76 | 78.40 | 54.92 | 0.74 |
| 15.25* | 337.00 | 443.24 | 446.05 | 445.71 | 446.57 | 0.005799 | 3.20 | 105.22 | 58.04 | 0.76 |
| 15.25* | 529.00 | 443.24 | 446.54 | 446.28 | 447.28 | 0.006327 | 3.84 | 140.41 | 64.10 | 0.82 |
| | | | | | | | | | | |
| 15 | 216.00 | 443.17 | 445.54 | 445.21 | 445.92 | 0.005599 | 2.72 | 79.53 | 54.88 | 0.72 |
| 15 | 337.00 | 443.17 | 446.04 | 445.66 | 446.50 | 0.005121 | 3.04 | 113.11 | 62.98 | 0.72 |
| 15 | 529.00 | 443.17 | 446.52 | 446.19 | 447.23 | 0.005849 | 3.76 | 143.66 | 63.68 | 0.79 |
| | | | | | | | | | | |
| 14.75* | 216.00 | 443.22 | 445.52 | 445.15 | 445.88 | 0.005222 | 2.64 | 81.79 | 55.86 | 0.70 |
| 14.75* | 337.00 | 443.22 | 446.02 | 445.61 | 446.46 | 0.004735 | 2.97 | 115.82 | 62.80 | 0.69 |
| 14.75* | 529.00 | 443.22 | 446.50 | 446.11 | 447.18 | 0.005498 | 3.69 | 146.25 | 63.44 | 0.77 |
| | | | | | | | | | | |
| 14.5* | 216.00 | 443.27 | 445.51 | 445.10 | 445.84 | 0.004812 | 2.55 | 84.59 | 57.10 | 0.67 |
| 14.5* | 337.00 | 443.27 | 446.00 | 445.56 | 446.42 | 0.004392 | 2.90 | 118.48 | 62.62 | 0.67 |
| 14.5* | 529.00 | 443.27 | 446.49 | 446.05 | 447.14 | 0.005130 | 3.61 | 149.28 | 63.21 | 0.75 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| | | | | | | | | | | |
| 14.25* | 216.00 | 443.32 | 445.50 | 445.04 | 445.81 | 0.004445 | 2.47 | 87.51 | 58.48 | 0.64 |
| 14.25* | 337.00 | 443.32 | 445.98 | 445.51 | 446.39 | 0.004089 | 2.83 | 121.08 | 62.43 | 0.64 |
| 14.25* | 529.00 | 443.32 | 446.48 | 445.99 | 447.11 | 0.004803 | 3.54 | 152.24 | 62.98 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 14 | 216.00 | 443.37 | 445.49 | 444.99 | 445.77 | 0.003789 | 2.33 | 94.29 | 61.75 | 0.60 |
| 14 | 337.00 | 443.37 | 445.97 | 445.42 | 446.35 | 0.003820 | 2.77 | 123.64 | 62.24 | 0.62 |
| 14 | 529.00 | 443.37 | 446.47 | 445.92 | 447.07 | 0.004510 | 3.47 | 155.14 | 62.76 | 0.70 |
| | | | | | | | | | | |
| 13.8* | 216.00 | 443.28 | 445.39 | 445.03 | 445.73 | 0.005200 | 2.59 | 83.42 | 58.57 | 0.69 |
| 13.8* | 337.00 | 443.28 | 445.91 | 445.48 | 446.32 | 0.004405 | 2.87 | 119.57 | 63.89 | 0.67 |
| 13.8* | 529.00 | 443.28 | 446.39 | 445.95 | 447.03 | 0.005141 | 3.58 | 150.51 | 64.44 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 13.6* | 216.00 | 443.19 | 445.29 | 445.03 | 445.68 | 0.006273 | 2.75 | 78.42 | 57.95 | 0.76 |
| 13.6* | 337.00 | 443.19 | 445.85 | 445.45 | 446.28 | 0.004882 | 2.93 | 117.03 | 65.44 | 0.70 |
| 13.6* | 529.00 | 443.19 | 446.36 | 445.94 | 447.00 | 0.005334 | 3.58 | 150.32 | 66.11 | 0.76 |
| | | | | | | | | | | |
| 13.4* | 216.00 | 443.10 | 445.25 | 444.93 | 445.63 | 0.005678 | 2.73 | 79.03 | 54.74 | 0.73 |
| 13.4* | 337.00 | 443.10 | 445.70 | 445.39 | 446.22 | 0.006267 | 3.20 | 105.44 | 62.16 | 0.78 |
| 13.4* | 529.00 | 443.10 | 446.33 | 445.92 | 446.96 | 0.005260 | 3.54 | 152.43 | 67.67 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 13.2* | 216.00 | 443.01 | 445.25 | 444.82 | 445.58 | 0.004458 | 2.52 | 85.72 | 55.72 | 0.65 |
| 13.2* | 337.00 | 443.01 | 445.70 | 445.26 | 446.16 | 0.004988 | 3.03 | 111.30 | 59.65 | 0.71 |
| 13.2* | 529.00 | 443.01 | 446.31 | 445.84 | 446.91 | 0.004927 | 3.44 | 156.80 | 68.86 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 13 | 216.00 | 442.92 | 445.26 | 444.70 | 445.53 | 0.003497 | 2.31 | 93.51 | 57.42 | 0.58 |
| 13 | 337.00 | 442.92 | 445.71 | 445.13 | 446.11 | 0.004031 | 2.81 | 119.89 | 60.89 | 0.64 |
| 13 | 529.00 | 442.92 | 446.33 | 445.70 | 446.86 | 0.004041 | 3.25 | 166.09 | 68.04 | 0.66 |
| | | | | | | | | | | |
| 12.6666* | 216.00 | 442.76 | 445.09 | 444.76 | 445.49 | 0.005617 | 2.78 | 77.58 | 51.78 | 0.73 |
| 12.6666* | 337.00 | 442.76 | 445.39 | 445.23 | 446.05 | 0.008106 | 3.61 | 93.31 | 55.47 | 0.89 |
| 12.6666* | 529.00 | 442.76 | 446.17 | 445.77 | 446.81 | 0.005359 | 3.59 | 151.49 | 67.03 | 0.76 |
| | | | | | | | | | | |
| 12.3333* | 216.00 | 442.59 | 444.82 | 444.80 | 445.41 | 0.011099 | 3.39 | 63.69 | 52.60 | 0.98 |
| 12.3333* | 337.00 | 442.59 | 445.42 | 445.29 | 445.96 | 0.006684 | 3.32 | 105.40 | 62.95 | 0.81 |
| 12.3333* | 529.00 | 442.59 | 446.12 | 445.68 | 446.78 | 0.005267 | 3.66 | 150.35 | 64.09 | 0.76 |
| | | | | | | | | | | |
| 12 | 216.00 | 442.43 | 444.95 | 444.58 | 445.28 | 0.004619 | 2.59 | 87.13 | 59.32 | 0.65 |
| 12 | 337.00 | 442.43 | 445.44 | 445.00 | 445.89 | 0.004486 | 3.02 | 116.52 | 60.03 | 0.67 |
| 12 | 529.00 | 442.43 | 446.15 | 445.53 | 446.73 | 0.004158 | 3.46 | 159.46 | 61.86 | 0.68 |
| | | | | | | | | | | |
| 11 | 216.00 | 442.72 | 444.71 | 444.58 | 445.21 | 0.008510 | 3.13 | 69.02 | 52.13 | 0.87 |
| 11 | 337.00 | 442.72 | 445.10 | 445.01 | 445.82 | 0.009020 | 3.76 | 89.60 | 53.48 | 0.93 |
| 11 | 529.00 | 442.72 | 445.61 | 445.58 | 446.64 | 0.009504 | 4.51 | 117.31 | 55.24 | 0.99 |
| | | | | | | | | | | |
| 10.8* | 216.00 | 442.67 | 444.65 | 444.52 | 445.14 | 0.008357 | 3.12 | 69.22 | 52.09 | 0.86 |
| 10.8* | 337.00 | 442.67 | 445.00 | 444.94 | 445.75 | 0.009500 | 3.83 | 88.05 | 53.57 | 0.95 |
| 10.8* | 529.00 | 442.67 | 445.53 | 445.53 | 446.58 | 0.009637 | 4.52 | 116.93 | 55.75 | 1.00 |
| | | | | | | | | | | |
| 10.6* | 216.00 | 442.61 | 444.53 | 444.44 | 445.07 | 0.009305 | 3.24 | 66.73 | 51.75 | 0.91 |
| 10.6* | 337.00 | 442.61 | 444.91 | 444.88 | 445.68 | 0.010003 | 3.89 | 86.62 | 53.69 | 0.98 |
| 10.6* | 529.00 | 442.61 | 445.33 | 445.36 | 446.52 | 0.011860 | 4.82 | 109.70 | 55.86 | 1.10 |
| | | | | | | | | | | |
| 10.4* | 216.00 | 442.56 | 444.41 | 444.37 | 444.99 | 0.010463 | 3.37 | 64.05 | 51.11 | 0.96 |
| 10.4* | 337.00 | 442.56 | 444.81 | 444.81 | 445.61 | 0.010533 | 3.95 | 85.33 | 53.90 | 1.00 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| 10.4* | 529.00 | 442.56 | 445.46 | 445.23 | 446.20 | 0.006855 | 3.90 | 139.69 | 66.52 | 0.85 |
| | | | | | | | | | | |
| 10.2* | 216.00 | 442.50 | 444.29 | 444.28 | 444.91 | 0.011563 | 3.50 | 61.64 | 50.06 | 1.01 |
| 10.2* | 337.00 | 442.50 | 444.73 | 444.75 | 445.53 | 0.010831 | 3.96 | 85.03 | 54.60 | 1.01 |
| 10.2* | 529.00 | 442.50 | 445.47 | 445.11 | 446.13 | 0.005910 | 3.70 | 147.11 | 67.35 | 0.79 |
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 216.00 | 442.45 | 444.23 | 444.19 | 444.83 | 0.010618 | 3.44 | 62.87 | 49.24 | 0.97 |
| 10 | 337.00 | 442.45 | 444.45 | 444.51 | 445.50 | 0.016567 | 4.55 | 74.11 | 53.23 | 1.23 |
| 10 | 529.00 | 442.45 | 445.47 | 445.01 | 446.07 | 0.005152 | 3.51 | 154.89 | 68.55 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 9.83333* | 216.00 | 442.34 | 444.33 | 444.14 | 444.68 | 0.005967 | 2.69 | 83.10 | 63.26 | 0.74 |
| 9.83333* | 337.00 | 442.34 | 444.74 | 444.46 | 445.23 | 0.006061 | 3.18 | 109.60 | 64.97 | 0.77 |
| 9.83333* | 529.00 | 442.34 | 445.41 | 444.95 | 446.02 | 0.005169 | 3.54 | 153.84 | 67.69 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 9.66666* | 216.00 | 442.24 | 444.26 | 444.11 | 444.62 | 0.006031 | 2.73 | 82.41 | 62.80 | 0.74 |
| 9.66666* | 337.00 | 442.24 | 444.68 | 444.39 | 445.18 | 0.006057 | 3.21 | 109.04 | 64.33 | 0.77 |
| 9.66666* | 529.00 | 442.24 | 445.34 | 444.92 | 445.96 | 0.005248 | 3.59 | 152.15 | 66.73 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 9.5* | 216.00 | 442.13 | 444.19 | 444.03 | 444.56 | 0.006057 | 2.77 | 81.77 | 62.17 | 0.75 |
| 9.5* | 337.00 | 442.13 | 444.62 | 444.33 | 445.12 | 0.006044 | 3.24 | 108.44 | 63.57 | 0.78 |
| 9.5* | 529.00 | 442.13 | 445.26 | 444.86 | 445.91 | 0.005399 | 3.67 | 149.80 | 65.69 | 0.77 |
| | | | | | | | | | | |
| 9.33333* | 216.00 | 442.02 | 444.15 | 443.90 | 444.52 | 0.005704 | 2.75 | 82.71 | 61.52 | 0.73 |
| 9.33333* | 337.00 | 442.02 | 444.56 | 444.28 | 445.07 | 0.006035 | 3.28 | 107.74 | 62.74 | 0.78 |
| 9.33333* | 529.00 | 442.02 | 445.18 | 444.80 | 445.85 | 0.005565 | 3.74 | 147.34 | 64.62 | 0.78 |
| | | | | | | | | | | |
| 9.16666* | 216.00 | 441.92 | 444.12 | 443.85 | 444.47 | 0.005275 | 2.72 | 84.07 | 60.80 | 0.71 |
| 9.16666* | 337.00 | 441.92 | 444.50 | 444.23 | 445.02 | 0.006032 | 3.32 | 106.95 | 61.84 | 0.78 |
| 9.16666* | 529.00 | 441.92 | 445.10 | 444.75 | 445.80 | 0.005748 | 3.83 | 144.81 | 63.53 | 0.79 |
| | | | | | | | | | | |
| 9 | 216.00 | 441.81 | 444.09 | 443.78 | 444.44 | 0.004897 | 2.70 | 85.30 | 60.01 | 0.68 |
| 9 | 337.00 | 441.81 | 444.43 | 444.18 | 444.97 | 0.006039 | 3.37 | 106.06 | 60.90 | 0.78 |
| 9 | 529.00 | 441.81 | 445.02 | 444.71 | 445.75 | 0.005951 | 3.92 | 142.19 | 62.43 | 0.81 |
| | | | | | | | | | | |
| 8.8* | 216.00 | 441.76 | 444.07 | 443.76 | 444.39 | 0.004529 | 2.63 | 88.05 | 62.13 | 0.66 |
| 8.8* | 337.00 | 441.76 | 444.41 | 444.13 | 444.92 | 0.005639 | 3.29 | 109.32 | 63.01 | 0.76 |
| 8.8* | 529.00 | 441.76 | 445.00 | 444.65 | 445.68 | 0.005551 | 3.82 | 146.77 | 64.54 | 0.78 |
| | | | | | | | | | | |
| 8.6* | 216.00 | 441.71 | 444.05 | 443.72 | 444.36 | 0.004212 | 2.57 | 90.62 | 64.25 | 0.64 |
| 8.6* | 337.00 | 441.71 | 444.38 | 444.09 | 444.87 | 0.005295 | 3.23 | 112.37 | 65.12 | 0.74 |
| 8.6* | 529.00 | 441.71 | 444.97 | 444.60 | 445.62 | 0.005206 | 3.73 | 151.14 | 66.64 | 0.76 |
| | | | | | | | | | | |
| 8.4* | 216.00 | 441.65 | 444.02 | 443.68 | 444.32 | 0.003935 | 2.52 | 93.01 | 66.36 | 0.62 |
| 8.4* | 337.00 | 441.65 | 444.36 | 444.05 | 444.82 | 0.004995 | 3.17 | 115.24 | 67.21 | 0.72 |
| 8.4* | 529.00 | 441.65 | 444.94 | 444.55 | 445.56 | 0.004918 | 3.67 | 154.76 | 68.15 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 8.2* | 216.00 | 441.60 | 444.00 | 443.66 | 444.29 | 0.003691 | 2.48 | 95.22 | 68.46 | 0.60 |
| 8.2* | 337.00 | 441.60 | 444.33 | 444.01 | 444.78 | 0.004733 | 3.12 | 117.91 | 69.30 | 0.70 |
| 8.2* | 529.00 | 441.60 | 444.91 | 444.50 | 445.51 | 0.004674 | 3.63 | 157.88 | 69.35 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 8 | 216.00 | 441.55 | 443.50 | 443.49 | 444.20 | 0.011037 | 3.69 | 58.47 | 42.38 | 1.00 |
| 8 | 337.00 | 441.55 | 444.30 | 443.99 | 444.74 | 0.004456 | 3.08 | 120.24 | 70.54 | 0.68 |
| 8 | 529.00 | 441.55 | 444.87 | 444.47 | 445.46 | 0.004540 | 3.61 | 159.89 | 70.55 | 0.71 |
| | | | | | | | | | | |
| 7 | 216.00 | 441.61 | 443.40 | 443.40 | 444.11 | 0.010927 | 3.74 | 57.72 | 40.61 | 1.00 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| 7 | 337.00 | 441.61 | 444.04 | 443.98 | 444.68 | 0.006903 | 3.66 | 100.93 | 69.02 | 0.84 |
| 7 | 529.00 | 441.61 | 444.50 | 444.50 | 445.38 | 0.007760 | 4.37 | 133.08 | 70.71 | 0.91 |
| | | | | | | | | | | |
| 6.75* | 216.00 | 441.44 | 443.18 | 443.29 | 444.02 | 0.013985 | 4.07 | 53.07 | 39.70 | 1.12 |
| 6.75* | 337.00 | 441.44 | 444.08 | 443.89 | 444.60 | 0.005278 | 3.33 | 111.80 | 71.59 | 0.74 |
| 6.75* | 529.00 | 441.44 | 444.20 | 444.40 | 445.30 | 0.010575 | 4.86 | 120.29 | 71.99 | 1.06 |
| | | | | | | | | | | |
| 6.5* | 216.00 | 441.27 | 442.99 | 443.15 | 443.92 | 0.015990 | 4.27 | 50.60 | 39.02 | 1.20 |
| 6.5* | 337.00 | 441.27 | 444.13 | 443.69 | 444.55 | 0.003936 | 3.01 | 124.30 | 73.90 | 0.65 |
| 6.5* | 529.00 | 441.27 | 444.01 | 444.28 | 445.22 | 0.011844 | 5.07 | 115.79 | 73.54 | 1.11 |
| | | | | | | | | | | |
| 6.25* | 216.00 | 441.09 | 442.76 | 443.00 | 443.79 | 0.018480 | 4.49 | 48.08 | 38.29 | 1.28 |
| 6.25* | 337.00 | 441.09 | 443.53 | 443.53 | 444.45 | 0.009961 | 4.27 | 78.96 | 42.48 | 1.00 |
| 6.25* | 529.00 | 441.09 | 443.83 | 444.16 | 445.12 | 0.012716 | 5.23 | 112.53 | 75.04 | 1.15 |
| | | | | | | | | | | |
| 6 | 216.00 | 440.92 | 443.17 | 442.80 | 443.64 | 0.005380 | 3.02 | 71.62 | 40.84 | 0.73 |
| 6 | 337.00 | 440.92 | 443.07 | 443.33 | 444.34 | 0.015626 | 4.99 | 67.56 | 40.32 | 1.23 |
| 6 | 529.00 | 440.92 | 444.30 | 444.03 | 444.93 | 0.004661 | 3.70 | 160.42 | 78.33 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 5.83333* | 216.00 | 440.87 | 443.14 | 442.76 | 443.60 | 0.005343 | 3.01 | 71.65 | 40.69 | 0.73 |
| 5.83333* | 337.00 | 440.87 | 443.72 | 443.29 | 444.20 | 0.004395 | 3.19 | 118.52 | 76.90 | 0.68 |
| 5.83333* | 529.00 | 440.87 | 444.25 | 443.98 | 444.88 | 0.004700 | 3.73 | 159.73 | 78.27 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 5.66666* | 216.00 | 440.81 | 443.10 | 442.71 | 443.56 | 0.005255 | 3.01 | 71.81 | 40.42 | 0.72 |
| 5.66666* | 337.00 | 440.81 | 443.67 | 443.25 | 444.15 | 0.004397 | 3.20 | 118.24 | 76.86 | 0.68 |
| 5.66666* | 529.00 | 440.81 | 444.19 | 443.92 | 444.83 | 0.004728 | 3.75 | 159.06 | 78.09 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 5.5* | 216.00 | 440.76 | 443.07 | 442.67 | 443.53 | 0.005137 | 3.00 | 72.02 | 40.01 | 0.71 |
| 5.5* | 337.00 | 440.76 | 443.62 | 443.21 | 444.10 | 0.004383 | 3.22 | 117.99 | 76.71 | 0.68 |
| 5.5* | 529.00 | 440.76 | 444.14 | 443.89 | 444.78 | 0.004756 | 3.79 | 158.29 | 77.82 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 5.33333* | 216.00 | 440.71 | 443.03 | 442.61 | 443.49 | 0.005005 | 2.99 | 72.25 | 39.50 | 0.71 |
| 5.33333* | 337.00 | 440.71 | 443.56 | 443.32 | 444.06 | 0.004420 | 3.25 | 117.15 | 76.46 | 0.69 |
| 5.33333* | 529.00 | 440.71 | 444.08 | 443.85 | 444.74 | 0.004770 | 3.82 | 157.44 | 77.25 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 5.16666* | 216.00 | 440.65 | 443.00 | 442.56 | 443.45 | 0.004814 | 2.97 | 72.74 | 38.95 | 0.69 |
| 5.16666* | 337.00 | 440.65 | 443.50 | 443.27 | 444.01 | 0.004458 | 3.29 | 116.27 | 76.13 | 0.69 |
| 5.16666* | 529.00 | 440.65 | 444.03 | 443.80 | 444.70 | 0.004789 | 3.87 | 156.45 | 76.53 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 216.00 | 440.60 | 442.98 | 442.50 | 443.40 | 0.004433 | 2.90 | 80.01 | 74.98 | 0.67 |
| 5 | 337.00 | 440.60 | 443.44 | 443.23 | 443.96 | 0.004502 | 3.33 | 115.28 | 75.73 | 0.69 |
| 5 | 529.00 | 440.60 | 443.97 | 443.75 | 444.66 | 0.004828 | 3.91 | 155.28 | 75.81 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 4.83333* | 216.00 | 440.58 | 442.94 | 442.48 | 443.36 | 0.004524 | 2.91 | 80.14 | 74.99 | 0.67 |
| 4.83333* | 337.00 | 440.58 | 443.39 | 443.19 | 443.91 | 0.004674 | 3.36 | 114.20 | 75.72 | 0.71 |
| 4.83333* | 529.00 | 440.58 | 443.92 | 443.71 | 444.61 | 0.004947 | 3.93 | 154.39 | 75.90 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 4.66666* | 216.00 | 440.55 | 442.80 | 442.45 | 443.31 | 0.005653 | 3.14 | 68.88 | 38.31 | 0.75 |
| 4.66666* | 337.00 | 440.55 | 443.33 | 443.15 | 443.87 | 0.004838 | 3.39 | 113.20 | 75.70 | 0.72 |
| 4.66666* | 529.00 | 440.55 | 443.86 | 443.67 | 444.56 | 0.005060 | 3.95 | 153.58 | 75.98 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 4.5* | 216.00 | 440.53 | 442.78 | 442.42 | 443.25 | 0.005398 | 3.06 | 75.32 | 74.88 | 0.73 |
| 4.5* | 337.00 | 440.53 | 443.27 | 443.11 | 443.81 | 0.005064 | 3.43 | 111.76 | 75.67 | 0.73 |
| 4.5* | 529.00 | 440.53 | 443.81 | 443.62 | 444.50 | 0.005168 | 3.96 | 152.87 | 76.07 | 0.76 |
| | | | | | | | | | | |

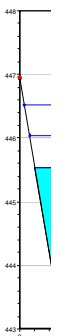
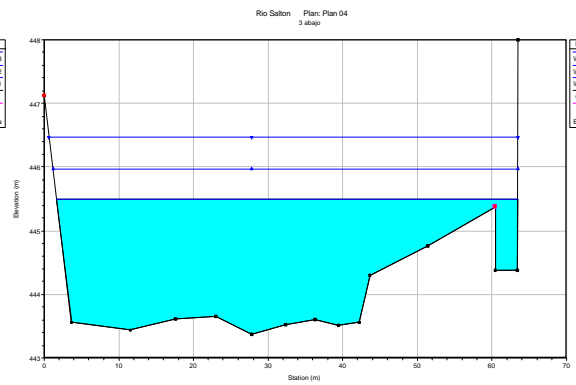
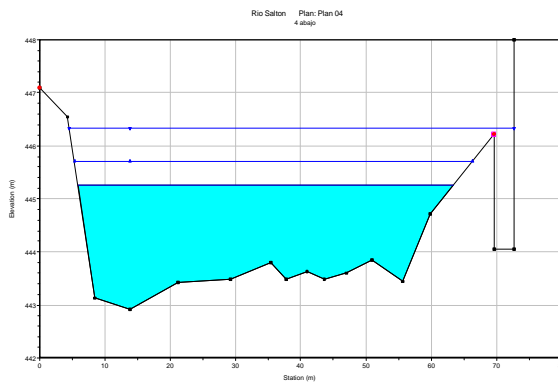
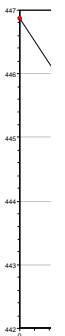
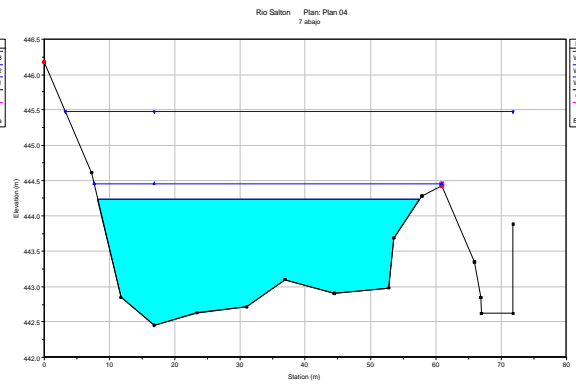
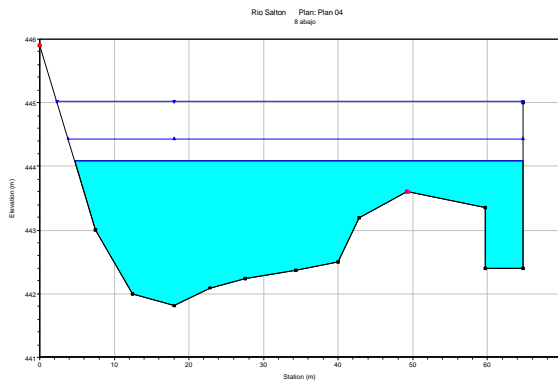
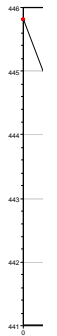
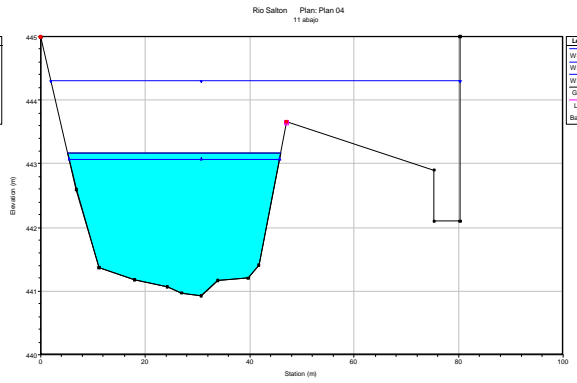
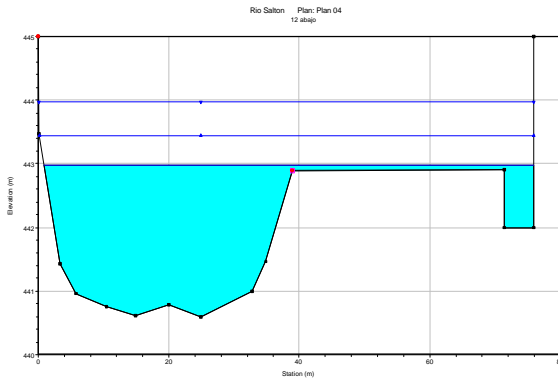
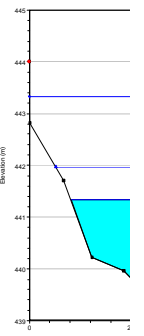
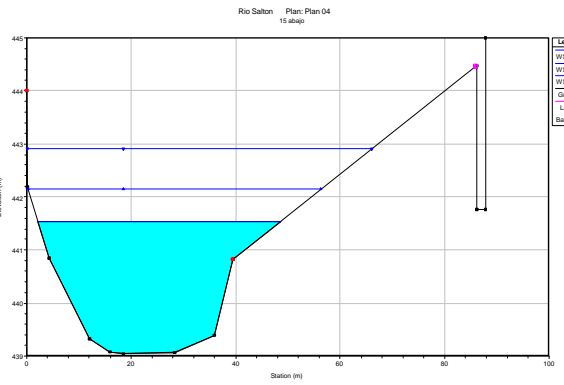
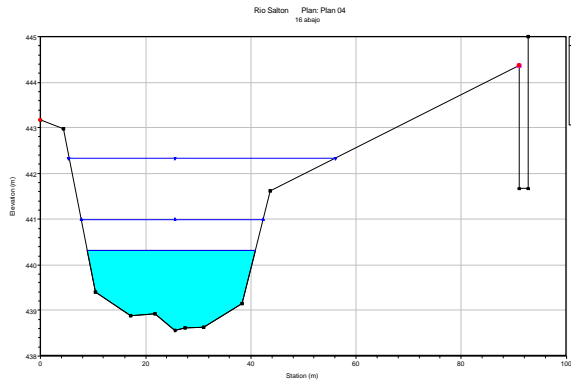
Dique Derivador y Canal El Saltón

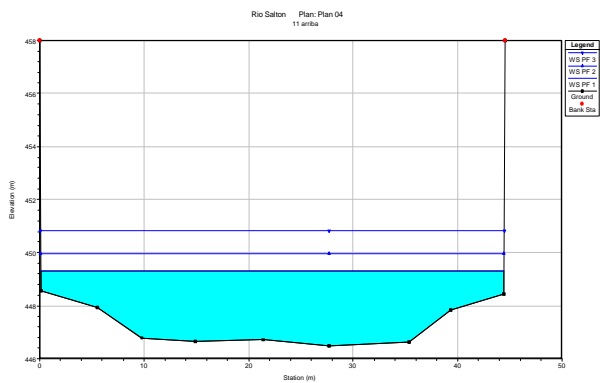
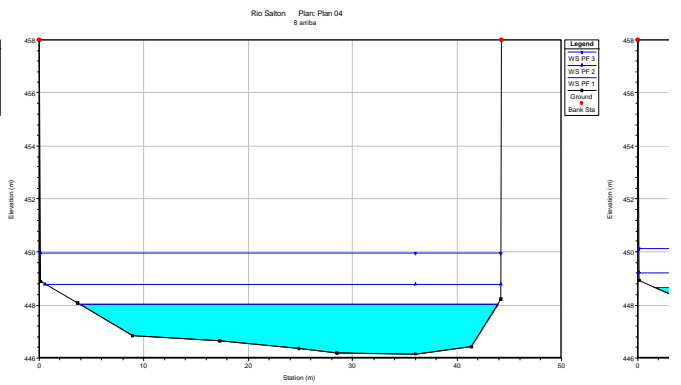
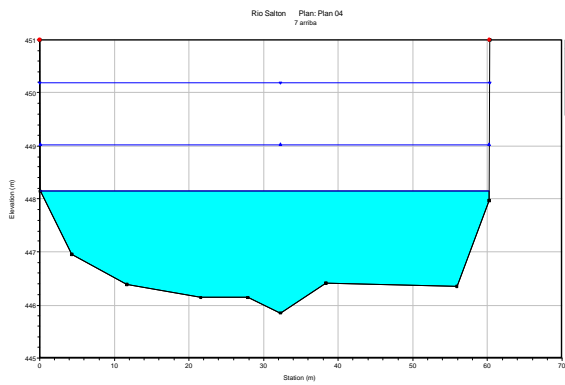
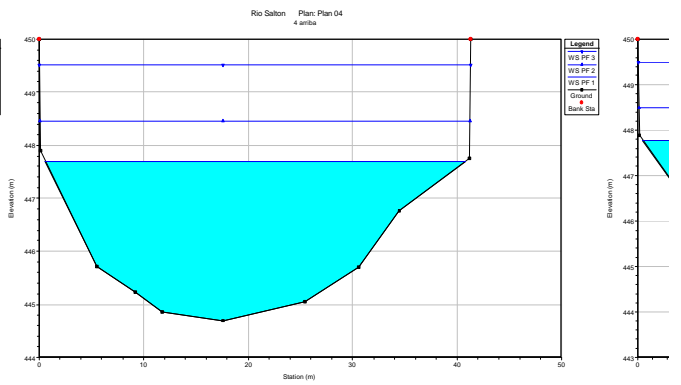
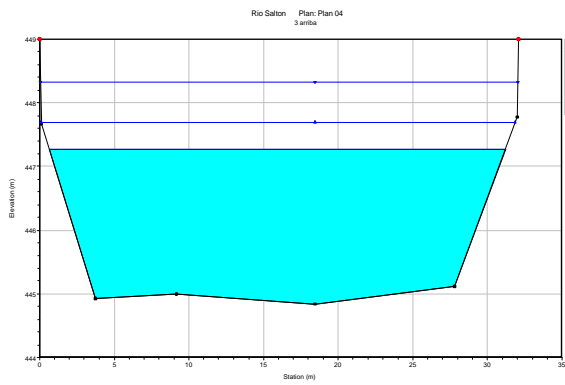
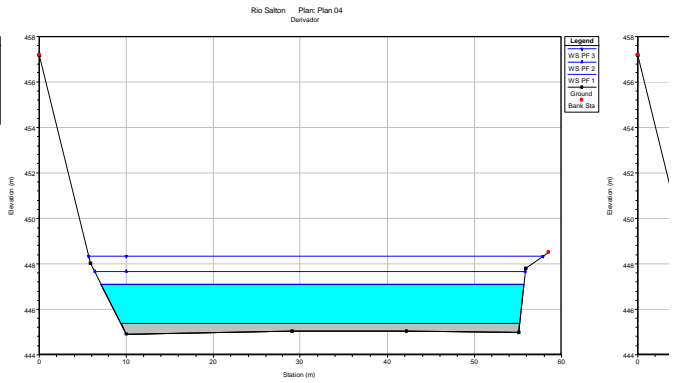
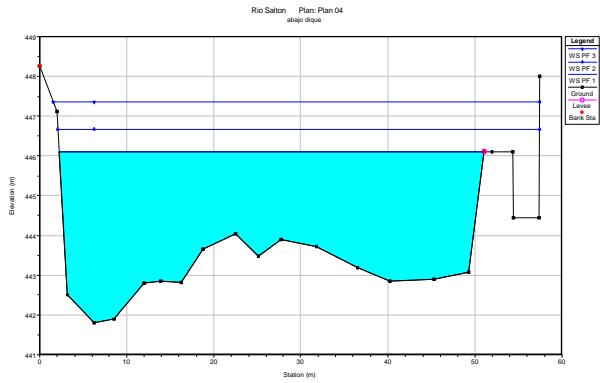
Río Saltón – Provincia de Tucumán

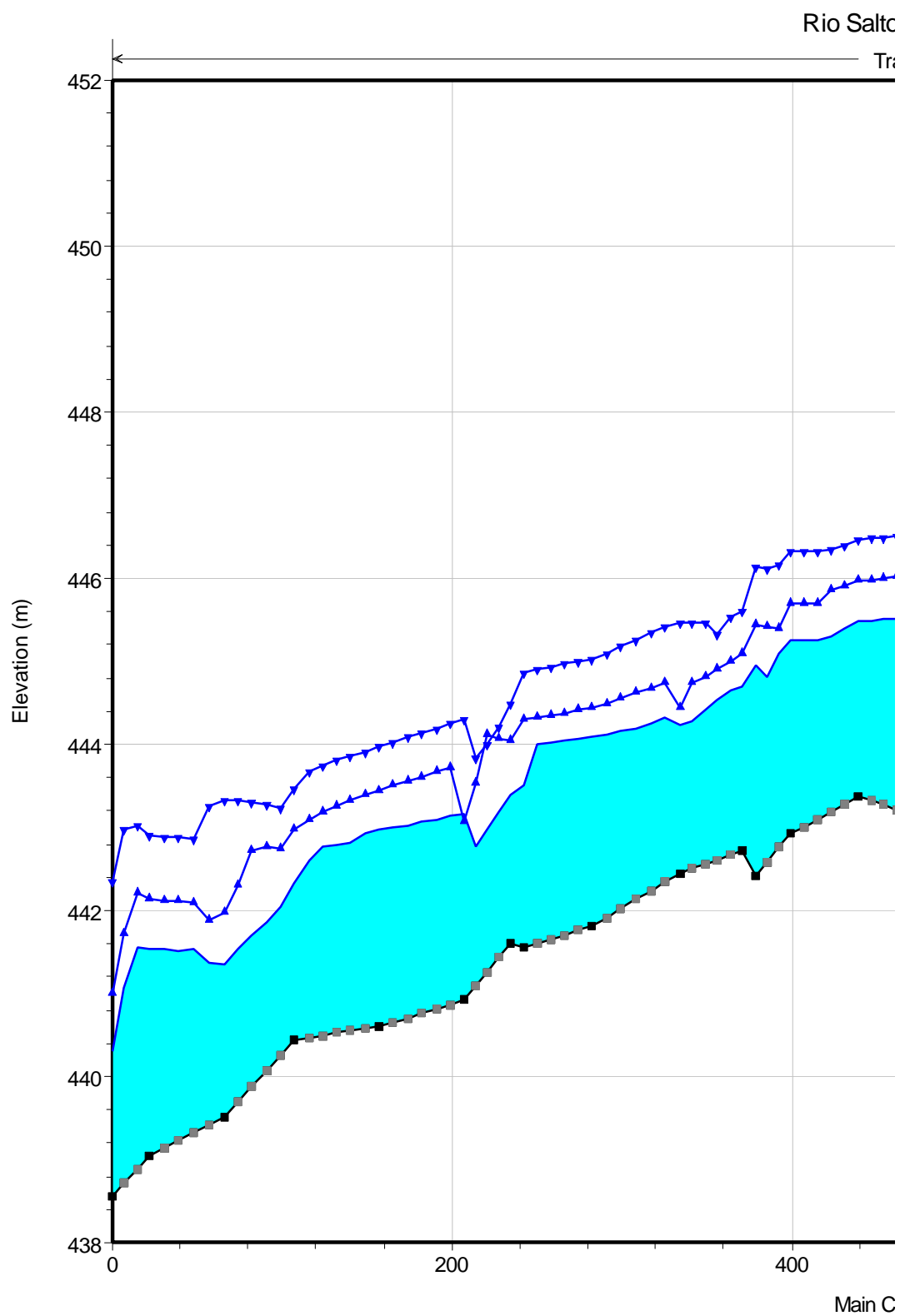
| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| 4.33333* | 216.00 | 440.50 | 442.76 | 442.39 | 443.21 | 0.005243 | 3.02 | 77.09 | 74.91 | 0.72 |
| 4.33333* | 337.00 | 440.50 | 443.18 | 443.07 | 443.76 | 0.005460 | 3.51 | 109.10 | 75.61 | 0.76 |
| 4.33333* | 529.00 | 440.50 | 443.74 | 443.58 | 444.45 | 0.005324 | 3.98 | 151.73 | 76.15 | 0.77 |
| | | | | | | | | | | |
| 4.16666* | 216.00 | 440.48 | 442.59 | 442.35 | 443.16 | 0.006882 | 3.32 | 65.05 | 38.41 | 0.81 |
| 4.16666* | 337.00 | 440.48 | 443.08 | 443.02 | 443.70 | 0.006073 | 3.63 | 105.23 | 75.52 | 0.79 |
| 4.16666* | 529.00 | 440.48 | 443.68 | 443.53 | 444.40 | 0.005477 | 4.00 | 150.64 | 76.24 | 0.78 |
| | | | | | | | | | | |
| 4 | 216.00 | 440.45 | 442.32 | 442.32 | 443.07 | 0.010715 | 3.84 | 56.30 | 37.34 | 1.00 |
| 4 | 337.00 | 440.45 | 442.98 | 442.98 | 443.65 | 0.006751 | 3.75 | 101.49 | 75.43 | 0.83 |
| 4 | 529.00 | 440.45 | 443.47 | 443.47 | 444.33 | 0.007038 | 4.35 | 138.63 | 76.24 | 0.88 |
| | | | | | | | | | | |
| 3.8* | 216.00 | 440.26 | 442.04 | 442.18 | 442.95 | 0.014616 | 4.23 | 51.03 | 37.05 | 1.15 |
| 3.8* | 337.00 | 440.26 | 442.74 | 442.89 | 443.57 | 0.008774 | 4.11 | 90.42 | 77.33 | 0.94 |
| 3.8* | 529.00 | 440.26 | 443.23 | 443.38 | 444.25 | 0.008798 | 4.70 | 128.20 | 78.29 | 0.97 |
| | | | | | | | | | | |
| 3.6* | 216.00 | 440.07 | 441.86 | 442.04 | 442.83 | 0.016046 | 4.35 | 49.65 | 37.21 | 1.20 |
| 3.6* | 337.00 | 440.07 | 442.78 | 442.78 | 443.45 | 0.006621 | 3.73 | 100.45 | 79.75 | 0.83 |
| 3.6* | 529.00 | 440.07 | 443.27 | 443.29 | 444.12 | 0.006897 | 4.31 | 140.09 | 80.86 | 0.87 |
| | | | | | | | | | | |
| 3.4* | 216.00 | 439.88 | 441.71 | 441.90 | 442.69 | 0.016439 | 4.39 | 49.16 | 37.01 | 1.22 |
| 3.4* | 337.00 | 439.88 | 442.72 | 442.45 | 443.35 | 0.005990 | 3.59 | 103.55 | 81.98 | 0.79 |
| 3.4* | 529.00 | 439.88 | 443.30 | 443.19 | 444.03 | 0.005598 | 4.00 | 151.02 | 83.16 | 0.79 |
| | | | | | | | | | | |
| 3.2* | 216.00 | 439.69 | 441.54 | 441.74 | 442.55 | 0.016644 | 4.45 | 48.52 | 36.12 | 1.23 |
| 3.2* | 337.00 | 439.69 | 442.30 | 442.30 | 443.25 | 0.009988 | 4.31 | 78.12 | 41.39 | 1.00 |
| 3.2* | 529.00 | 439.69 | 443.32 | 443.08 | 443.95 | 0.004586 | 3.73 | 162.38 | 85.45 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | 216.00 | 439.50 | 441.34 | 441.57 | 442.40 | 0.017457 | 4.56 | 47.36 | 35.21 | 1.26 |
| 3 | 337.00 | 439.50 | 441.97 | 442.14 | 443.13 | 0.013117 | 4.77 | 70.61 | 39.42 | 1.14 |
| 3 | 529.00 | 439.50 | 443.34 | 442.98 | 443.89 | 0.003842 | 3.50 | 173.33 | 87.74 | 0.66 |
| | | | | | | | | | | |
| 2.8* | 216.00 | 439.41 | 441.36 | 441.47 | 442.25 | 0.013188 | 4.17 | 51.85 | 35.77 | 1.10 |
| 2.8* | 337.00 | 439.41 | 441.88 | 442.03 | 443.02 | 0.012758 | 4.73 | 71.26 | 39.52 | 1.12 |
| 2.8* | 529.00 | 439.41 | 443.25 | 442.81 | 443.86 | 0.003983 | 3.62 | 167.81 | 87.74 | 0.68 |
| | | | | | | | | | | |
| 2.6* | 216.00 | 439.32 | 441.53 | 441.36 | 442.15 | 0.007890 | 3.49 | 61.82 | 37.72 | 0.87 |
| 2.6* | 337.00 | 439.32 | 442.09 | 441.92 | 442.90 | 0.007707 | 4.00 | 84.82 | 47.67 | 0.89 |
| 2.6* | 529.00 | 439.32 | 442.87 | 442.74 | 443.78 | 0.006257 | 4.33 | 129.97 | 61.85 | 0.84 |
| | | | | | | | | | | |
| 2.4* | 216.00 | 439.23 | 441.52 | 441.25 | 442.07 | 0.006517 | 3.28 | 65.85 | 38.28 | 0.80 |
| 2.4* | 337.00 | 439.23 | 442.11 | 441.83 | 442.82 | 0.006187 | 3.75 | 92.44 | 52.59 | 0.81 |
| 2.4* | 529.00 | 439.23 | 442.88 | 442.62 | 443.70 | 0.005240 | 4.12 | 139.95 | 69.75 | 0.77 |
| | | | | | | | | | | |
| 2.2* | 216.00 | 439.14 | 441.53 | 441.13 | 442.00 | 0.005176 | 3.07 | 71.13 | 43.42 | 0.72 |
| 2.2* | 337.00 | 439.14 | 442.12 | 441.73 | 442.74 | 0.004978 | 3.51 | 100.56 | 54.89 | 0.73 |
| 2.2* | 529.00 | 439.14 | 442.89 | 442.47 | 443.63 | 0.004420 | 3.93 | 147.71 | 67.58 | 0.72 |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | 216.00 | 439.05 | 441.54 | 441.02 | 441.95 | 0.004066 | 2.86 | 77.79 | 46.51 | 0.65 |
| 2 | 337.00 | 439.05 | 442.14 | 441.61 | 442.67 | 0.004032 | 3.30 | 108.77 | 56.11 | 0.67 |
| 2 | 529.00 | 439.05 | 442.90 | 442.33 | 443.57 | 0.003767 | 3.75 | 155.36 | 66.03 | 0.67 |
| | | | | | | | | | | |
| 1.66666* | 216.00 | 438.89 | 441.55 | 441.11 | 441.91 | 0.004564 | 2.64 | 82.64 | 55.94 | 0.66 |
| 1.66666* | 337.00 | 438.89 | 442.20 | 441.61 | 442.60 | 0.003719 | 2.84 | 123.50 | 69.30 | 0.62 |
| 1.66666* | 529.00 | 438.89 | 443.03 | 442.24 | 443.48 | 0.002859 | 3.04 | 186.42 | 81.63 | 0.57 |

*Dique Derivador y Canal El Saltón**Río Saltón – Provincia de Tucumán*

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Velocidad | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|----------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| | | | | | | | | | | |
| 1.33333* | 216.00 | 438.72 | 441.06 | 441.06 | 441.82 | 0.010649 | 3.87 | 55.82 | 36.43 | 1.00 |
| 1.33333* | 337.00 | 438.72 | 441.71 | 441.71 | 442.53 | 0.010034 | 4.01 | 84.65 | 54.17 | 0.99 |
| 1.33333* | 529.00 | 438.72 | 442.98 | 442.40 | 443.45 | 0.004067 | 3.10 | 177.74 | 87.22 | 0.66 |
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 216.00 | 438.56 | 440.31 | 440.67 | 441.66 | 0.023065 | 5.15 | 41.97 | 31.93 | 1.43 |
| 1 | 337.00 | 438.56 | 440.99 | 441.26 | 442.37 | 0.014951 | 5.21 | 64.65 | 34.58 | 1.22 |
| 1 | 529.00 | 438.56 | 442.34 | 442.17 | 443.35 | 0.008094 | 4.45 | 118.79 | 50.68 | 0.93 |







IV.3.1.1.3.- Determinación del Perfil Hidráulico del Río en el Tramo en Estudio para la Situación con Obras.

Resultados Obtenidos:

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Veloc. | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|---------|-------------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|--------|--------------|--------------|--------|
| | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| 29 | 216.00 | 446.50 | 449.32 | 448.45 | 449.57 | 0.002247 | 2.22 | 97.31 | 44.35 | 0.48 |
| 29 | 337.00 | 446.50 | 449.95 | 448.92 | 450.32 | 0.002433 | 2.69 | 125.43 | 44.36 | 0.51 |
| 29 | 529.00 | 446.50 | 450.83 | 449.55 | 451.36 | 0.002549 | 3.22 | 164.47 | 44.38 | 0.53 |
| 28 | 216.00 | 446.16 | 449.01 | | 449.42 | 0.004068 | 2.80 | 77.03 | 38.67 | 0.63 |
| 28 | 337.00 | 446.16 | 449.54 | | 450.15 | 0.004710 | 3.46 | 97.26 | 38.68 | 0.70 |
| 28 | 529.00 | 446.16 | 450.26 | | 451.17 | 0.005212 | 4.22 | 125.38 | 38.70 | 0.75 |
| 27 | 216.00 | 446.15 | 448.69 | | 449.14 | 0.005013 | 2.98 | 72.56 | 39.45 | 0.70 |
| 27 | 337.00 | 446.15 | 449.22 | | 449.87 | 0.005500 | 3.58 | 94.20 | 40.91 | 0.75 |
| 27 | 529.00 | 446.15 | 450.11 | | 450.95 | 0.004793 | 4.04 | 130.80 | 40.93 | 0.72 |
| 26 | 216.00 | 446.15 | 448.04 | 448.04 | 448.76 | 0.011090 | 3.78 | 57.14 | 39.96 | 1.01 |
| 26 | 337.00 | 446.15 | 448.78 | | 449.52 | 0.007296 | 3.82 | 88.12 | 43.61 | 0.86 |
| 26 | 529.00 | 446.15 | 449.96 | | 450.68 | 0.004120 | 3.77 | 140.40 | 44.11 | 0.67 |
| 25 | 216.00 | 445.85 | 448.15 | | 448.38 | 0.002797 | 2.13 | 101.56 | 60.12 | 0.52 |
| 25 | 337.00 | 445.85 | 449.02 | | 449.26 | 0.001776 | 2.19 | 153.70 | 60.17 | 0.44 |
| 25 | 529.00 | 445.85 | 450.19 | | 450.47 | 0.001300 | 2.36 | 224.52 | 60.25 | 0.39 |
| 24 | 216.00 | 445.02 | 448.12 | | 448.29 | 0.001277 | 1.86 | 116.20 | 45.19 | 0.37 |
| 24 | 337.00 | 445.02 | 448.94 | | 449.19 | 0.001286 | 2.20 | 153.52 | 45.23 | 0.38 |
| 24 | 529.00 | 445.02 | 450.06 | | 450.41 | 0.001297 | 2.59 | 204.36 | 45.30 | 0.39 |
| 23 | 216.00 | 443.95 | 447.78 | | 448.17 | 0.003180 | 2.75 | 78.64 | 33.55 | 0.57 |
| 23 | 337.00 | 443.95 | 448.49 | | 449.04 | 0.003385 | 3.29 | 102.55 | 33.83 | 0.60 |
| 23 | 529.00 | 443.95 | 449.49 | | 450.26 | 0.003460 | 3.88 | 136.37 | 33.92 | 0.62 |
| 22 | 216.00 | 444.69 | 447.69 | | 448.07 | 0.003707 | 2.71 | 79.68 | 40.25 | 0.62 |
| 22 | 337.00 | 444.69 | 448.45 | | 448.92 | 0.003220 | 3.04 | 110.80 | 41.17 | 0.59 |
| 22 | 529.00 | 444.69 | 449.52 | | 450.12 | 0.002767 | 3.41 | 154.96 | 41.27 | 0.56 |
| 21 | 216.00 | 444.84 | 447.26 | | 447.86 | 0.005900 | 3.44 | 62.76 | 30.54 | 0.77 |
| 21 | 337.00 | 444.84 | 447.70 | | 448.69 | 0.007861 | 4.40 | 76.63 | 31.79 | 0.90 |
| 21 | 529.00 | 444.84 | 448.33 | 448.33 | 449.86 | 0.009422 | 5.48 | 96.61 | 32.00 | 1.01 |
| 20 | 216.00 | 444.65 | 447.32 | | 447.54 | 0.001986 | 2.12 | 101.97 | 45.64 | 0.45 |
| 20 | 337.00 | 444.65 | 447.90 | | 448.25 | 0.002318 | 2.61 | 129.04 | 47.01 | 0.50 |
| 20 | 529.00 | 444.65 | 448.64 | | 449.16 | 0.002704 | 3.22 | 164.33 | 48.61 | 0.56 |
| 19 | 216.00 | 444.91 | 447.11 | 446.32 | 447.35 | 0.002472 | 2.20 | 98.14 | 48.60 | 0.49 |
| 19 | 337.00 | 444.91 | 447.64 | 446.77 | 448.02 | 0.002823 | 2.71 | 124.57 | 49.48 | 0.54 |
| 19 | 529.00 | 444.91 | 448.34 | 447.38 | 448.90 | 0.003269 | 3.31 | 159.98 | 52.18 | 0.60 |
| 18 | Inline Weir | | | | | | | | | |
| 17 | 216.00 | 443.48 | 446.07 | 444.90 | 446.24 | 0.001417 | 1.84 | 117.22 | 48.76 | 0.38 |

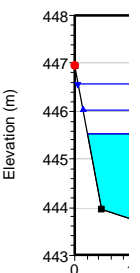
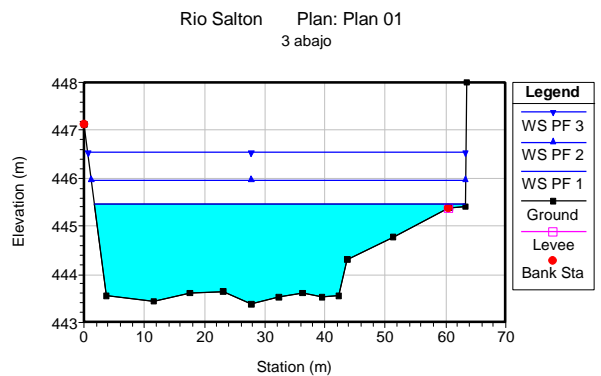
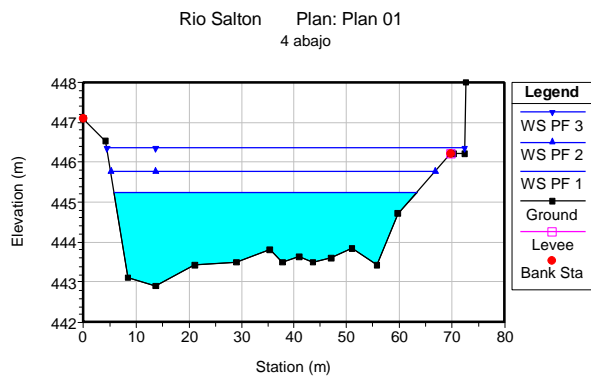
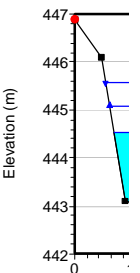
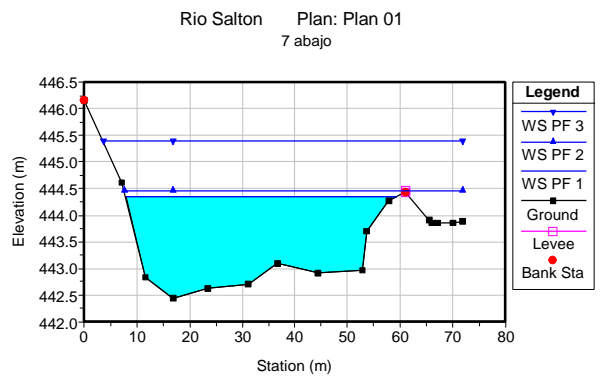
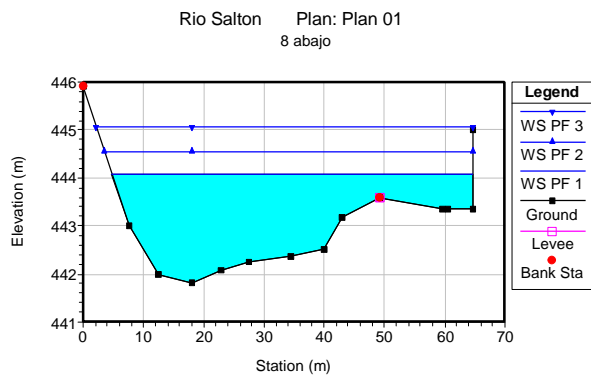
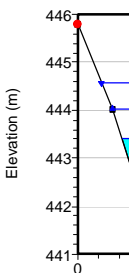
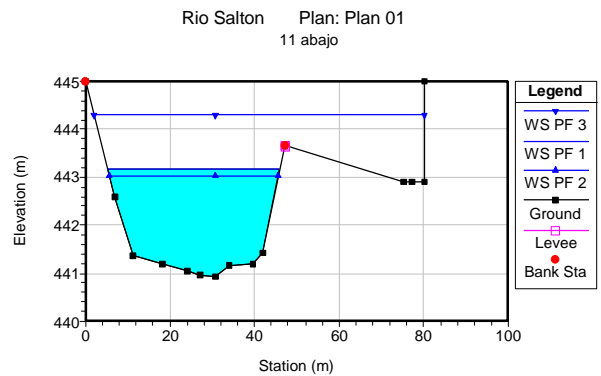
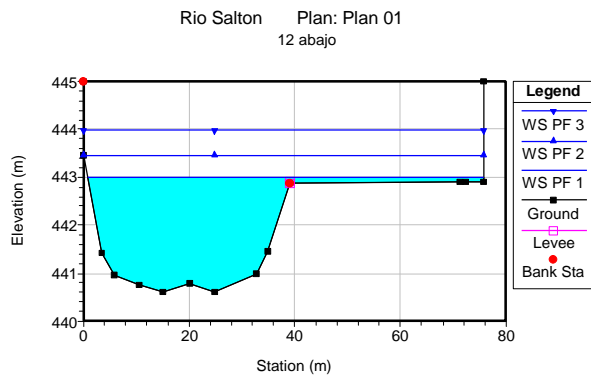
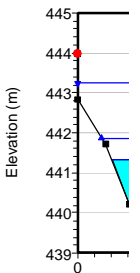
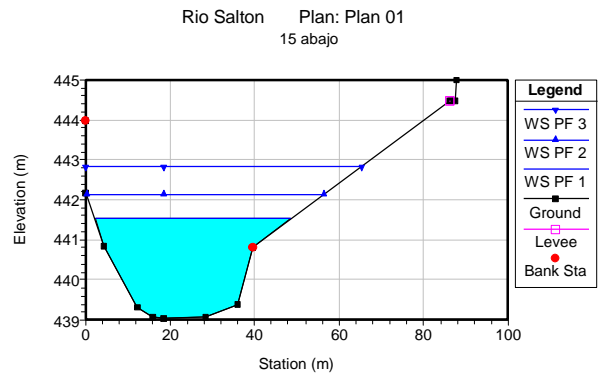
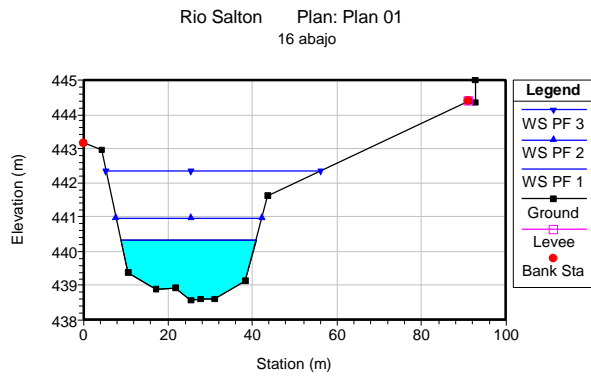
Dique Derivador y Canal El Saltón

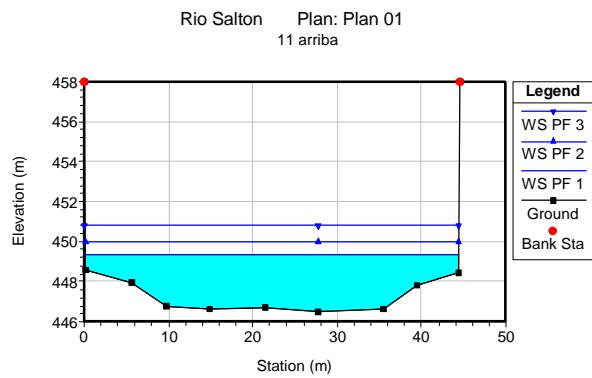
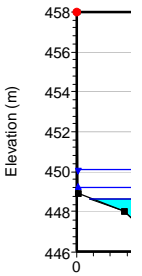
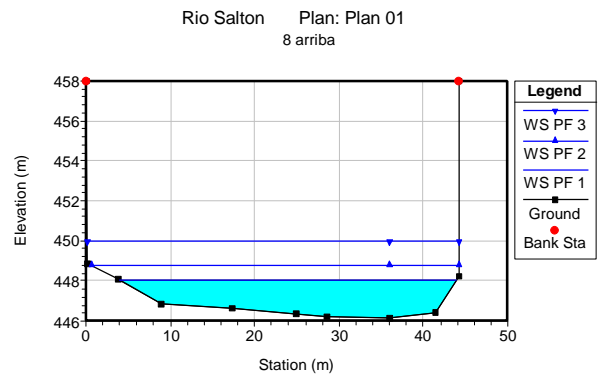
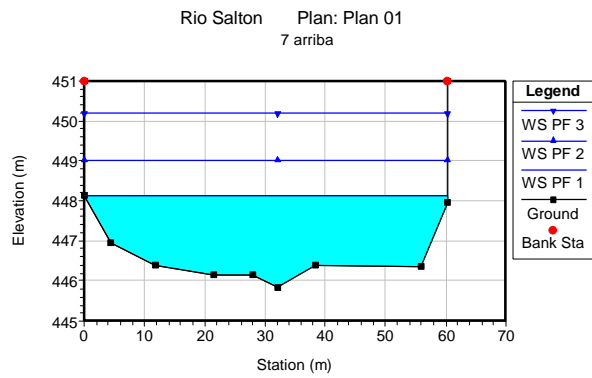
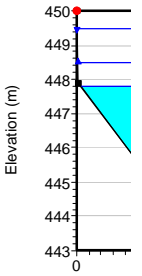
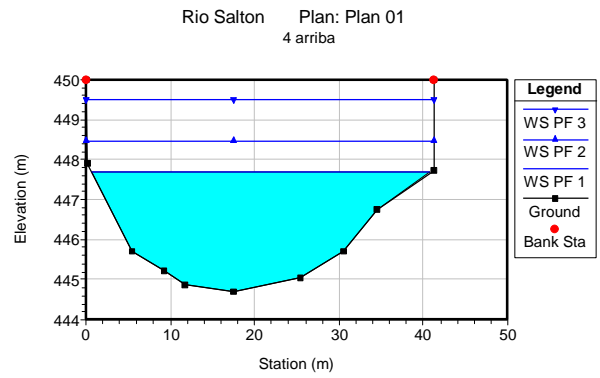
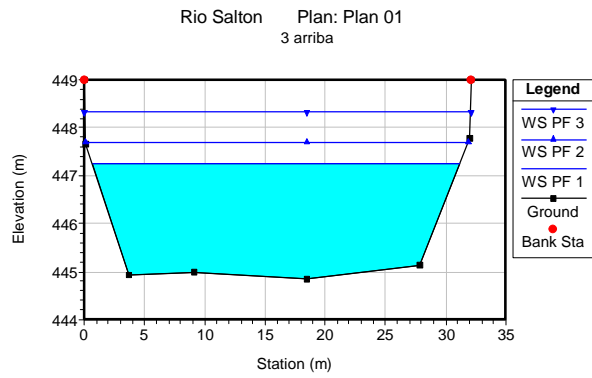
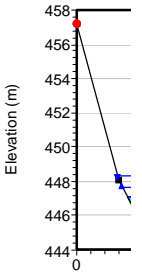
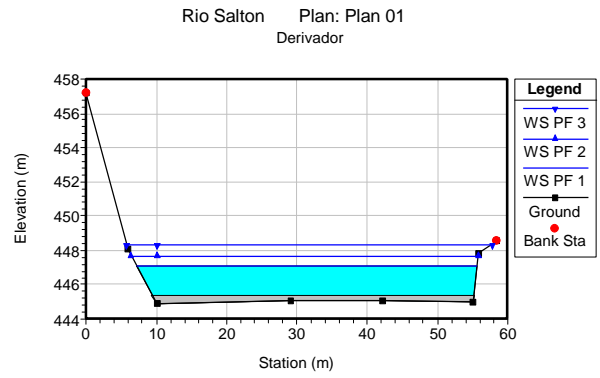
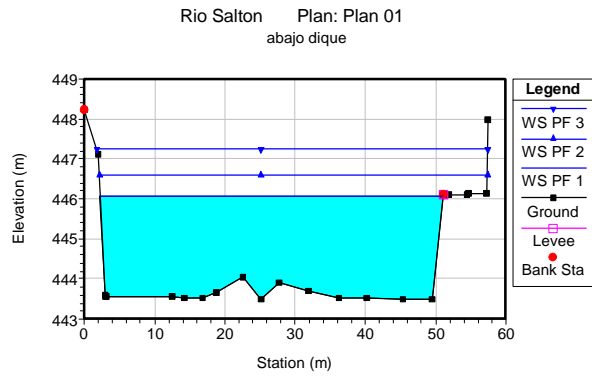
Río Saltón – Provincia de Tucumán

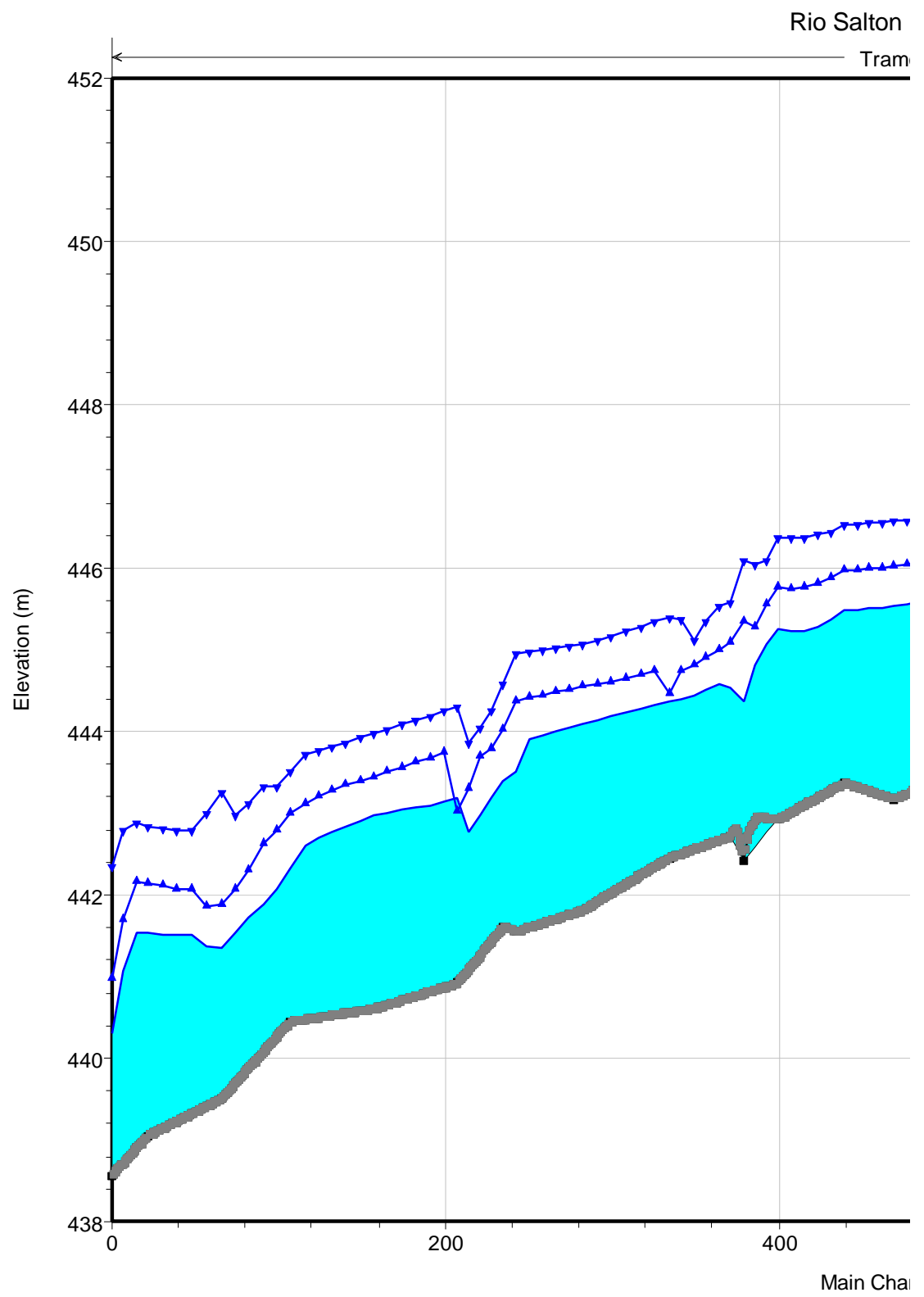
| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Veloc. | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|---------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|--------|--------------|--------------|--------|
| 17 | 337.00 | 443.48 | 446.60 | 445.34 | 446.87 | 0.001784 | 2.34 | 145.96 | 55.24 | 0.44 |
| 17 | 529.00 | 443.48 | 447.25 | 445.95 | 447.69 | 0.002237 | 2.97 | 182.03 | 55.68 | 0.50 |
| | | | | | | | | | | |
| 16 | 216.00 | 443.45 | 445.72 | 445.38 | 446.08 | 0.005409 | 2.65 | 81.40 | 56.07 | 0.70 |
| 16 | 337.00 | 443.45 | 446.20 | 445.80 | 446.69 | 0.005217 | 3.10 | 108.86 | 57.68 | 0.72 |
| 16 | 529.00 | 443.45 | 446.77 | 446.36 | 447.47 | 0.005556 | 3.72 | 142.38 | 59.90 | 0.77 |
| | | | | | | | | | | |
| 15 | 216.00 | 443.17 | 445.54 | 445.21 | 445.92 | 0.005612 | 2.72 | 79.47 | 54.87 | 0.72 |
| 15 | 337.00 | 443.17 | 446.02 | 445.65 | 446.51 | 0.005494 | 3.13 | 108.84 | 62.88 | 0.74 |
| 15 | 529.00 | 443.17 | 446.57 | 446.23 | 447.27 | 0.005584 | 3.73 | 143.93 | 63.70 | 0.78 |
| | | | | | | | | | | |
| 14 | 216.00 | 443.37 | 445.48 | 444.99 | 445.77 | 0.004034 | 2.39 | 90.59 | 61.69 | 0.62 |
| 14 | 337.00 | 443.37 | 445.97 | 445.45 | 446.37 | 0.003924 | 2.81 | 120.84 | 62.21 | 0.63 |
| 14 | 529.00 | 443.37 | 446.54 | 445.97 | 447.13 | 0.004251 | 3.43 | 156.18 | 62.81 | 0.68 |
| | | | | | | | | | | |
| 13 | 216.00 | 442.92 | 445.25 | 444.70 | 445.53 | 0.003551 | 2.32 | 93.04 | 57.36 | 0.58 |
| 13 | 337.00 | 442.92 | 445.77 | 445.13 | 446.15 | 0.003637 | 2.72 | 124.10 | 61.43 | 0.61 |
| 13 | 529.00 | 442.92 | 446.37 | 445.70 | 446.91 | 0.003966 | 3.26 | 162.73 | 67.86 | 0.66 |
| | | | | | | | | | | |
| 12 | 216.00 | 442.43 | 444.37 | 444.59 | 445.28 | 0.018136 | 4.21 | 51.25 | 43.26 | 1.24 |
| 12 | 337.00 | 442.43 | 445.35 | 445.06 | 445.88 | 0.005560 | 3.27 | 106.51 | 59.90 | 0.74 |
| 12 | 529.00 | 442.43 | 446.09 | 445.61 | 446.73 | 0.004680 | 3.63 | 150.99 | 61.62 | 0.71 |
| | | | | | | | | | | |
| 11 | 216.00 | 442.72 | 444.53 | 444.58 | 445.20 | 0.013680 | 3.63 | 59.53 | 51.50 | 1.08 |
| 11 | 337.00 | 442.72 | 445.09 | 445.01 | 445.82 | 0.009135 | 3.78 | 89.24 | 53.45 | 0.93 |
| 11 | 529.00 | 442.72 | 445.59 | 445.58 | 446.64 | 0.009820 | 4.56 | 116.09 | 55.16 | 1.00 |
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 216.00 | 442.45 | 444.36 | 444.19 | 444.85 | 0.008080 | 3.11 | 69.53 | 51.61 | 0.85 |
| 10 | 337.00 | 442.45 | 444.46 | 444.66 | 445.41 | 0.015261 | 4.38 | 79.67 | 64.15 | 1.18 |
| 10 | 529.00 | 442.45 | 445.40 | 445.16 | 446.13 | 0.006445 | 3.86 | 142.07 | 68.22 | 0.83 |
| | | | | | | | | | | |
| 9 | 216.00 | 441.81 | 444.09 | 443.86 | 444.48 | 0.005448 | 2.84 | 80.54 | 59.95 | 0.72 |
| 9 | 337.00 | 441.81 | 444.55 | 444.27 | 445.07 | 0.005399 | 3.30 | 108.16 | 61.17 | 0.75 |
| 9 | 529.00 | 441.81 | 445.06 | 444.79 | 445.82 | 0.006024 | 3.98 | 139.82 | 62.53 | 0.81 |
| | | | | | | | | | | |
| 8 | 216.00 | 441.55 | 443.50 | 443.49 | 444.20 | 0.011037 | 3.69 | 58.47 | 42.38 | 1.00 |
| 8 | 337.00 | 441.55 | 444.38 | 444.04 | 444.82 | 0.004222 | 3.06 | 120.32 | 70.78 | 0.66 |
| 8 | 529.00 | 441.55 | 444.96 | 444.55 | 445.55 | 0.004242 | 3.57 | 161.48 | 70.92 | 0.69 |
| | | | | | | | | | | |
| 7 | 216.00 | 441.61 | 443.40 | 443.40 | 444.11 | 0.010927 | 3.74 | 57.72 | 40.61 | 1.00 |
| 7 | 337.00 | 441.61 | 444.03 | 444.03 | 444.75 | 0.007539 | 3.82 | 94.93 | 68.95 | 0.87 |
| 7 | 529.00 | 441.61 | 444.57 | 444.57 | 445.47 | 0.007488 | 4.36 | 132.55 | 70.96 | 0.90 |
| | | | | | | | | | | |
| 6 | 216.00 | 440.92 | 443.18 | 442.80 | 443.64 | 0.005314 | 3.00 | 71.92 | 40.88 | 0.72 |
| 6 | 337.00 | 440.92 | 443.03 | 443.34 | 444.37 | 0.017029 | 5.13 | 65.67 | 40.08 | 1.28 |
| 6 | 529.00 | 440.92 | 444.30 | 444.07 | 444.96 | 0.004887 | 3.79 | 156.14 | 78.30 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 216.00 | 440.60 | 442.98 | 442.50 | 443.42 | 0.004518 | 2.93 | 76.30 | 74.92 | 0.67 |
| 5 | 337.00 | 440.60 | 443.45 | 443.26 | 444.00 | 0.004660 | 3.40 | 111.78 | 75.69 | 0.71 |
| 5 | 529.00 | 440.60 | 443.98 | 443.81 | 444.70 | 0.005025 | 3.99 | 151.34 | 75.77 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 4 | 216.00 | 440.45 | 442.32 | 442.32 | 443.07 | 0.010715 | 3.84 | 56.30 | 37.34 | 1.00 |
| 4 | 337.00 | 440.45 | 443.01 | 443.01 | 443.68 | 0.006649 | 3.75 | 100.78 | 75.46 | 0.83 |
| 4 | 529.00 | 440.45 | 443.51 | 443.51 | 444.36 | 0.006856 | 4.33 | 138.77 | 76.30 | 0.87 |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | 216.00 | 439.50 | 441.34 | 441.57 | 442.40 | 0.017412 | 4.56 | 47.40 | 35.22 | 1.25 |
| 3 | 337.00 | 439.50 | 441.88 | 442.14 | 443.16 | 0.015171 | 5.02 | 67.08 | 38.69 | 1.22 |

*Dique Derivador y Canal El Saltón**Río Saltón – Provincia de Tucumán*

| Sección | Q Total | Cota Solera | Cota Agua | Cota Crítica | Cota Línea Energía | Pendiente | Veloc. | Área Sección | Ancho Super. | Froude |
|---------|---------|-------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|--------|--------------|--------------|--------|
| 3 | 529.00 | 439.50 | 443.26 | 443.08 | 443.94 | 0.004667 | 3.79 | 157.57 | 87.67 | 0.73 |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | 216.00 | 439.05 | 441.53 | 441.02 | 441.95 | 0.004104 | 2.87 | 77.52 | 46.42 | 0.65 |
| 2 | 337.00 | 439.05 | 442.14 | 441.61 | 442.67 | 0.004044 | 3.30 | 108.65 | 56.08 | 0.67 |
| 2 | 529.00 | 439.05 | 442.84 | 442.33 | 443.54 | 0.004068 | 3.85 | 150.99 | 65.17 | 0.69 |
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 216.00 | 438.56 | 440.31 | 440.67 | 441.66 | 0.023063 | 5.15 | 41.97 | 31.93 | 1.43 |
| 1 | 337.00 | 438.56 | 440.97 | 441.26 | 442.38 | 0.015428 | 5.27 | 63.98 | 34.50 | 1.23 |
| 1 | 529.00 | 438.56 | 442.34 | 442.17 | 443.35 | 0.008094 | 4.45 | 118.79 | 50.68 | 0.93 |







IV.3.1.1.4.- Conclusiones.

Del análisis de las planillas de resultados y de los perfiles transversales, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Las velocidades que se presentan en el cauce del río Saltón son en general bajas.
- La conducción de derivación desde su nacimiento en el dique derivador el Saltón hasta la zona de cruce del arroyo Sauce Huascho esta construida íntegramente en zona de cauce del Río El Saltón, por lo tanto se prevé proteger la misma en el sector mencionado mediante una tubería enterrada.

IV.3.1.2.- Protecciones contra la Erosión

En general, se considera que un cauce fluvial está sujeto a un fenómeno de erosión cuando el nivel de su lecho desciende por acción de la corriente, o alguna de sus márgenes se desplaza aumentando la sección del cauce.

Existen descensos del perfil longitudinal del cauce que se producen progresivamente a lo largo del tiempo por causas estrictamente naturales. Estas erosiones dependen de las pendientes, de los caudales líquidos que escurren por los cauces y de los sedimentos que transportan.

La actividad antrópica modifica en ocasiones estos procesos, ya sea acelerándolos o retardándolos, mediante acciones y obras que se desarrollan en los cauces propiamente dichos, en sus márgenes o en las cuencas que ellos drenan. La presencia de una estructura en un cauce fluvial altera el escurrimiento y, en consecuencia, el equilibrio del proceso natural al que estaba sujeto. Estos impactos pueden tener una incidencia muy limitada, como la presencia de una obra pequeña en el centro de un amplio cauce o pueden abarcar un tramo de varios kilómetros de longitud, como ocurre con un embalse generado por una presa.

Las alteraciones producidas por esas obras se traducen en fenómenos de sedimentación o erosión en el cauce, sea de carácter local o de extensión regional, y a su vez pueden poner

en riesgo la estabilidad de la propia obra o alterar su funcionamiento, impidiendo el uso para el que fue concebida.

Tomando como base estos conceptos, uno de los problemas críticos vinculados con el diseño o verificación de un aliviadero es el de la erosión generalizada del cauce aguas abajo del mismo, que se produce por el corte de la continuidad sedimentológica del curso ante una barrera fija que eleva el nivel del lecho aguas arriba. Si desciende el cauce aguas abajo de la obra, y ello no estuvo considerado en las condiciones de proyecto, el diseño hidráulico basado en cálculos de erosión local resulta dificultoso.

Sin embargo, la presencia de una estructura hidráulica como el muro vertedor de El Saltón, con una cresta que supera la cota del lecho, en un cauce con regular cantidad de transporte sólido, no genera una perturbación importante ni altera notablemente el transporte de material sólido. En virtud de la sobreelevación del nivel normal del agua, aguas arriba del azud, tiende a colmatarse gradualmente el cauce con material sólido, alcanzando en azudes como este, prácticamente las cotas de coronamiento de las obras de alivio.

Como contrapartida, aguas abajo se produce un descenso del lecho del río que no alcanza valores significativos y no se advierte un descenso progresivo del mismo.

En ese sentido, de un análisis expeditivo del cauce del río Saltón, en las proximidades del azud, se puede extraer la conclusión que el río, a pesar de los años de funcionamiento del derivador, se presenta bastante estabilizado y no sería esperable un mayor descenso del lecho aguas abajo.

No obstante ello, se consideró conveniente plantear, para disipar la energía, un lecho revestido en rip-rap, donde sea posible sobre un filtro de 0,20 m de espesor, que nace adyacente al pie del muro vertedor, a cota 442,85 m.s.n.m., y se extiende en una longitud de 10,00 m aproximadamente. (Plano N° IV.2).

Las características del rip-rap de cada tramo se determinaron en función de las velocidades obtenidas a través de la modelización matemática expuesta anteriormente.

IV.3.1.2.1.- Cálculo del Rip-Rap

Para determinar las dimensiones estimadas del rip-rap, se procedió a calcular el diámetro de la roca para el cual se está en estado incipiente de movimiento, obteniéndose un conjunto de valores en correspondencia con las expresiones utilizadas. Esto significa que partículas de tamaño inferior o igual al diámetro establecido han de moverse para el caudal de cálculo correspondiente.

Las expresiones utilizadas son las siguientes:

1) **Fórmula de Isbash:** propuso una relación para la velocidad media máxima que puede resistir una piedra que forma parte del lecho, la que formulada en función del número de Froude del flujo es:

$$F = 1,7x(s-1)^{1/2}x(h/D)^{(-0.5)}x(\cos\alpha)^{1/2}$$

donde:

s: Peso específico del sedimento/Peso específico del líquido.

h: tirante del escurrimiento

D: diámetro de la partícula

α : ángulo de inclinación del lecho con respecto a la horizontal

2) **Fórmula de Neill:** propuso una relación para calcular la velocidad media que produce el primer desplazamiento o propensión al movimiento de una piedra en un fondo uniforme. Formulada de manera similar a Isbash, se expresa como:

$$F = 1,41x(s-1)^{1/2}x(h/D)^{(-0.33)}$$

3) **Fórmula de Straub:** parte de la fórmula de Manning para escurrimiento uniforme en flujo bidimensional, vinculando el coeficiente de rugosidad en función del diámetro del sedimento, y establece la siguiente relación:

$$F = 1,49x(s-1)^{1/2}x(h/D)^{(-0.33)}$$

4) **Fórmula Unificada de Maza y García:** resume los antecedentes de diversos investigadores proponiendo la siguiente expresión

$$F = 1,50x(s-1)^{1/2}x(h/D)^{(-0.35)}$$

Con estas expresiones matemáticas se procedió a estimar los diámetros teóricos que debería tener el rip-rap de protección, para los caudales de 216 y 529 m³/s, correspondientes a las crecidas de 10 y 100 años de recurrencia, además de los datos producto del tránsito de crecidas para obra concluida, expuesta anteriormente. Los diámetros teóricos obtenidos se observan en la Planilla N° IV.3.1.2.1.1

DETERMINACIÓN DE LOS VALORES CARACTERÍSTICOS DEL RIP-RAP

Planilla N° IV.3.1.2.1.1.-

| CÁLCULO TEÓRICO DEL RIP-RAP DE PROTECCIÓN | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|------|----------------|-----------------|
| Fórmula | Q (m ³ /s) | V (m/seg) | g (Tn/m ³) | g (Tn/m ³) | F | Tirante (m) | Diámetro (m) |
| Isbash | 216 | 2,97 | 2,5 | 1,0 | 0,82 | 2,11 | 0,327 |
| | 529 | 3,68 | 2,5 | 1,0 | 0,76 | 3,35 | 0,446 |
| Neill | 216 | 2,97 | 2,5 | 1,0 | 0,82 | 2,11 | 0,221 |
| | 529 | 3,68 | 2,5 | 1,0 | 0,76 | 3,35 | 0,278 |
| Straub | 216 | 2,97 | 2,5 | 1,0 | 0,82 | 2,11 | 0,187 |
| | 529 | 3,68 | 2,5 | 1,0 | 0,76 | 3,35 | 0,235 |
| Maza y García | 216 | 2,97 | 2,5 | 1,0 | 0,82 | 2,11 | 0,210 |
| | 529 | 3,68 | 2,5 | 1,0 | 0,76 | 3,35 | 0,279 |

En función de estos cálculos teóricos, y considerando que los resultados de los modelos matemáticos deben ser tomados como referencias, se adoptó volúmenes de roca de entre 40 a 120 litros.

En lo que respecta a su colocación, se prevé una capa de rip-rap, estimada en 0,80 m de

espesor asentándose, donde sea posible, sobre un filtro de material granular de 0,20 m de espesor.

IV.3.1.2.2.- Verificación de la Erosión Aguas Abajo del Muro Vertedor

El dique derivador se puede asimilar al caso de un resalto hidráulico actuando directamente sobre el lecho. Las primeras expresiones empíricas para evaluar este problema fueron propuestas por Schoklitsch (1935) y Veronese (1937). Ambas fórmulas no tienen en cuenta la condición de homogeneidad dimensional, por lo que desde el punto de vista formal no tienen aptitud para ser utilizadas en cálculos extrapolados fuera de los rangos estrictos de los ensayos de sus autores.

Existen diversas variantes de las expresiones de Schoklitsch, estimándose que para la determinación de la profundidad máxima de erosión aguas abajo se puede utilizar la expresión propuesta por Kotoulas:

$$y = 1,9 g^{-0,35} \cdot \Delta H^{0,35} q^{0,7} d_{95}^{-0,4}$$

donde

g: aceleración de la gravedad

d₉₅: el diámetro máximo del enrocado de protección

En función de esta expresión se determinó la profundidad máxima teórica del foso de erosión para una crecida de recurrencia de 10 años y un volumen de rip rap estimado en 110 litros, resultando del orden de 3,60 m., lo que permitiría concluir que este tipo de erosión no presentaría problemas considerables para los caudales considerados.

No obstante ello, es conveniente remarcar que las erosiones pueden cambiar de forma como consecuencia de las operaciones o de otras alteraciones de las condiciones de escurrimiento. En general, la mayor erosión se produce ante una configuración no uniforme del escurrimiento.

Para un caudal total a evacuar dado, el caudal específico será menor a medida que el caudal total esté mejor repartido sobre toda la cresta del vertedero. Ello disminuirá en conse-

cuencia las posibilidades de erosión.

En función de lo antedicho, se considera de fundamental importancia que las consignas de explotación y mantenimiento estén claramente precisadas al Encargado del Dique.

IV.3.1.2.3.- Ejecución de las Obras

Previo a la colocación del escollero, se deberá colocar, donde sea posible, un material para asiento del mismo, el que deberá ser obtenido por zarandeo y clasificación del aluvión del río Saltón.

El material se colocará cuidadosamente sobre toda la superficie emparejada y compactada, de tal manera de lograr idénticas condiciones de densidad relativa en la fundación y el asiento del rip-rap, en un espesor aproximado de 0,20 m.

Una vez concluida la cama de asiento, en toda la zona de descarga del vertedero que sea posible, se ejecutará una protección mediante enrocado en un tramo de 10,00 m aproximadamente (Plano N° IV.2).

El material para el enrocado de protección de aguas abajo del azud, será obtenido también por selección desde el aluvión del lecho del río Saltón, con volúmenes de roca estimados entre 40 y 120 litros, es decir, con diámetros entre 0,40 y 0,60 m.

Los límites de las protecciones pueden estar sujetos a variación, de acuerdo con lo que determine la Dirección, para la mejor distribución de los materiales y/o adaptación a las cotas del terreno natural y de la fundación.

Una vez preparada la fundación y el material de asiento, se colocarán los materiales de protección en un espesor aproximado de 0,80 m (Plano N° IV.2). Los fragmentos de roca no serán compactados, sino volcados y colocados de manera de asegurar que los fragmentos mayores de roca queden uniformemente distribuidos, que los fragmentos más chicos sirvan para rellenar los espacios entre los fragmentos más grandes, y que resulten capas compactas y uniformes de escollero de los espesores especificados, sin segregaciones.

IV.3.1.3.- Obras Complementarias

IV.3.1.3.1.- Canal de Limpieza del Desarenador

La reconstrucción del canal de limpieza del desarenador se plantea como una obra nueva diseñada en hormigón armado, con unos 35 metros de longitud y sección transversal rectangular. Esta obra es necesaria para realizar la periódica limpieza del desarenador existente sobre la margen derecha, cuya disposición y conformación no ha experimentado modificaciones significativas en este proyecto. Como se mencionó anteriormente en el diagnóstico, el canal existente está colmatado de sedimentos y fuera de servicio, siendo necesario realizar la apertura de la traza que actualmente se encuentra obstruida en gran parte de su extensión. (Plano N° IV.3.-).

La altura de los cajeros del canal es variable a lo largo de su extensión, siendo máxima en su nacimiento en el desarenador. En este sector, sobre el emplazamiento de las compuertas de limpieza, la cota de solera es 443,52 m.s.n.m. y la cota superior de los cajeros canal alcanza 446,16 m.s.n.m., la cual corresponde además a la plataforma de maniobras de las compuertas de limpieza. La cota de salida del canal es 443,34 m.s.n.m. y la altura de los cajeros en este lugar se estima en 1,50 m. (Plano N° IV.4.-).

En la mayor parte de su extensión, el ancho de la sección rectangular del canal es constante de 1,00 m. El espesor de los muros y la solera es de 0,20 m y se encuentran doblemente armadas. Las solicitaciones principales provienen del empuje lateral del suelo, especialmente en el sector inicial del canal, ya que los tirantes en el canal son relativamente reducidos. El análisis estructural se realizó para dos secciones de altura diferente, modelando la estructura como una sección rectangular abierta de ancho unitario sometida a los empujes transversales. Debido a la extensión del canal, se han previsto juntas de dilatación con separaciones no superiores a los 10 metros, las cuales deben ser impermeabilizadas adecuadamente.

El canal ha sido diseñado de modo tal que el borde superior de los cajeros acompaña la cota del terreno natural del estribo de margen izquierda hasta la mitad de su recorrido aproximadamente. La pendiente de solera es de $i = 0,005$ m/m, uniforme en toda la exten-

sión del canal.

Debido al escaso desnivel existente entre la salida del desarenador y el cauce del río, la descarga del canal de limpieza se realizará a través de la conformación de un canal excavado sobre el mismo cauce. La excavación y perfilado de la sección de descarga del canal deberá ser restaurada, luego del pasaje de una crecida, hasta alcanzar la cota necesaria.

Por otro lado, en función de que el canal de limpieza se extiende prácticamente hasta el cauce del río, se prevé su protección mediante la conformación de un pedraplén que se extiende paralelamente a la traza del canal de H° A°. La cota superior del rip-rap alcanzará aproximadamente la cota superior de los cajeros del canal.

IV.3.1.3.2.- Cámara de Alimentación

La cámara de alimentación es un depósito lateralmente cerrado, con planta trapecial, que recoge el agua de derivación proveniente del desarenador, a través de un vertedero lateral conformado en el cajero de la cámara, y la transfiere a la conducción de derivación. La cota inferior de la cresta del vertedero es de 444,57 m.s.n.m. y la cota del invertido de la tubería de derivación es 444,37 m.s.n.m. (Planos N° IV.3 y IV.4.-).

La escotadura en la cámara de alimentación mantiene la misma geometría y dimensiones que tiene la escotadura del desarenador, lo cual, previa impermeabilización de la junta entre muros adyacentes, permite el pasaje del agua sin afectar la estanqueidad de la cámara. Las dimensiones de diseño de las escotaduras están representadas en los planos de proyecto.

Es de hacer notar, como se especificó anteriormente, que es necesario aumentar las dimensiones de la actual escotadura del desarenador, razón por la cual se ha previsto en este proyecto la demolición de un pequeño sector del vertedero lateral existente, lo cual se representa en el esquema adjunto.

La tubería de derivación, de diámetro interior $\phi = 1.200$ mm, se inserta en un anillo de enchufe de hormigón armado empotrado en el muro, alrededor del orificio de 1,20 m de diámetro. Por su parte, el diámetro interno del anillo de enchufe es de 1,45 m y ha sido previsto para acoplar una tubería de hormigón de 0,11 m de espesor con una junta de 0,015 m alrededor del perímetro externo de la tubería. Sin embargo, el diámetro interno del anillo de enchufe depende del espesor de la pared de la tubería. Por lo tanto, para mantener el espesor de junta señalado, durante la etapa constructiva debe verificarse el espesor de la pared de la tubería a instalar y, en caso necesario, realizar las modificaciones de proyecto

adecuadas. Estas consideraciones son de validez para todas las obras de arte de la conducción por tubería en las cuales se practica esta forma de acoplamiento.

La impermeabilización de la junta enchufe–tubería se realizará mediante la colocación perimetral de un sellador premoldeado en tiras, lo cual incluye previa pintura de imprimación sobre la junta.

IV.3.2.- Conducción de Derivación

IV.3.2.1.- Diseño de la Conducción

En base a los relevamientos topográficos ejecutados sobre la traza de la conducción existente, se analizaron los diferentes aspectos a considerar en el diseño, fundamentalmente en lo que se refiere a pendientes, secciones y obras de arte.

La conducción en tubería y canal a cielo abierto del Canal El Saltón se inicia en la Cámara de Alimentación, progresiva 0,00 m, adyacente al vertedero lateral del desarenador, en la margen derecha del río Saltón. La traza sigue, en lo posible, el declive natural, teniendo dos sectores bien diferenciados, el primero en la zona serrana, con un faldeo sumamente quebrado, y otro cuando entra al pedemonte, que con la pérdida de pendiente comienza un trazado meandroso, la que no es motivo de este Proyecto. (Planos N° IV.5 a IV.19.-).

La traza para la conducción a gravedad, de acuerdo a los relevamientos topográficos, se ha definido mediante los siguientes parámetros:

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COT Tc (|
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------|
| | X | Y | | | | |
| 18 | 3522135,91 | 6964863,36 | 0,00 | 444,45 | 0,0030 | |
| 17 | 3522145,40 | 6964874,29 | 14,48 | 444,61 | 0,0030 | |
| 16 | 3522150,45 | 6964890,11 | 31,08 | 444,70 | 0,0030 | |
| 15 | 3522153,62 | 6964915,82 | 56,98 | 444,54 | 0,0030 | |
| 14 | 3522154,85 | 6964939,07 | 80,27 | 444,40 | 0,0030 | |
| 13 | 3522163,41 | 6964966,96 | 109,44 | 444,37 | 0,0030 | |
| 12 | 3522166,53 | 6964981,48 | 124,29 | 444,12 | 0,0030 | |
| 11 | 3522167,96 | 6964994,41 | 137,30 | 444,07 | 0,0030 | |
| 10 | 3522166,22 | 6965013,48 | 156,46 | 443,77 | 0,0030 | |
| 9 | 3522164,21 | 6965029,40 | 172,50 | 443,82 | 0,0030 | |
| 8 | 3522164,19 | 6965029,46 | 172,57 | 442,92 | 0,0056 | |
| 7 | 3522163,49 | 6965040,78 | 183,91 | 443,02 | 0,0056 | |
| 6 | 3522165,66 | 6965071,82 | 215,02 | 443,06 | 0,0056 | |
| 5 | 3522167,82 | 6965092,93 | 236,24 | 442,81 | 0,0056 | |
| 3 | 3522170,73 | 6965108,44 | 252,02 | 442,62 | 0,0056 | |
| 20 | 3522177,73 | 6965145,16 | 289,40 | 442,51 | 0,0056 | |
| 21 | 3522181,18 | 6965183,51 | 327,90 | 442,22 | 0,0056 | |
| 22 | 3522176,44 | 6965214,98 | 359,73 | 442,62 | 0,0056 | |
| 23 | 3522180,97 | 6965237,73 | 382,93 | 442,16 | 0,0056 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 24 | 3522188,41 | 6965264,71 | 410,92 | 442,10 | 0,0056 | |
| 25 | 3522191,25 | 6965292,01 | 438,36 | 442,00 | 0,0056 | |
| 26 | 3522191,37 | 6965311,45 | 457,81 | 441,83 | 0,0056 | |
| 27 | 3522197,87 | 6965342,11 | 489,14 | 441,80 | 0,0056 | |
| 28 | 3522201,95 | 6965361,79 | 509,25 | 441,67 | 0,0056 | |
| 31 | 3522204,39 | 6965374,00 | 521,70 | 441,07 | 0,0056 | |
| 34 | 3522209,08 | 6965389,14 | 537,54 | 441,68 | 0,0010 | |
| 35 | 3522215,63 | 6965425,69 | 574,68 | 441,77 | 0,0010 | |
| 36 | 3522219,80 | 6965448,86 | 598,22 | 441,65 | 0,0010 | |
| 37 | 3522221,52 | 6965472,21 | 621,64 | 441,69 | 0,0010 | |
| 38 | 3522231,10 | 6965519,27 | 669,66 | 441,77 | 0,0010 | |
| 39 | 3522246,69 | 6965591,52 | 743,58 | 441,42 | 0,0010 | |
| 40 | 3522251,96 | 6965628,50 | 780,92 | 441,07 | 0,0010 | |
| 41 | 3522247,50 | 6965680,51 | 833,13 | 440,94 | 0,0010 | |
| 42 | 3522248,87 | 6965699,83 | 852,49 | 440,93 | 0,0010 | |
| 43 | 3522260,68 | 6965725,22 | 880,50 | 440,95 | 0,0010 | |
| 44 | 3522297,03 | 6965739,97 | 919,73 | 440,99 | 0,0010 | |
| 45 | 3522326,93 | 6965751,74 | 951,85 | 440,96 | 0,0010 | |
| 46 | 3522372,74 | 6965771,75 | 1001,85 | 440,90 | 0,0010 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 48 | 3522397,57 | 6965774,23 | 1026,81 | 440,71 | 0,0010 | |
| 49 | 3522412,76 | 6965769,07 | 1042,84 | 440,82 | 0,0010 | |
| 50 | 3522433,96 | 6965754,75 | 1068,43 | 440,96 | 0,0010 | |
| 51 | 3522464,15 | 6965749,88 | 1099,00 | 440,82 | 0,0010 | |
| 52 | 3522492,36 | 6965752,49 | 1127,34 | 440,84 | 0,0010 | |
| 53 | 3522503,74 | 6965765,40 | 1144,55 | 440,79 | 0,0010 | |
| 54 | 3522517,91 | 6965784,19 | 1168,08 | 440,75 | 0,0010 | |
| 55 | 3522516,94 | 6965812,78 | 1196,69 | 440,71 | 0,0010 | |
| 56 | 3522525,43 | 6965854,43 | 1239,19 | 440,77 | 0,0010 | |
| 57 | 3522524,02 | 6965885,24 | 1270,03 | 440,59 | 0,0010 | |
| 58 | 3522530,91 | 6965889,52 | 1278,14 | 440,80 | 0,0010 | |
| 59 | 3522569,26 | 6965910,49 | 1321,84 | 440,53 | 0,0010 | |
| 60 | 3522596,63 | 6965923,36 | 1352,09 | 440,48 | 0,0010 | |
| 61 | 3522608,08 | 6965931,01 | 1365,86 | 440,44 | 0,0010 | |
| 62 | 3522610,08 | 6965933,55 | 1369,10 | 440,47 | 0,0010 | |
| 66 | 3522612,19 | 6965936,25 | 1372,52 | 440,39 | 0,0010 | |
| 67 | 3522633,33 | 6965962,57 | 1406,28 | 440,53 | 0,0010 | |
| 68 | 3522654,17 | 6965983,14 | 1435,56 | 440,46 | 0,0010 | |
| 69 | 3522671,57 | 6965997,98 | 1458,43 | 440,43 | 0,0010 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TOTA (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|---------------------|
| | X | Y | | | | |
| 70 | 3522696,54 | 6966024,34 | 1494,74 | 440,35 | 0,0010 | |
| 73 | 3522704,06 | 6966034,39 | 1507,28 | 440,40 | 0,0010 | |
| 74 | 3522711,14 | 6966047,98 | 1522,61 | 440,39 | 0,0010 | |
| 75 | 3522723,52 | 6966072,94 | 1550,47 | 440,32 | 0,0010 | |
| 76 | 3522725,66 | 6966087,19 | 1564,88 | 440,29 | 0,0010 | |
| 77 | 3522720,18 | 6966119,16 | 1597,33 | 440,33 | 0,0010 | |
| 78 | 3522708,47 | 6966146,71 | 1627,26 | 440,34 | 0,0010 | |
| 79 | 3522704,44 | 6966196,22 | 1676,94 | 440,32 | 0,0010 | |
| 80 | 3522698,60 | 6966242,19 | 1723,28 | 440,26 | 0,0010 | |
| 81 | 3522701,63 | 6966268,04 | 1749,30 | 440,25 | 0,0010 | |
| 82 | 3522726,00 | 6966289,90 | 1782,04 | 439,96 | 0,0010 | |
| 83 | 3522752,51 | 6966297,98 | 1809,75 | 440,13 | 0,0010 | |
| 84 | 3522777,52 | 6966295,05 | 1834,93 | 440,21 | 0,0010 | |
| 85 | 3522788,02 | 6966281,00 | 1852,47 | 440,12 | 0,0010 | |
| 86 | 3522797,11 | 6966257,13 | 1878,01 | 440,11 | 0,0010 | |
| 87 | 3522803,93 | 6966233,42 | 1902,68 | 439,97 | 0,0010 | |
| 88 | 3522834,76 | 6966191,87 | 1954,43 | 439,95 | 0,0010 | |
| 89 | 3522868,97 | 6966155,57 | 2004,30 | 439,80 | 0,0010 | |
| 90 | 3522887,68 | 6966142,22 | 2027,28 | 439,73 | 0,0010 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 92 | 3522898,80 | 6966126,54 | 2046,51 | 439,74 | 0,0010 | |
| 94 | 3522900,19 | 6966100,93 | 2072,15 | 439,84 | 0,0010 | |
| 96 | 3522905,03 | 6966077,99 | 2095,60 | 439,73 | 0,0010 | |
| 98 | 3522927,93 | 6966068,47 | 2120,40 | 439,55 | 0,0010 | |
| 100 | 3522941,61 | 6966070,26 | 2134,20 | 439,54 | 0,0010 | |
| 102 | 3522957,39 | 6966071,86 | 2150,06 | 439,48 | 0,0010 | |
| 106 | 3522966,91 | 6966069,83 | 2159,79 | 439,50 | 0,0010 | |
| 108 | 3522979,80 | 6966065,17 | 2173,50 | 439,52 | 0,0010 | |
| 112 | 3522990,77 | 6966059,46 | 2185,86 | 439,46 | 0,0010 | |
| 115 | 3523015,49 | 6966046,32 | 2213,86 | 439,62 | 0,0010 | |
| 117 | 3523040,74 | 6966036,28 | 2241,04 | 439,62 | 0,0010 | |
| 119 | 3523056,30 | 6966026,74 | 2259,29 | 439,59 | 0,0010 | |
| 121 | 3523069,10 | 6966020,42 | 2273,56 | 439,62 | 0,0010 | |
| 123 | 3523080,04 | 6966013,11 | 2286,72 | 439,49 | 0,0010 | |
| 129 | 3523087,81 | 6966007,70 | 2296,19 | 439,54 | 0,0010 | |
| 130 | 3523099,01 | 6966001,21 | 2309,13 | 439,51 | 0,0010 | |
| 132 | 3523118,80 | 6965997,32 | 2329,30 | 439,51 | 0,0010 | |
| 134 | 3523138,71 | 6965989,47 | 2350,70 | 439,56 | 0,0010 | |
| 136 | 3523155,86 | 6965988,41 | 2367,88 | 439,51 | 0,0010 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 138 | 3523172,60 | 6965977,62 | 2387,80 | 439,63 | 0,0010 | |
| 139 | 3523185,95 | 6965978,46 | 2401,18 | 439,50 | 0,0010 | |
| 141 | 3523202,23 | 6965971,83 | 2418,75 | 439,53 | 0,0010 | |
| 143 | 3523223,29 | 6965967,57 | 2440,23 | 439,51 | 0,0010 | |
| 144 | 3523248,69 | 6965969,39 | 2465,70 | 439,29 | 0,0010 | |
| 146 | 3523267,73 | 6965969,06 | 2484,74 | 439,39 | 0,0010 | |
| 149 | 3523281,87 | 6965953,92 | 2505,47 | 439,32 | 0,0010 | |
| 150 | 3523290,03 | 6965955,63 | 2513,80 | 439,44 | 0,0010 | |
| 153 | 3523300,72 | 6965975,81 | 2536,64 | 439,36 | 0,0010 | |
| 154 | 3523308,52 | 6965981,73 | 2546,43 | 439,33 | 0,0010 | |
| 159 | 3523325,60 | 6965985,67 | 2563,96 | 439,34 | 0,0010 | |
| 162 | 3523352,66 | 6965996,92 | 2593,27 | 439,40 | 0,0010 | |
| 163 | 3523375,94 | 6966000,66 | 2616,84 | 438,70 | 0,0010 | |
| 167 | 3523398,55 | 6966012,92 | 2642,57 | 438,81 | 0,0010 | |
| 170 | 3523414,17 | 6966029,13 | 2665,07 | 439,00 | 0,0054 | |
| 171 | 3523417,32 | 6966032,48 | 2669,67 | 438,99 | 0,0054 | |
| 175 | 3523424,54 | 6966040,52 | 2680,48 | 439,04 | 0,0054 | |
| 176 | 3523445,57 | 6966051,28 | 2704,10 | 438,66 | 0,0054 | |
| 179 | 3523467,40 | 6966075,39 | 2736,63 | 438,37 | 0,0054 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 183 | 3523476,52 | 6966088,64 | 2752,71 | 438,36 | 0,0054 | |
| 185 | 3523478,59 | 6966095,33 | 2759,71 | 438,20 | 0,0054 | |
| 188 | 3523480,97 | 6966100,94 | 2765,81 | 438,24 | 0,0054 | |
| 190 | 3523491,63 | 6966131,14 | 2797,83 | 438,14 | 0,0054 | |
| 192 | 3523493,94 | 6966155,78 | 2822,58 | 437,92 | 0,0054 | |
| 193 | 3523499,81 | 6966183,87 | 2851,27 | 437,73 | 0,0054 | |
| 195 | 3523497,89 | 6966200,12 | 2867,64 | 437,72 | 0,0054 | |
| 200 | 3523494,22 | 6966217,47 | 2885,38 | 437,50 | 0,0018 | |
| 201 | 3523495,54 | 6966225,56 | 2893,57 | 437,46 | 0,0018 | |
| 203 | 3523498,24 | 6966233,64 | 2902,09 | 437,40 | 0,0018 | |
| 205 | 3523501,34 | 6966241,07 | 2910,14 | 437,36 | 0,0018 | |
| 207 | 3523515,39 | 6966259,48 | 2933,29 | 437,37 | 0,0018 | |
| 208 | 3523509,52 | 6966272,46 | 2947,53 | 437,54 | 0,0018 | |
| 210 | 3523489,09 | 6966300,30 | 2982,07 | 437,24 | 0,0018 | |
| 212 | 3523491,48 | 6966316,46 | 2998,40 | 437,11 | 0,0018 | |
| 214 | 3523510,30 | 6966332,40 | 3023,07 | 437,12 | 0,0018 | |
| 216 | 3523534,00 | 6966336,13 | 3047,06 | 437,22 | 0,0018 | |
| 218 | 3523553,81 | 6966344,44 | 3068,53 | 437,09 | 0,0018 | |
| 220 | 3523567,78 | 6966342,63 | 3082,63 | 437,02 | 0,0018 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 222 | 3523591,24 | 6966328,44 | 3110,05 | 437,06 | 0,0018 | |
| 224 | 3523599,12 | 6966313,87 | 3126,61 | 437,04 | 0,0018 | |
| 226 | 3523610,03 | 6966295,58 | 3147,90 | 437,05 | 0,0018 | |
| 228 | 3523628,86 | 6966277,67 | 3173,89 | 437,12 | 0,0018 | |
| 229 | 3523666,09 | 6966252,02 | 3219,11 | 437,03 | 0,0018 | |
| 231 | 3523696,91 | 6966232,47 | 3255,60 | 436,97 | 0,0018 | |
| 233 | 3523717,91 | 6966224,49 | 3278,06 | 436,98 | 0,0018 | |
| 234 | 3523746,19 | 6966208,80 | 3310,40 | 436,97 | 0,0018 | |
| 235 | 3523770,19 | 6966195,96 | 3337,62 | 437,08 | 0,0018 | |
| 237 | 3523789,77 | 6966183,57 | 3360,80 | 436,95 | 0,0018 | |
| 239 | 3523823,81 | 6966157,65 | 3403,58 | 436,82 | 0,0018 | |
| 241 | 3523838,28 | 6966144,55 | 3423,10 | 436,81 | 0,0018 | |
| 243 | 3523851,17 | 6966114,41 | 3455,88 | 436,83 | 0,0018 | |
| 245 | 3523855,03 | 6966090,53 | 3480,07 | 436,80 | 0,0018 | |
| 266 | 3523862,64 | 6966086,05 | 3488,90 | 436,69 | 0,0018 | |
| 267 | 3523871,15 | 6966090,80 | 3498,64 | 436,74 | 0,0018 | |
| 268 | 3523884,07 | 6966104,11 | 3517,19 | 436,70 | 0,0018 | |
| 270 | 3523916,75 | 6966135,54 | 3562,53 | 436,68 | 0,0018 | |
| 272 | 3523929,79 | 6966142,81 | 3577,46 | 436,66 | 0,0018 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 274 | 3523980,30 | 6966146,90 | 3628,14 | 436,69 | 0,0018 | |
| 276 | 3524001,15 | 6966148,46 | 3649,05 | 436,62 | 0,0018 | |
| 278 | 3524021,18 | 6966146,68 | 3669,16 | 436,53 | 0,0018 | |
| 280 | 3524039,09 | 6966138,14 | 3689,00 | 436,52 | 0,0018 | |
| 282 | 3524057,46 | 6966131,72 | 3708,46 | 436,42 | 0,0018 | |
| 283 | 3524068,48 | 6966129,91 | 3719,63 | 436,43 | 0,0018 | |
| 285 | 3524079,34 | 6966126,30 | 3731,07 | 436,37 | 0,0018 | |
| 286 | 3524092,90 | 6966126,17 | 3744,64 | 436,34 | 0,0018 | |
| 288 | 3524122,29 | 6966111,84 | 3777,33 | 435,95 | 0,0018 | |
| 290 | 3524139,67 | 6966103,50 | 3796,61 | 435,85 | 0,0018 | |
| 292 | 3524151,29 | 6966093,45 | 3811,97 | 435,87 | 0,0014 | |
| 293 | 3524152,95 | 6966081,49 | 3824,05 | 435,74 | 0,0014 | |
| 295 | 3524144,41 | 6966069,64 | 3838,65 | 435,83 | 0,0014 | |
| 297 | 3524129,95 | 6966044,09 | 3868,01 | 435,79 | 0,0014 | |
| 298 | 3524128,51 | 6966028,01 | 3884,15 | 435,71 | 0,0014 | |
| 300 | 3524132,98 | 6966013,10 | 3899,73 | 435,77 | 0,0014 | |
| 301 | 3524153,04 | 6966014,75 | 3919,85 | 435,73 | 0,0014 | |
| 303 | 3524191,15 | 6966023,20 | 3958,89 | 435,71 | 0,0014 | |
| 304 | 3524204,48 | 6966019,84 | 3972,63 | 435,59 | 0,0014 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TOTA (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|---------------------|
| | X | Y | | | | |
| 305 | 3524229,48 | 6966010,55 | 3999,31 | 435,58 | 0,0014 | |
| 307 | 3524240,81 | 6966001,78 | 4013,63 | 435,50 | 0,0014 | |
| 309 | 3524254,19 | 6965978,17 | 4040,77 | 435,56 | 0,0014 | |
| 311 | 3524259,78 | 6965959,47 | 4060,28 | 435,50 | 0,0014 | |
| 312 | 3524264,74 | 6965928,25 | 4091,90 | 435,51 | 0,0014 | |
| 314 | 3524264,63 | 6965905,34 | 4114,80 | 435,42 | 0,0014 | |
| 316 | 3524262,22 | 6965880,83 | 4139,43 | 435,45 | 0,0014 | |
| 318 | 3524258,98 | 6965857,88 | 4162,62 | 435,49 | 0,0014 | |
| 320 | 3524262,99 | 6965828,35 | 4192,42 | 435,43 | 0,0014 | |
| 322 | 3524262,13 | 6965789,36 | 4231,41 | 435,35 | 0,0014 | |
| 324 | 3524260,89 | 6965741,92 | 4278,87 | 435,24 | 0,0014 | |
| 326 | 3524259,78 | 6965731,95 | 4288,91 | 435,26 | 0,0014 | |
| 328 | 3524265,30 | 6965712,85 | 4308,78 | 435,13 | 0,0014 | |
| 331 | 3524274,01 | 6965727,91 | 4326,18 | 435,02 | 0,0014 | |
| 333 | 3524285,88 | 6965745,43 | 4347,34 | 435,19 | 0,0014 | |
| 335 | 3524294,66 | 6965766,79 | 4370,43 | 435,24 | 0,0014 | |
| 337 | 3524311,86 | 6965795,08 | 4403,54 | 435,23 | 0,0014 | |
| 338 | 3524315,03 | 6965811,23 | 4420,01 | 435,17 | 0,0010 | |
| 340 | 3524316,35 | 6965840,59 | 4449,39 | 435,12 | 0,0010 | |

| VÉRTICE | COORDENADAS | | PROGRESIVA PERFIL TOPO- GRÁFICO (m) | COTA TERRENO NATURAL (m.s.n.m.) | PENDIENTE PROYECTO TRAMO (m/m) | COTA TRAMO (m) |
|---------|-------------|------------|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| | X | Y | | | | |
| 342 | 3524321,75 | 6965884,73 | 4493,86 | 435,14 | 0,0010 | |
| 344 | 3524324,32 | 6965917,24 | 4526,47 | 435,02 | 0,0010 | |
| 346 | 3524327,03 | 6965952,71 | 4562,05 | 435,06 | 0,0010 | |
| 348 | 3524331,39 | 6965973,87 | 4583,65 | 434,97 | 0,0010 | |
| 350 | 3524333,61 | 6966000,77 | 4610,64 | 434,95 | 0,0010 | |
| 352 | 3524336,75 | 6966016,47 | 4626,66 | 434,95 | 0,0010 | |
| 353 | 3524344,04 | 6966028,69 | 4640,88 | 434,93 | 0,0010 | |
| 356 | 3524364,57 | 6966041,24 | 4664,95 | 434,97 | 0,0010 | |
| 357 | 3524365,12 | 6966041,42 | 4665,52 | 434,95 | 0,0010 | |
| 361 | 3524386,38 | 6966044,69 | 4687,04 | 434,94 | 0,0010 | |
| 363 | 3524410,38 | 6966045,41 | 4711,04 | 434,88 | 0,0010 | |
| 365 | 3524427,76 | 6966042,21 | 4728,72 | 434,83 | 0,0010 | |
| 367 | 3524453,82 | 6966029,55 | 4757,69 | 434,83 | 0,0010 | |
| 369 | 3524476,00 | 6966017,10 | 4783,13 | 434,85 | 0,0010 | |
| 371 | 3524490,11 | 6966005,02 | 4801,70 | 434,79 | 0,0010 | |
| 373 | 3524506,58 | 6965984,95 | 4827,66 | 434,65 | 0,0010 | |
| 375 | 3524518,13 | 6965970,94 | 4845,83 | 434,73 | 0,0010 | |
| 377 | 3524554,02 | 6965947,29 | 4888,81 | 434,74 | 0,0010 | |
| CS | 3524554,02 | 6965947,29 | 4888,82 | 434,74 | 0,0010 | |

IV.3.2.2.- Estudio de los Revestimientos

IV.3.2.2.1.- Introducción

En este apartado de los estudios de la reparación de la Conducción de Derivación El Saltón, se realiza una sucinta investigación sobre las bondades técnico - económicas de revestir esta conducción.

Se incluye una breve descripción de los distintos tipos de revestimientos, con probabilidades de ser utilizados en este proyecto, indicando consideraciones sobre aspectos constructivos, de mantenimiento, de durabilidad y características hidráulicas.

IV.3.2.2.2.- Consideraciones Generales que Determinan la Necesidad de Revestimiento en Conducciones.

Según el trabajo publicado por la Comisión Internacional de Riego y Drenaje en 1967, titulado *Controlling Seepage Losses from Irrigation Canals World*, valores medios mundiales indican que al rededor de un tercio del agua que conducen los canales de riego en el mundo se pierden por infiltración durante su transporte, desde las obras de captación a las zonas sembradas bajo riego o uso; otro tercio se pierde en las labores de aplicación por deficiencia en los métodos de regadío; y tan solo una tercera parte es aprovechada útilmente en el desarrollo germinativo de las plantaciones o usado para distintos consumos.

Siendo el agua un elemento escaso, su captación, regulación y transporte es de por sí una operación muy costosa, por lo que su utilización racional y la reducción de pérdidas a un mínimo, durante su transporte es indudablemente una operación indispensable y económicamente interesante.

Según registros del Bureau of Reclamation en los EE.UU. aproximadamente un 40% del agua que entra en un sistema de canales de riego sin revestir no llega a las granjas para el riego propiamente dicho, siendo la pérdida más importante las que corresponden a las originadas por la infiltración; las restantes se refieren a evaporación, agua que sirve a la vegetación cercana al canal, el derrame de agua en exceso, etc.

En la conducción y distribución, como parte integrante de un sistema de riego, tienen a veces longitudes tan extensas desde su captación, que el agua tarda varios días en llegar desde las tomas a los lugares de utilización, por lo que la eficacia de estos sistemas están relacionadas íntimamente al mínimo costo en el transporte y principalmente a minimizar las pérdidas en los mismos.

La determinación de la necesidad de revestir un canal debe basarse entonces en un análisis detallado de las ventajas que aporta la importante inversión que el mismo genera, la que debe quedar adecuadamente justificada.

Siendo entonces la finalidad fundamental de un canal la de transportar agua, es inexorable la obligación de reducir sus pérdidas a un mínimo, lo que exige un adecuado y pormenorizado estudio del revestimiento a seleccionar, el que, entre otras consideraciones, debe contemplar:

- Las características geotécnicas del terreno
- Disponibilidad de materiales
- Disponibilidad de mano de obra especializada
- Maquinarias auxiliares disponibles
- Los costos de mantenimiento
- Los esfuerzos a que se verá sometido
- Cambios de temperatura.
- Crecimiento de vegetación, etc.

El revestimiento de un canal tiene entonces como misión fundamentalmente, el de eliminar las pérdidas por infiltración, las cuales tienen como principales factores incidentes los siguientes:

- Características de los suelos que atraviesa el canal (permeabilidad).
- Cantidad de material en suspensión que transporta el agua.

- La altura del agua del canal (tirante).
- El perímetro mojado.
- Altura de la capa freática con relación a la solera del canal.
- La temperatura del agua.
- La velocidad del agua.

Además existen otros factores que influyen en la infiltración, cuya ponderación resulta muy difícil de evaluar, tales como la presencia de malezas que obstruyen el canal disminuyendo su sección transversal y reduciendo la capacidad de conducción. Esta misma vegetación también consume y transpira una considerable cantidad de agua, y como crece en las adyacencias del canal (malezas, arbustos, árboles) absorbe también a través de sus raíces, importantes cantidades de agua, además de aflojar los terraplenes.

Entre otras ventajas de importancia que ofrecen los revestimientos y que se deben considerar en su análisis, pueden mencionarse las siguientes:

- Prevención de la erosión.
- Reducida posibilidad de rotura.
- Eliminación de vegetación.
- Aumento de la capacidad del canal o reducción de la sección transversal.
- Reducción de los costos de riego.
- Protección de la salud pública.
- Acortamiento del trazado por las mayores pendientes admisibles y radio más cerrado en curvas.
- Eliminación del efecto de la salinización.

Prevención de la Erosión.

La experiencia demuestra que la variación de las velocidades en canales sin revestimiento produce sedimentación de materiales extraños y desprendimientos en sus taludes. Estos fenómenos son más notables en zonas de suelos granulares que, por su menor cohesión, son fácilmente disgregables, lo que provoca modificaciones de la sección transversal, e incluso cambios en los perfiles longitudinales del canal. Es conveniente tener en cuenta estos factores al adoptar las pendientes longitudinales, las formas de las secciones transversales y los radios de las curvas horizontales. Como consecuencias de estas limitaciones los proyectos se encarecen pues, a fin de no sobrepasar velocidades límites del agua, deben reducirse las pendientes longitudinales, con el consiguiente aumento de las longitudes de las redes, así como también preverse curvas amplias para evitar socavaciones indeseables.

El revestimiento de los canales permite adoptar velocidades de escurrimiento más elevadas, y por lo tanto mayores pendientes y radios de curvas horizontales menores, así como taludes más empinados que en los canales sin revestir.

Reducida Posibilidad de Roturas.

Como consecuencia de socavaciones provocadas por erosión, embancamientos por perturbaciones, etc., se producen roturas cuyas consecuencia pueden llegar a ser catastróficas, no sólo desde el punto de vista económico, sino de la seguridad personal de los habitantes de zonas situadas en niveles más bajos.

En efecto, la rotura imprevista de una canalización puede provocar la pérdida de una cosecha por falta de agua en los sembrados durante el lapso que dure la reparación. Por otra parte, una vez producida una abertura en el talud del canal la misma velocidad del agua provoca el ensanchamiento de esa abertura, con lo cual pueden formarse verdaderos aluviones que destruyan cultivos, vías de comunicación, y hasta poblaciones con el consiguiente peligro para sus habitantes.

Si el canal es revestido resulta poco factible la producción de roturas, y aún en el caso en que ocurrieran agrietamiento, la resistencia a la erosión del material del revestimiento impide el ensanchamiento de la abertura con lo cual se evita la posibilidad de consecuencias graves.

Eliminación de la Vegetación.

En los canales sin revestimientos, tanto los taludes como el fondo tienden a cubrirse de vegetación, especialmente pastos y hierbas, aunque también suelen en algunos casos desarrollarse en las bermas arbustos y hasta árboles.

La vegetación afecta al canal, por una parte al restarle agua que las plantas utilizan para su desarrollo y por otra parte al contribuir a disminuir la velocidad del agua, con lo cual se reduce el caudal, y simultáneamente, se facilita el depósito de sedimentos, lo que a su vez, tiende a disminuir la sección efectiva del canal.

El revestimiento impide el crecimiento de la vegetación anulando los inconvenientes enunciados.

Aumento de la Capacidad del Canal.

La eliminación de la erosión permite que el agua circule en los canales revestidos a mayor velocidad que en los de tierra, obteniéndose, como resultado, mayor caudal para igual sección.

Las velocidades límites para canales de tierra están comprendidas entre 0,50 y 1 m/s, dependiendo del tirante de agua y del tipo de suelo. En canales revestidos son admisibles velocidades superiores.

Disminución de los Costos de Mantenimiento.

La conservación de los canales de riego no revestidos, incluye las tareas de extracción de hierbas y malezas, cierre de aberturas, reperfilado transversal y longitudinal, cegado de cuevas y eliminación de animales excavadores. Las tareas mencionadas son permanentes y su abandono, aún por cortos períodos, puede provocar inconvenientes importantes. Estas labores desaparecen en gran parte en canales revestidos.

A los efectos de realizar estudios comparativos de costos entre canales revestidos y sin revestir, deben agregarse a los costos iniciales de ambos, los respectivos costos de mantenimiento. Esta consideración adquiere gran importancia si se tiene en cuenta que en determinadas con-

diciones, y para algunas zonas, el costo anual de la conservación se aproxima al costo inicial de algunos revestimientos.

Reducción de los Costos de Riego.

La simplificación de las tareas de distribución de las aguas, provenientes de la automatización que permiten los canales revestidos, brinda una disminución sustancial de la incidencia de mano de obra necesaria para ello. El valor de esta reducción puede llegar al 75% con respecto a los canales sin revestir, pero además la mencionada simplificación ahorra tiempo, lo que resulta muy importante cuando se trata de hacer llegar el agua a las plantaciones en el momento oportuno.

Protección de la Salud Pública.

En los canales sin revestimiento se producen efectos que favorecen la propagación de enfermedades endémicas, como ser:

1. Las filtraciones producen en las zonas bajas pantanos que permiten el crecimiento de vegetación semilacustre.
2. Los fondos de canales irregulares son causa de la formación de charcos y crecimiento de pastos durante los períodos en los que el canal no está en servicio.
3. Los mosquitos dejan sus huevos preferentemente en las espadañas y otras malezas que crecen en los canales no revestidos.

En los canales revestidos no se dan estas condiciones favorables para el desarrollo de mosquitos debido a que la filtración y formación de charcos se reducen y se elimina el crecimiento de malezas con pequeño mantenimiento.

Acortamiento del Trazado por las Mayores Pendientes Admisibles y Radios más Cerrados en Curvas.

Cuando los trazados de los canales se desarrollan en zonas de topografía accidentada y suelos susceptibles de ser erosionados, los revestimientos permiten disminuir la longitud de los canales, aumentando la pendiente longitudinal del trazado y disminuyendo los radios de las curvas

horizontales.

Además permite una reducción en las dimensiones de los canales y por lo tanto un ahorro de los costos en las expropiaciones y/o servidumbres de paso

Eliminación del Efecto de la Salinización.

En el caso en que un canal no revestido atravesase zonas en las que el terreno presente estratos con altas concentraciones de sales, el agua que se infiltra disuelve las sales y al ascender a la superficie por capilaridad, va aumentando la salinidad del manto que se utiliza con fines agrícolas. El revestimiento del canal, al impedir la infiltración, no permite que se produzca el fenómeno descrito y por lo tanto las tierras adyacentes a las canalizaciones no disminuyen su aptitud para el cultivo.

IV.3.2.2.3.- Tipos de Revestimientos Utilizados en Canales

Las condiciones a las que debe verse expuesto el revestimiento de un canal son muy severas, por lo que puede agrietarse, romperse o descomponerse, etc., fenómenos estos que luego se traducen en filtraciones muy superiores a las que habría a través de un revestimiento en buen estado. Por lo cual, en general, es necesario que los revestimientos cumplan con determinadas condiciones, para brindar las ventajas esperadas, siendo las más importantes las siguientes:

- Impermeabilidad.
- Resistencia estructural y a la erosión.
- Durabilidad.
- Máxima eficiencia hidráulica.
- Resistencia a la acción destructiva proveniente del paso de animales, caída de piedras, vandalismo, etc.
- Costo moderado.

Se han desarrollado, y se emplean con distintos resultados, diversos tipos de revestimientos de

canales que varían en su costo inicial, procedimientos constructivos y materiales utilizados. Los tipos usuales pueden distinguirse en rígidos y flexibles, siendo los mas frecuentes los siguientes:

- Revestimiento de hormigón de cemento portland colocado "in situ" en masa o armado.
- Revestimiento de hormigón prefabricado.
- Revestimiento de mortero proyectado (gunita o shotcrete).
- Revestimiento de suelo cemento portland compactado o plástico (vertido).
- Revestimiento de ladrillos.
- Revestimiento de piedras.
- Revestimiento de membranas a la intemperie.
- Revestimiento de membranas con cubierta de protección.
- Revestimiento de tierra.
- Tuberías enterradas.
- Revestimientos de pastos.

Existen sin duda diversos revestimientos que en rigor son distintos a los citados, pero que en realidad son variantes de los mismos.

A los efectos del Canal El Saltón, se describen sucintamente las características principales de los tres tipos de conducciones que se consideran factibles de utilizar.

IV.3.2.2.3.1.- Revestimientos de Hormigón Simple y Armado.

Los revestimientos de hormigón son probablemente los mejores de todos cuando las ventajas que ofrecen justifican su costo. Se caracterizan por su rapidez constructiva, su mínima con-

servación y máxima durabilidad.

Si el diseño, la construcción y el mantenimiento se hacen adecuadamente, los revestimientos de hormigón logran una vida útil superior a los 50 años, aunque algunos siguen en buen estado indefinidamente, si se toman las precauciones correspondientes para evitar la acción deletérea de las sales sobre el hormigón de cemento portland y se diseñan, construyen y mantienen correctamente las juntas de contracción para evitar la formación de grietas.

Son usados universalmente para el revestimiento de grandes y pequeños canales, admitiendo velocidades altas o bajas. Cumplen prácticamente con todos los requisitos que pueden pretenderse de un revestimiento, aunque suelen agrietarse, no requiriendo de mantenimientos costosos.

Cuando se los construye con moldes deslizantes se abaratan sensiblemente sus costos y acelera notablemente la construcción, circunstancia que no se presenta en este caso.

Prácticamente todos los suelos son aptos para su empleo como subrasante para revestimiento de hormigón, ya sea directamente en su estado natural, o corrigiendo su densidad según aconseje la técnica.

Los revestimientos de hormigón deben colocarse sobre un terreno de fundación bien consolidado. En caso de construirse sobre rellenos o terraplenes, estos deben compactarse antes por apisonamiento, golpeo o vibración. Sobre los terraplenes, si se utilizan apisonadoras de rodillos, de pilón o vibratorias, el material debe tenderse y compactarse por capas de unos 15 centímetros de espesor, con un contenido de humedad óptimo previamente determinado en laboratorio (Norma IRAM 10505).

Después de preparado el sistema de fundación, es necesario cuidar que no se pierda demasiada humedad antes de colocar el revestimiento de hormigón. En todos los casos, inmediatamente antes de ponerse el hormigón, se rociará el terreno de fundación de modo tal que no se formen barro ni charcos.

En determinados casos, gracias al empleo de moldes de encofrar, que pueden ser guiados o no, el trazado y el declive del revestimiento acabado dependen casi exclusivamente del cuidado y precisión con que se halla preparado el terreno de fundación. Según la norma ASAE

S289¹, se consideran suficientes para asegurar una buena calidad de las instalaciones, las siguientes tolerancias en cuanto al espesor del revestimiento, el trazado y el declive longitudinal:

| CONCEPTO | TOLERANCIAS |
|---|--|
| Desviación con respecto al trazado previsto. | 5 cm. en tramos rectos 10 cm. en las curvas |
| Desviación con respecto al declive longitudinal previsto. | 2,5 cm. |
| Reducción en el espesor de revestimiento | 10 por ciento del espesor especificado |

Las máquinas de excavar y revestir existentes permiten la construcción de revestimientos dentro de estas tolerancias.

Dado que el revestimiento es, por definición, una capa delgada con la que se resguarda una superficie, se parte de la presunción de que esta última desde el punto de vista estructural, está en condiciones de soportar adecuadamente las cargas producidas por el peso propio del agua que circula por el canal.

Los esfuerzos a que está sometido el revestimiento de hormigón, son en realidad complejos y no existe un método racional para calcularlos, por lo que, generalmente, la adopción del espesor se efectúa en base a la experiencia existente sobre comportamiento de revestimientos en servicios.

En experiencias de canales pequeños y acequias, y en lugares en donde no se producen fuertes heladas, están dando buenos resultados los revestimientos de hormigón no armado de 4 cm. de espesor, aunque esto implica la utilización de áridos de tamaño reducido.

En la mayoría de los países de clima templado es satisfactorio el comportamiento con espesores de 5 a 8 cm. en canales pequeños a medianos; y de 8 a 10 cm. en los de tamaño mediano a grande. Si las condiciones meteorológicas son más rigurosas o si se trata de canales en que el

¹ ASAE S289 "Concrete slipform canal and ditch linings" - Revestimiento de canales y acequias por medio de moldes deslizantes de encofrar hormigón.

nivel varía con frecuencia, o de terrenos de fundación no adecuados, se necesitan mayores espesores, incluso superiores a 15 cm., fundamentalmente en el caso de grandes canales.

La experiencia, basada en el comportamiento de los canales revestidos con hormigón moldeado "*in situ*", indica que debe existir una relación entre el caudal a transportar y el espesor del revestimiento.

Los valores que figuran en los cuadros siguientes indican los espesores de algunos revestimientos de hormigón en relación con la capacidad de conducción del canal, según lo recomendado por el Bureau of Reclamation de U.S.A.

HORMIGÓN SIN ARMAR

| CAUDAL (m³/s) | ESPESOR (cm) |
|---|-------------------------------|
| hasta 5 | 5 |
| 5 a 15 | 6 |
| 15 a 40 | 7,5 |
| 40 a 60 | 9 |
| 60 a 100 | 9 |
| > 100 | 10 |

HORMIGÓN ARMADO:

| CAUDAL (m³/s) | ESPESOR (cm) |
|---|-------------------------------|
| = 15 | 8 |
| 15 a 60 | 10 |
| > 60 | 15 |

Los valores indicados se refieren a condiciones medias, por lo tanto deben considerarse sólo como una guía, puesto que las circunstancias particulares, tanto del terreno como del clima de la zona en donde debe llevarse a cabo un determinado proyecto de conducción, puede acon-

sejar modificarlos dentro de límites relativamente amplios.

Las tolerancias admisibles oscilan entre 1 a 1,5 cm.; no siendo recomendable aumentar el espesor como precaución contra las deficiencias de la construcción (curado insuficiente, terreno de fundación malo, cemento de baja calidad, etc.).

En los antiguos canales de riego el hormigón de los revestimientos eran armados en la mayoría de los casos. En los últimos años, siempre que es posible, se viene renunciando a armar el hormigón porque así se reducen los costos de la construcción sin detrimento sensible de la eficacia y la duración.

Los revestimientos de hormigón simple están más expuestos que los de hormigón armado a daños por presiones hidrostáticas o de otra clase que actúen por debajo de ellos, pero esta desventaja no es tan grande que justifique la diferencia de costo. Si por debajo del revestimiento se presentan presiones hidrostáticas imprevistas, el hormigón sin armar se rompe más fácilmente que el armado, con lo cual se alivia la presión y se reduce el daño. La principal función de la armadura es reducir el ancho de las grietas y evitar la separación de las losas agrietadas.

En diversos países, sobre todo Rusia, se utilizan losas de hormigón pretensado en las zonas propensas a sismos y también en el caso de terrenos propensos al hundimiento o hinchamiento en presencia del agua.

Las armaduras de acero no proporcionan ventajas apreciables si el diseño prevé juntas transversales colocadas a intervalos lo bastante cortos para que sirvan de protección contra las grietas intermedias. El empleo de hormigón armado sólo está justificado en casos excepcionales, como son los de fuertes contrapresiones, grandes velocidades de la corriente en el canal, inestabilidad del terreno de fundación y tramos en que la rotura pondría en peligro vidas y propiedades en zonas más o menos próximas al canal.

Juntas

Las juntas son soluciones de continuidad en las losas que cumplen distintas funciones según su ubicación y de acuerdo con las circunstancias que impongan su construcción. Se agrupan en 4 tipos que son los siguientes: I) de contracción, II) de expansión, III) longitudinales y IV) de construcción.

El tipo I, que corresponde a las juntas de contracción transversales cumple la finalidad de controlar los esfuerzos de tracción a que es sometido el revestimiento, como consecuencia del acortamiento provocado por la disminución de la temperatura en el período posterior al fraguado del hormigón o posteriormente, en condiciones de temperatura y humedad inferiores a las imperantes durante la construcción.

Habitualmente, si el hormigón es continuo, se materializan estas juntas provocando, mediante el corte parcial de la losa, un plano de debilitamiento transversal en la parte superior de la misma; esto trae como consecuencia que las posibles grietas, originadas por los motivos señalados anteriormente, o por diferencias de temperatura y/o humedad entre ambas caras de la losa, se produzcan en coincidencias con las ranuras, donde el espesor de la losa es menor. De esta manera se logra asegurar la estanqueidad del canal, ya que el sellado de la junta puede efectuarse en forma efectiva y eficaz.

El Bureau of Reclamation de EE.UU. recomienda las siguiente separaciones entre las juntas en el hormigón sin armar:

| Espesor del revestimiento (cm) | Separación Aproximada entre Juntas (m) |
|---|---|
| 5 a 6,5 | ~ 3 metros |
| 7,5 a 10 | 3,5 a 4,5 metros |

Como regla general se adopta la separación media en el orden de 50 veces el espesor de la losa.

En el caso de revestimientos de hormigón armado, la separación entre las juntas no excede los 6 metros para evitar que se produzcan grietas grandes, que harían difícil mantener la estanqueidad de las juntas, siendo indispensable, en estos casos, que la armadura se interrumpa en las juntas transversales, a fin de que las grietas se formen en ellas.

Las juntas de contracción suelen ser del tipo de plano debilitado, construyéndose mediante la apertura de una ranura vertical en el tercio superior del hormigón y rellenándola con un mástic apropiado.

La junta de tipo II, de expansión también transversal, cumple la finalidad de absorber los aumentos de longitud que se producen en las losas cuando la temperatura o la humedad de las mismas sobrepasan a las existentes durante la construcción. En una losa impedida de aumentar la longitud por ambos extremos y que se encuentra sometida a una temperatura mayor de 40° C a la imperante durante su ejecución, se produce un esfuerzo de compresión del orden de los 100 kg/cm², que es menor que el 50% de la resistencia a la compresión de los hormigones utilizados normalmente en canales. Por lo tanto, salvo casos excepcionales, no se justifica la colocación de este tipo de junta exclusivamente para disminuir los esfuerzos de compresión en el hormigón, no obstante ser recomendable su colocación en coincidencia con intersecciones con obras de arte.

Las juntas de tipo III o longitudinales, tienen por objeto aliviar las tensiones de alabeo que se producen en las losas, originadas por diferencia de temperatura o humedad entre las caras de las mismas, especialmente en canales de gran desarrollo transversal. Además evitan la formación de grietas longitudinales por contracción del hormigón. Estas juntas, cuyo procedimiento constructivo es semejante al de las de contracción, tipo I, se disponen paralelas al eje longitudinal del canal y separadas 2,40 a 4,50 m. entre sí, según sea el espesor y dimensiones del revestimiento.

Cuando se utiliza armadura distribuida, las barras transversales pueden aprovecharse para controlar el agrietamiento longitudinal, siempre que su cantidad sea suficiente para absorber los esfuerzos provocados por la contracción, considerando para el cálculo todo el perímetro del canal. En ese caso se pueden eliminar las juntas longitudinales o disminuir a un mínimo su número.

Las juntas de tipo IV o de construcción, que cumplen la función que indica su nombre, pueden ser transversales o longitudinales. En el primer caso reemplazan a las de contracción o de expansión en aquellos lugares donde debe interrumpirse, por razones constructivas, el proceso de hormigonado, si éste es continuo. Cuando se adopta el hormigonado por paños alternados todas las juntas transversales son de construcción.

Las juntas de construcción longitudinales se utilizan cuando los revestimientos se construyen por fajas, ejecutando primero la solera y luego los taludes o viceversa. En esos casos la junta

de construcción se forma en la intersección del plano del talud con el eje de la solera y actúa como una junta de contracción.

Otra forma constructiva, que se emplea en determinadas condiciones, consiste en ejecutar el revestimiento de los taludes por paños alternados. En estos casos el hormigonado se efectúa en sentido transversal al eje longitudinal del canal, en un ancho coincidente con la distancia entre juntas de contracción.

Mezclas

El proyecto adecuado de las mezclas de hormigón es fundamental y deberá efectuarse primordialmente para satisfacer las condiciones de durabilidad y resistencia, pero teniendo bien presente que en el revestimiento de canales se usan losas muy delgadas que, en muchos casos, están sometidas a severas condiciones climáticas, a las que se suman, a veces, las acciones perniciosas del agua y de los suelos agresivos.

El hormigón que se emplee para revestir estos canales debe ser lo bastante plástico para que se consolide por completo y suficientemente rígido para que se mantenga en su sitio sobre las pendientes laterales.

Para revestir de hormigón los canales de riego se proponen las siguientes proporciones:

- a) El asentamiento no debe exceder de 7,6 mm. si el tendido se hace a mano o de 12,5 mm. si se efectúa con molde deslizante.
- b) En los climas benignos suelen emplearse como mínimo 270 kg. de cemento por metro cúbico de hormigón y una relación agua-cemento no superior a 0,70.
- c) En los climas moderados conviene un mínimo de 330 kg/m³ y una relación agua-cemento no superior a 0,60.

El árido del hormigón debe estar limpio, y ser sólido y duradero. El tamaño máximo del agregado grueso no será mayor que la mitad del espesor del revestimiento.

El Bureau of Reclamation de EE.UU. acepta como valores máximos admisibles de las relaciones agua-cemento para los revestimientos de canales:

| | |
|--|-----------------|
| Clima suave, lluvioso o árido, con lluvias o heladas de rara ocurrencia | $0,58 \pm 0,02$ |
| Clima riguroso, con amplia gama de temperaturas, congelación y deshielo frecuentes | $0,53 \pm 0,02$ |

La incorporación intencional de aire mejora la trabajabilidad del hormigón, su terminado y su durabilidad; por tal razón su empleo se justifica plenamente en zonas de clima severos y en presencia de suelos o aguas agresivas. Con los contenidos de aire recomendados, que oscilan entre 3 y el 6% del volumen de la mezcla, se consiguen las mejoras mencionadas sin desmedro apreciable de la resistencia a la compresión del hormigón.

Cuando el suelo contiene cantidades apreciables, más de 0,10 % de sulfatos solubles como los de sodio, magnesio, calcio, potasio, se aplican las especificaciones de las normas SIREA en lo que hace al tipo de cemento, debiendo recurrirse a cementos tipo ARS si el contenido de SO_4 es mayor de 0,20 %.

Fabricación y Colocación

Los procedimientos destinados a la fabricación del hormigón de los revestimientos son semejantes a los que se usan en las obras de pavimentación de caminos, pudiéndose adoptar uno u otro de los tres sistemas básicos siguientes: 1) dosificación y mezcla total del hormigón en planta central con transporte en camiones volcadores con o sin agitación; 2) dosificación en planta central y mezcla en tránsito con moto-hormigoneras; y 3) dosificación en planta central, transporte de pastones secos sin mezclar en camiones volcadores provistos de compartimientos y mezcla en el lugar de colocación en hormigoneras ambulantes denominadas pavimentadoras.

En obras de pequeña magnitud, como la constituye el Canal El Saltón, suelen depositarse los materiales formando acopios a lo largo del canal. Estos acopios se ubican de manera que el hormigón pueda ser transportado en carretillas, carritos o baldes hasta el lugar de colocación. En estos casos la mezcla se efectúa en pequeñas hormigoneras de volteo, que se van desplazando de acopio en acopio, a medida que avanza el hormigonado.

El revestimiento de hormigón puede ser ejecutado, de acuerdo con las posibilidades de los

equipos disponibles y las características del canal, en una o dos etapas. En el primer caso el equipo de hormigonado avanza continuamente a lo largo del eje longitudinal del canal, depositando simultáneamente el hormigón sobre la subrasante, tanto en la solera como en ambos cajeros. El segundo procedimiento consiste en ejecutar los cajeros y la solera independientemente. Cuando se usa este último procedimiento, generalmente se hormigona la solera avanzando en sentido longitudinal, mientras que los cajeros se revisten por paños alternados trabajando en sentido transversal.

En canales de gran longitud la construcción en una sola etapa ofrece evidentes ventajas en cuanto a rapidez y economía y por tal razón se lo adopta con preferencia.

También se utiliza con frecuencia en este tipo de canales, el hormigonado en forma manual, empleando moldes transversales cuya separación puede hacerse coincidir con la correspondiente de las juntas o con la longitud de la regla enrazadora; considerándose que una longitud no mayor de 3 m. es la adecuada para la regla, que es operada por dos hombres. El hormigonado puede efectuarse en una sola operación comenzando por la solera y ascendiendo por los cajeros, para lo cual la regla se opera colocándola paralela al eje del canal. Otra forma constructiva consiste en pavimentar en primer lugar la solera colocando guías longitudinales y haciendo actuar la regla en sentido transversal al eje del canal; una vez que éste hormigón ha endurecido lo suficiente se procede a hormigonar los cajeros por paños alternados.

El hormigón debe ser compactado y terminado de forma tal que no presente oquedades para asegurar la durabilidad, especialmente si existe la presencia de aguas y/o suelos agresivos; además su superficie debe ofrecer una textura cerrada y lisa.

Un acabado a mano en la solera empleando el fratacho, y la utilización de vibradores en los cajeros, dejando bien lisa la superficie, se justifica por dar al canal mayor capacidad de conducción de agua. En cambio, si es probable que crezca musgo y se encenague el cauce, no vale la pena realizar ese trabajo complementario y hay que conformarse con que la superficie quede relativamente llana y no tenga oquedades.

Un curado adecuado es necesario para obtener máxima resistencia a la compresión y durabilidad del hormigón, además impide el secado rápido de la superficie, reduciendo de tal manera la posibilidad de producción de fisuramiento plástico. De entre los varios métodos y materia-

les que han sido utilizado con éxito, el que se considera adecuado para esta obra sería el recubrimiento con arpilleras que deben mantenerse constantemente húmedas. Lo correcto sería que se realizara el curado al menos por 72 horas.

Otra forma de curado, sobre todo para la zona baja, puede ser el cargar el canal con agua realizando pequeños endicamientos.

Este procedimiento ofrece ventajas frente a los sistemas tradicionales, especialmente por las dificultades y consecuente mayor costo que presenta la protección de las superficies inclinadas de los taludes.

Cuando se especifica el armado de las losas, se colocan mallas soldadas que proveen las secciones de acero necesarias tanto en el sentido longitudinal como transversal. Por las razones ya expuestas, las armaduras se interrumpen en coincidencia con las juntas y deben mantenerse lo más cercanas posibles al plano medio del revestimiento. A fin de asegurar que la armadura se mantenga en su posición adecuada se colocan bloques de hormigón apoyados en la subrasante, que actúan como separadores.

Cuando no se puede evitar completamente un descenso de la armadura, se debe prever una colocación más alta para compensar ese desplazamiento. En algunos casos la malla se mantiene en posición mediante una plataforma suspendida por los costados, que avanza debajo de la armadura a medida que se va distribuyendo el hormigón.

A fin de asegurar la estanqueidad de los revestimientos, las juntas deben ser obturadas con materiales que se adapten a los cambios de las dimensiones de las mismas sin desprenderse de los bordes, que resistan a la abrasión, al envejecimiento, a la temperatura y humedad.

El Bureau of Reclamation de EE.UU., en base a la experiencia recogida de comportamiento de las obras que supervisa, especifica para el sellado de las juntas un compuesto prefabricado formado por una mezcla homogénea de asfalto, caucho sintético, filler inerte y solventes adecuados. La consistencia de este producto debe ser tal que a una temperatura de 21°C pueda ser fácilmente aplicado por extrusión con una bomba de calafateo.

La junta debe ser de espesor uniforme y rellenarse completamente con el material de sellado, el que debe quedar sobreelevado con respecto al hormigón para compensar contracciones

posteriores.

IV.3.2.2.3.2.- Revestimiento de Piedras.

Se emplean revestimientos de piedra o mampostería en las zonas en que se dispone de este material; por ejemplo, de granito o de basalto. Como las piedras se colocan a mano, la construcción es relativamente lenta y entre sus costos figura en primer lugar el de la mano de obra, no obstante lo cual, en determinados casos es de mayor duración que el revestimiento de hormigón.

Las pérdidas por infiltración se reducen cuando las juntas son tomadas con mortero de cemento portland. La mampostería en seco da resultado cuando la lucha contra la erosión es el móvil principal del revestimiento, como ocurre cuando se trata de declives muy pronunciados.

El costo de la mano de obra es el rubro más importante de este tipo de revestimiento, lo que debe ser evaluado en el momento de decidir su utilización, no obstante que, en general, al ser usado en zonas con abundancia de piedras aptas, el costo del material es sumamente reducido.

Este tipo de revestimientos suele construirse con piedras seleccionadas o sacarse de la cantera escuadrado en grandes losas hasta de 30 cm. de grosor, que luego se cortan con cuñas para reducirlas al espesor conveniente, que depende del uso a que la piedra se destine, pero que nunca es inferior a unos 2 cm.

El principal problema de aprovechamiento de este material para el recubrimiento de canales es que las elevadas temperaturas y el coeficiente de dilatación son causa de que se produzcan grietas en las juntas, si éstas no están correctamente ejecutadas.

Normalmente es recomendable, para que tenga un grado razonable de estabilidad y estanqueidad, la colocación de una capa de arena por debajo y juntas bien construidas.

El coeficiente de rugosidad n que se aplica en la fórmula de Manning resulta entre 0,018 a 0,0225.

En cuanto a su durabilidad puede asimilársela a la de un revestimiento de hormigón si las piedras utilizadas tienen una buena tenacidad.

Puede ser ventajosa la colocación de una membrana de asfalto, caucho sintético o polivinilo de 0,2 mm de espesor debajo del revestimiento de piedra, que desempeñaría entonces una función meramente protectora, en tanto que el problema de las fugas a través de las juntas quedaría resuelto por la membrana impermeables.

IV.3.2.2.3.3.- Tuberías Enterradas.

Aunque las tuberías no suelen clasificarse entre los revestimientos, cabe considerarlas como un medio de conducir y distribuir el agua de riego que, en ciertos casos, puede ser preferible a los canales revestidos.

La utilización de tuberías enterradas está aumentando rápidamente en los países donde la agricultura de regadío está muy desarrollada. Estas tuberías se hacen de hormigón, acero, aluminio, fibrocemento, fibra de vidrio, material plástico y resinas de poliéster. Los tipos más generalizados son las tuberías de hormigón armado y sin armar, P.V.C., Polietileno y P.R.F.V..

La mecanización del premoldeado de hormigón ha fomentado, en ciertos países, la instalación de sistemas de regadío construidos por conductos de este tipo.

Pueden adquirirse conducciones premoldeadas o moldearse sobre el terreno. Por lo general, las tuberías premoldeadas se hacen de corta longitud, en una fábrica central, se transportan al lugar en que han de instalarse y allí se tienden en zanjas, se calafatean los empalmes y luego se rellenan. Las tuberías de hormigón construidas "*in situ*" no tienen armadura y se construyen en su posición definitiva dentro de la zanja.

Como casi todos los fabricantes han ideado un sistema propio, no es posible recoger todos los detalles de diseño y de construcción. Además, como van apareciendo nuevos tipos y nuevas técnicas de fabricación y construcción, todo estudio económico de sistemas de este tipo ha de basarse en información muy reciente obtenida de las correspondientes empresas fabriles.

Las redes de tuberías de conducción de agua a presión son muy apropiadas para el riego por aspersión y goteo. Las tuberías de agua a baja presión sirven para el riego superficial. Las principales ventajas de las tuberías enterradas son:

- a) Poca pérdida de terreno, ya que casi toda la red se tiende bajo tierra, en tanto que los ca-

nales abiertos suelen restar al cultivo del 3 al 5 % de la superficie de aquel.

- b) Explotación y mantenimiento con ahorro de mano de obra.
- c) Adaptabilidad a la topografía.
- d) Regulación estricta de la distribución de agua, ya que el caudal puede medirse con mayor precisión.
- e) Son mínimas la evaporación y la infiltración.
- f) Se reduce o elimina la contaminación por semillas de malas hierbas.
- g) El terreno no queda cortado por zanjas ni otros obstáculos.

Un inconveniente de las redes de tuberías enterradas es que resulta difícil la localización y corrección de las fugas, hecho que en este proyecto se trata de solucionar al dejar la conducción al descubierto y solo enterrarla en zonas de cruces con torrentes o zonas de potenciales deslizamientos.

En general, y debido a la escasa capacidad de captación y conducción que presenta este sistema, el agua puede presentar un alto costo, obligando a utilizarla de un modo más eficaz. Por otro lado, el agua ahorrada puede servir para una producción adicional de variados cultivos de la zona.

IV.3.2.2.4.- Selección del Tipo de Conducción.

En función de que esta obra será realizada prácticamente en su totalidad por la Dirección de Irrigación, y de que este Organismo está dedicado a renovar una fábrica de tubería de hormigón premoldeado, de acuerdo a instrucciones recibidas se realiza el diseño del Canal El Saltón, en tubería de hormigón simple y en canal a cielo abierto de hormigón en zonas de difícil colocación de los caños.

La mecanización del premoldeado de hormigón ha fomentado, en diversos países, la instalación de sistemas de regadío construidos por conductos de este tipo.

La planta fabril de la Dirección de Irrigación se encuentra ubicada en la localidad de Colombres, departamento Cruz Alta, a unos 20 km de San Miguel de Tucumán, teniendo su acceso sobre la ruta que conduce a la localidad y a 2 km de la ruta provincial N° 302.

Las tuberías premoldeadas de hormigón que están previstas fabricar serán con y sin armaduras, y con los siguientes diámetros y longitudes:

| DIÁMETRO INTERIOR (mm) | LONGITUD (mm) |
|---|--------------------------------|
| 400 | 1.000 |
| 600 | 1.200 |
| 800 | 1.200 |
| 1.000 | 1.200 |
| 1.200 | 1.200 |

Para la conducción de derivación se elaborarán los tubos en fábrica central, transportándose al lugar en que han de instalarse y allí se tenderán en zanjas, se calafatearán los empalmes y luego se rellenarán.

Al igual que el resto de los fabricantes, es posible que se diseñe un sistema propio, por lo que no es posible recoger todos los detalles de diseño y de construcción. Además, como van apareciendo nuevos tipos y nuevas técnicas de fabricación y construcción, todo estudio económico de sistemas de este tipo ha de basarse en información al momento de ejecutarse las obras.

Las principales ventajas que presentan estas tuberías, enterradas o a cielo abierto, se pueden resumir en:

- a) Poca pérdida de terreno.
- b) Explotación y mantenimiento con ahorro de mano de obra.
- c) Adaptabilidad a la topografía.
- d) Regulación de la distribución de agua, ya que el caudal puede medirse con mayor precisión.

- e) Minimización de las pérdidas por evaporación e infiltración.
- f) Reducción o eliminación de la contaminación por semillas de hierbas invasoras.

Un inconveniente de las redes de tuberías enterradas es que resulta difícil la localización y corrección de las fugas, hecho que en este proyecto se trata de solucionar al dejar la conducción al descubierto y solo enterrarla en zonas de cruces con torrentes o zonas de potenciales deslizamientos.

Por último es conveniente remarcar que, a pesar de la escasez del recurso hídrico, con este sistema se pretende optimizar la captación y conducción, con una previsión de triplicar el abastecimiento actual, lo que sumado a que se alcance una utilización mas eficiente, cooperará a ofrecer riego para una producción adicional de variados cultivos en la zona.

IV.3.2.3.- Diseño Hidráulico de la Conducción

Para el diseño hidráulico de la conducción, se calcularon la secciones para los caudales máximos, y se verificaron para caudales mínimos de escurrimiento. En base a ello se trató de optimizar las secciones, tratando de compatibilizar el diseño con el canal sin revestir actual, como así también de lograr que la superficie del agua sea lo menor posible para evitar acrecentar las pérdidas por evaporación.

El diseño de la conducción se realizó en tubería de hormigón prefabricado con sección circular, en determinados tramos, y en canal a cielo abierto de sección rectangular, revestido en hormigón, en las zonas restantes.

El empalme entre tubería y canal a cielo abierto, se ha previsto mediante cámaras de planta rectangular, con quiebres o no, de hormigón armado. (Plano N° IV.21.-). Algunas de estas cámaras están diseñadas con una derivación lateral, para riego o limpieza, y estarán ubicadas según lo decida la Dirección.

En el vértice V 8, donde se produce un salto topográfico, se ha diseñado una cámara similar a las anteriores pero de mayores dimensiones (Plano N° IV.22.-).

En el cruce del canal a cielo abierto con el A° El Duraznal, no fue posible la instalación de

una obra de arte en condiciones razonables, por lo que, teniendo en cuenta los bajos caudales y la falta de condiciones topográficas adecuadas, los caudales de este cauce ingresarán a la conducción y se deberá prever un vertedero lateral en la cámara del vértice V 337 para evitar desbordes hacia aguas abajo.

La zona de pedemonte, donde la conducción tiene una baja pendiente, se deja en canal sin revestir, de acuerdo a instrucciones recibidas, pero se considera conveniente, de ser posible, prever una zona de camino de servicio a los efectos de facilitar el mantenimiento. Asimismo, se estima de suma utilidad, a lo largo de la traza, la ubicación de cortinas de protección forestal, en tramos hacia ambas márgenes y en otros de un solo lado, destinadas a facilitar las tareas de mantenimiento con una preservación del medio ambiente, logrando una mayor absorción del agua del suelo adyacente así como obteniendo una mejor protección contra la erosión eólica.

Los caudales de diseño para el tramo a remodelar se adoptan en base a las posibilidades de derivación que presenta la obra de toma y el desarenador.

Los parámetros de cálculo adoptados fueron los siguientes:

Q : caudal de diseño

i : pendiente de solera

b: ancho de solera

n: número de Manning (0,013-0,014)

Los resultados obtenidos fueron:

h: tirante calculado en régimen uniforme

v: velocidad calculada en régimen uniforme

adoptándose finalmente:

d: altura del canal o diámetro de tubería

El dimensionado hidráulico de la sección, considerando que se cumple régimen uniforme, se hizo con el software FlowMaster. En este caso se aplicó la Fórmula de Manning. Esta expresión deriva de Chezy, que calcula la velocidad en base a un coeficiente C, el radio hidráulico y la pendiente del canal. La expresión de Manning relaciona el coeficiente C con la rugosidad y el radio hidráulico.

Según Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

n: Coeficiente de Manning

R: Radio Hidráulico

S: Pendiente de la conducción (V:H)

V: Velocidad

Los tramos considerados para la verificación hidráulica fueron los siguientes:

| TRAMO | UBICACIÓN |
|-------|----------------------------------|
| I | Tubería desde Captación hasta P8 |
| II | Tubería desde P8 hasta P31 |
| III | Tubería desde P31 hasta P46 |
| IV | Canal desde P46 hasta P50 |
| V | Tubería desde P50 hasta P80 |
| VI | Canal desde P80 hasta P85 |
| VII | Tubería desde P85 hasta P130 |
| VIII | Canal desde P130 hasta P139 |
| IX | Tubería desde P139 hasta P146 |
| X | Canal desde P146 hasta P162 |

| TRAMO | UBICACIÓN |
|-------|-------------------------------|
| XI | Tubería desde P162 hasta P167 |
| XII | Tubería desde P167 hasta P200 |
| XIII | Canal desde P200 hasta P222 |
| XIV | Tubería desde P222 hasta P243 |
| XV | Canal desde P243 hasta P268 |
| XVI | Tubería desde P268 hasta P290 |
| XVII | Canal desde P290 hasta P303 |
| XVIII | Tubería desde P303 hasta P322 |
| XIX | Canal desde P322 hasta P337 |
| XX | Tubería desde P337 hasta CS |

Los parámetros para cada tramo se especifican en Cuadro N° IV.3.2.3.1.- y la verificación hidráulica en Cuadro N° IV.3.2.3.2.-.

Como se podrá notar, los caudales mínimos de funcionamiento de la conducción no deberían ser inferiores a 0,200 m³/s puesto que las velocidades que se obtendrían en algunos tramos sería inferior a las recomendables para evitar la sedimentación, con el consiguiente problema de obturación de las tuberías.

PROYECTO: CONDUCCIÓN EL SALTÓN

PARÁMETROS CONSIDERADOS EN LA VERIFICACIÓN HIDRÁULICA

| TRAMO | TIPO DE OBRA | PENDIENTE PRO- YECTO TRAMO | DIÁMETRO/ AN- CHO SOLERA | |
|------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| | | (m/m) | (m) | |
| TRAMO I | Tubería | 0,003 | 1,20 | |
| TRAMO II | Tubería | 0,0056 | 1,20 | |
| TRAMO III | Tubería | 0,001 | 1,20 | |
| TRAMO IV | Canal | 0,001 | 1,00 | |
| TRAMO V | Tubería | 0,001 | 1,20 | |
| TRAMO VI | Canal | 0,001 | 1,00 | |
| TRAMO VII | Tubería | 0,001 | 1,20 | |
| TRAMO VIII | Canal | 0,001 | 1,00 | |
| TRAMO IX | Tubería | 0,001 | 1,20 | |
| TRAMO X | Canal | 0,001 | 1,00 | |
| TRAMO XI | Tubería | 0,001 | 1,20 | |

| TRAMO | TIPO DE OBRA | PENDIENTE PRO- YECTO TRAMO | DIÁMETRO/ AN- CHO SOLERA | |
|-------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| | | (m/m) | (m) | |
| TRAMO XII | Tubería | 0,0054 | 1,20 | |
| TRAMO XIII | Canal | 0,0018 | 1,00 | |
| TRAMO XIV | Tubería | 0,0018 | 1,20 | |
| TRAMO XV | Canal | 0,0018 | 1,00 | |
| TRAMO XVI | Tubería | 0,0018 | 1,20 | |
| TRAMO XVII | Canal | 0,0014 | 1,00 | |
| TRAMO XVIII | Tubería | 0,0014 | 1,20 | |
| TRAMO XIX | Canal | 0,0014 | 1,00 | |
| TRAMO XX | Tubería | 0,0014 | 1,20 | |

PROYECTO: CONDUCCIÓN EL SALTÓN

VERIFICACIÓN HIDRÁULICA

| TRAMO | CONDUCCIÓN | COEFIC. MANNING h | PENDIENTE i (m/m) | DIÁMETRO/ ANCHO SOLERA (m) | CAUDAL PROYECTO (m³/s) | TIRANTE (m) | ÁREA (m²) | PERÍMET MOJAD (m) |
|-----------|------------|-------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------|--------------|-------------------------|
| Tramo I | Tubería H° | 0,013 | 0,0030 | 1,20 | 1,20 | 0,64 | 0,60 | 1,97 |
| Tramo I | Tubería H° | 0,013 | 0,0030 | 1,20 | 0,20 | 0,25 | 0,20 | 1,13 |
| Tramo II | Tubería H° | 0,013 | 0,0056 | 1,20 | 1,20 | 0,54 | 0,50 | 1,76 |
| Tramo II | Tubería H° | 0,013 | 0,0056 | 1,20 | 0,20 | 0,21 | 0,10 | 1,04 |
| Tramo III | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 1,20 | 0,96 | 1,00 | 2,65 |
| Tramo III | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 0,20 | 0,33 | 0,20 | 1,32 |
| Tramo IV | Canal H° | 0,014 | 0,0010 | 1,00 | 1,20 | 1,09 | 1,1 | 3,17 |
| Tramo IV | Canal H° | 0,014 | 0,001 | 1,00 | 0,20 | 0,28 | 0,3 | 1,56 |
| Tramo V | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 1,20 | 0,96 | 1,00 | 2,65 |
| Tramo V | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 0,20 | 0,33 | 0,20 | 1,32 |
| Tramo VI | Canal H° | 0,014 | 0,0010 | 1,00 | 1,20 | 1,09 | 1,1 | 3,17 |
| Tramo VI | Canal H° | 0,014 | 0,001 | 1,00 | 0,20 | 0,28 | 0,3 | 1,56 |
| Tramo VII | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 1,20 | 0,96 | 1,00 | 2,65 |

| TRAMO | CONDUCCIÓN | COEFIC. MANNING h | PENDIENTE i (m/m) | DIÁMETRO/ ANCHO SOLERA (m) | CAUDAL PROYECTO (m³/s) | TIRANTE (m) | ÁREA (m²) | PERÍMET MOJAD (m) |
|------------|------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------------|
| Tramo VII | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 0,20 | 0,33 | 0,20 | 1,32 |
| Tramo VIII | Canal H° | 0,014 | 0,0010 | 1,00 | 1,20 | 1,09 | 1,1 | 3,17 |
| Tramo VIII | Canal H° | 0,014 | 0,001 | 1,00 | 0,20 | 0,28 | 0,3 | 1,56 |
| Tramo IX | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 1,20 | 0,96 | 1,00 | 2,65 |
| Tramo IX | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 0,20 | 0,33 | 0,20 | 1,32 |
| Tramo X | Canal H° | 0,014 | 0,0010 | 1,00 | 1,20 | 1,09 | 1,1 | 3,17 |
| Tramo X | Canal H° | 0,014 | 0,001 | 1,00 | 0,20 | 0,28 | 0,3 | 1,56 |
| Tramo XI | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 1,20 | 0,96 | 1,00 | 2,65 |
| Tramo XI | Tubería H° | 0,013 | 0,0010 | 1,20 | 0,20 | 0,33 | 0,20 | 1,32 |
| Tramo XII | Tubería H° | 0,013 | 0,0054 | 1,20 | 1,20 | 0,54 | 0,50 | 1,77 |
| Tramo XII | Tubería H° | 0,013 | 0,0054 | 1,20 | 0,20 | 0,21 | 0,10 | 1,05 |
| Tramo XIII | Canal H° | 0,014 | 0,0018 | 1,00 | 1,20 | 0,85 | 0,9 | 2,71 |
| Tramo XIII | Canal H° | 0,014 | 0,0018 | 1,00 | 0,20 | 0,23 | 0,2 | 1,45 |
| Tramo XIV | Tubería H° | 0,013 | 0,0018 | 1,20 | 1,20 | 0,76 | 0,80 | 2,20 |
| Tramo XIV | Tubería H° | 0,013 | 0,0018 | 1,20 | 0,20 | 0,28 | 0,20 | 1,21 |
| Tramo XV | Canal H° | 0,014 | 0,0018 | 1,00 | 1,20 | 0,85 | 0,9 | 2,71 |
| Tramo XV | Canal H° | 0,014 | 0,0018 | 1,00 | 0,20 | 0,23 | 0,2 | 1,45 |

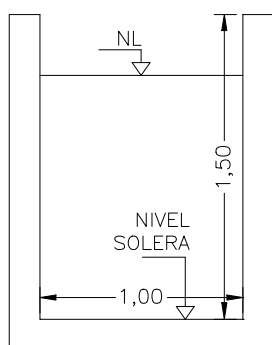
| TRAMO | CONDUCCIÓN | COEFIC. MANNING h | PENDIENTE i (m/m) | DIÁMETRO/ ANCHO SOLERA (m) | CAUDAL PROYECTO (m³/s) | TIRANTE (m) | ÁREA (m²) | PERÍMET MOJAD (m) |
|-------------|------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------------|
| Tramo XVI | Tubería H° | 0,013 | 0,0018 | 1,20 | 1,20 | 0,76 | 0,80 | 2,20 |
| Tramo XVI | Tubería H° | 0,013 | 0,0018 | 1,20 | 0,20 | 0,28 | 0,20 | 1,21 |
| Tramo XVII | Canal H° | 0,014 | 0,0014 | 1,00 | 1,20 | 0,95 | 0,9 | 2,89 |
| Tramo XVII | Canal H° | 0,014 | 0,0014 | 1,00 | 0,20 | 0,25 | 0,2 | 1,50 |
| Tramo XVIII | Tubería H° | 0,013 | 0,0014 | 1,20 | 1,20 | 0,83 | 0,80 | 2,35 |
| Tramo XVIII | Tubería H° | 0,013 | 0,0014 | 1,20 | 0,20 | 0,30 | 0,20 | 1,26 |
| Tramo XIX | Canal H° | 0,014 | 0,0014 | 1,00 | 1,20 | 0,95 | 0,9 | 2,89 |
| Tramo XIX | Canal H° | 0,014 | 0,0014 | 1,00 | 0,20 | 0,25 | 0,2 | 1,50 |
| Tramo XX | Tubería H° | 0,013 | 0,0014 | 1,20 | 1,20 | 0,83 | 0,80 | 2,35 |
| Tramo XX | Tubería H° | 0,013 | 0,0014 | 1,20 | 0,20 | 0,30 | 0,20 | 1,26 |
| | | | | | | | | |

En los tramos de canal a cielo abierto, y desde el punto de vista de la seguridad, se optó por seguir los criterios para los valores de alturas de sobreelevamiento y bordo libre recomendados por el Bureau of Reclamation de EE.UU. (U.S.B.R.) para los diferentes caudales considerados. Para caudales máximos se adoptó:

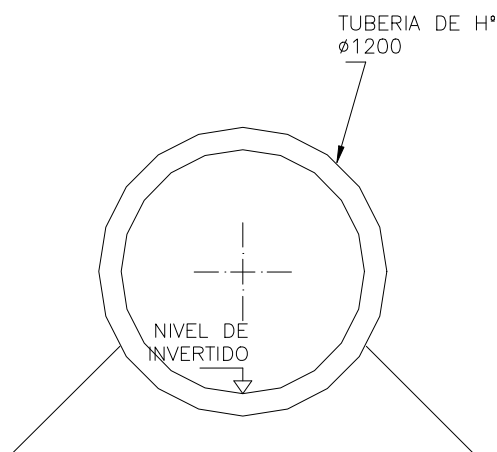
| CAUDAL (m ³ /s) | BORDO LIBRE MÍNIMO RECOMENDADO (m) | BORDO LIBRE MÍNIMO ADOPTADO (m) |
|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1,2 | 0,17 | 0,41 |

El diseño definitivo y el resumen de los parámetros se presentan a continuación:

ESQUEMA DE SECCIONES TIPO DE LA CONDUCCION



CONDUCCION EN CANAL
A CIELO ABIERTO

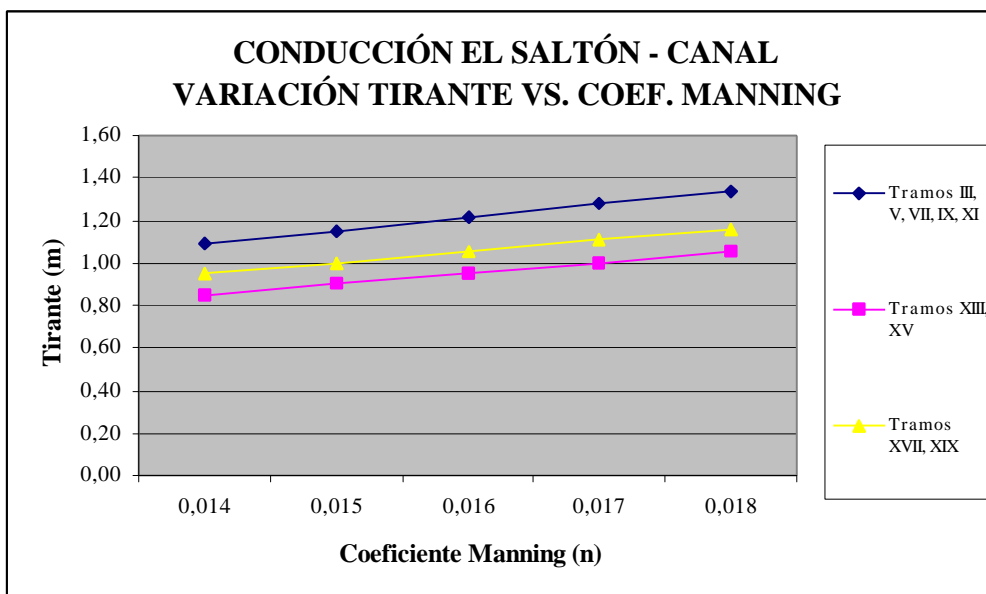
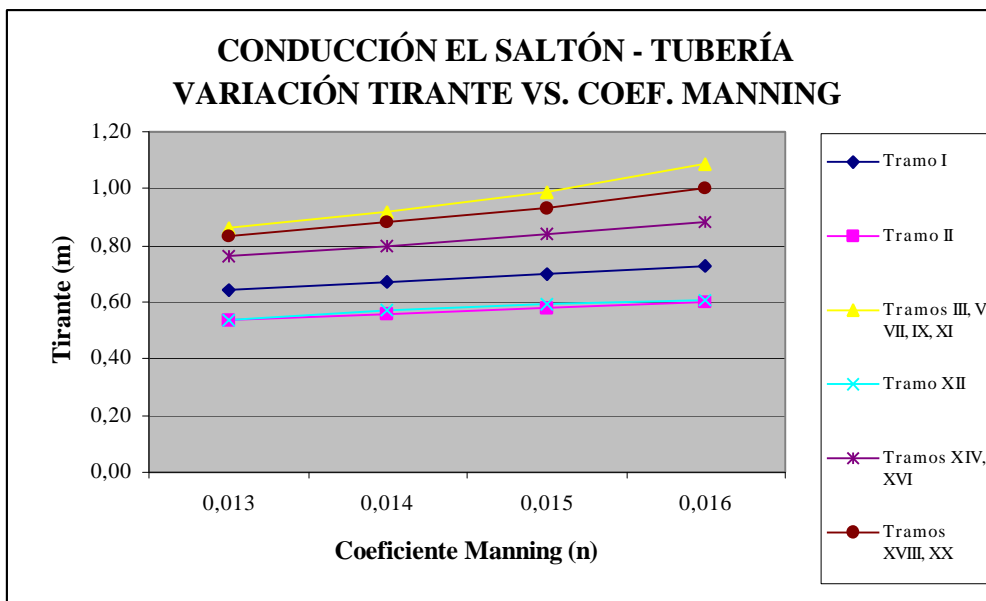


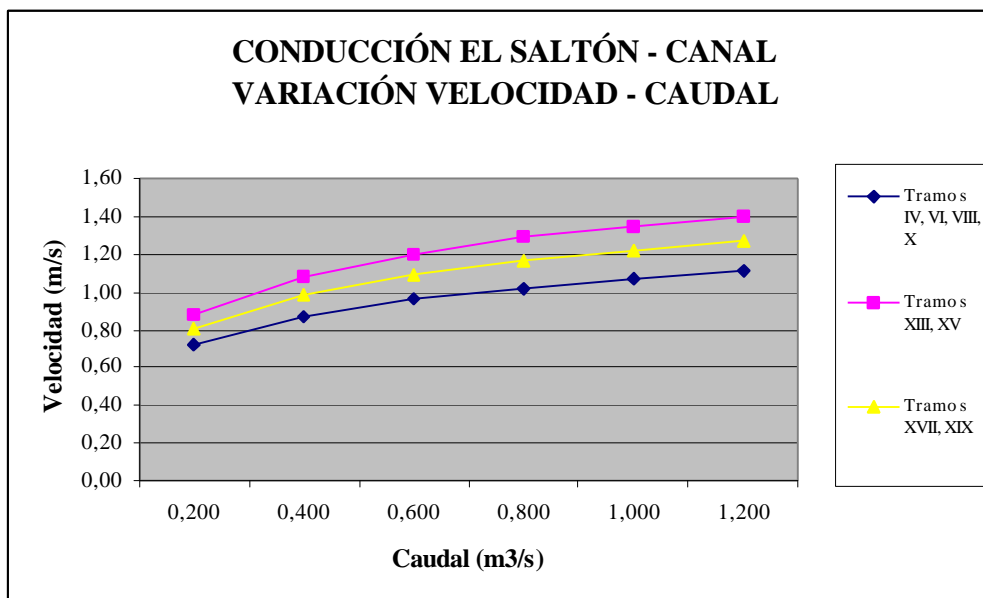
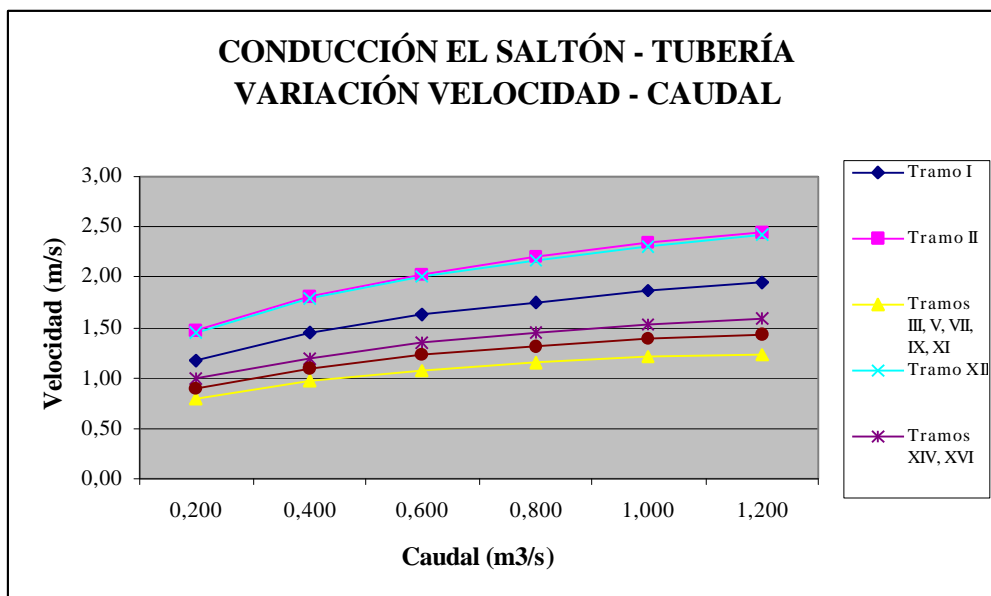
CONDUCCION POR TUBERIA

Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán

| TRAMOS | CONDUCCIÓN | i PENDIENTE (m/m) | B DIÁMETRO/ ANCHO SOLERA (m) | Q CAUDAL MÁXIMO (m ³ /s) | H TIRANTE (m) | d ALTURA CAJERO (m) | v VELOCIDAD (m/s) |
|------------------------|------------|-------------------------|--|--|---------------------|------------------------------|-------------------------|
| I | Tubería H° | 0,0030 | 1,20 | 1,20 | 0,64 | - | 1,94 |
| II | Tubería H° | 0,0056 | 1,20 | 1,20 | 0,54 | - | 2,45 |
| III, V, VII, IX, XI | Tubería H° | 0,0010 | 1,20 | 1,20 | 0,96 | - | 1,24 |
| IV, VI, VIII, X | Canal H° | 0,0010 | 1,00 | 1,20 | 1,09 | 1,50 | 1,11 |
| XII | Tubería H° | 0,0054 | 1,20 | 1,20 | 0,54 | - | 2,42 |
| XIII, XV | Canal H° | 0,0018 | 1,00 | 1,20 | 0,85 | 1,50 | 1,40 |
| XIV, XVI | Tubería H° | 0,0018 | 1,20 | 1,20 | 0,76 | - | 1,59 |
| XVII, XIX | Canal H° | 0,0014 | 1,00 | 1,20 | 0,95 | 1,50 | 1,27 |
| XVIII, XX | Tubería H° | 0,0014 | 1,20 | 1,20 | 0,83 | - | 1,44 |

Asimismo, y al margen del modelo de simulación que se puede observar en el apartado IV.3.2.4.-, se verificaron hidráulicamente todos los tramos, tanto en tubería como en canal, variando la rugosidad en función del tirante, y la velocidad en función del caudal que escurre.





En primer lugar, para esta etapa de proyecto y en base a las verificaciones hidráulicas realizadas, se asumió la premisa de que el agua que conduce la tubería o canal no posee sedimentos, basándonos en que el agua de captación en general, luego del desarenador y la cámara de alimentación, prácticamente no los aporta. No obstante ello, se ha previsto que las velocidades consideradas, para un caudal mínimo $Q = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$, estén por encima de las velocidades mínimas para evitar la sedimentación de limos. Como medida de seguridad adicional se prevén en las cámaras diseñadas, que la conducción tenga descargas, tanto hacia desagües naturales para limpieza o derivación para riego. Estas cámaras con desagües, que deberán ser ubicadas por la Dirección de acuerdo a los criterios de riego que establezca, servirán también para situaciones de emergencia o eventuales limpiezas dentro del conducción.

En segundo lugar, se destaca como conclusión importante, la tarea primordial que cumple el mantenimiento en este tipo de obras. De este estudio se pudo determinar que para $n=0,015$, la tubería, en los tramos III–V–VII–IX–XI con pendiente $i = 0,001$, comienza a presentar limitaciones en su capacidad de conducción, estimándose un máximo caudal de $Q = 1,07 \text{ m}^3/\text{s}$, según puede advertirse en los gráficos adjuntos. Para prevenir esta situación, la Dirección puede adoptar los siguientes caminos para los tramos mencionados:

1. Aceptar una disminución de caudales en el futuro.
2. Asegurar un efectivo mantenimiento y una limpieza periódica de la conducción.
3. En el momento de construcción de la obra evaluar la alternativa de colocar, en estos tramos una tubería de diámetro $D = 1,40 \text{ m}$.

IV.3.2.4.- Modelo de Simulación

A fin de determinar el comportamiento hidráulico del Canal El Saltón en el tramo en estudio, se procedió al cálculo del perfil hidráulico del río mediante el modelo HEC-RAS, desarrollado por Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers, para los tramos de canal a cielo abierto y con el programa Stormcad para los tramos de canal entubado, desarrollado por Haestad Method.

Con los software antes mencionados se ha modelado el comportamiento del canal proyectado.

En el caso de canal entubado, los cálculos se realizaron para los siguientes parámetros principales:

| | |
|--------------------------|-------|
| Coefficiente de Manning: | 0,013 |
|--------------------------|-------|

En el caso de canal a cielo abierto, se trazaron perfiles transversales a la dirección del escurrimiento. Para mejorar la precisión en el cálculo hidráulico se han extrapolado secciones entre las secciones relevadas.

Los cálculos se realizaron con los siguientes parámetros principales:

| | |
|--|-------|
| Coefficiente de Manning del Canal con Revestimiento de Hormigón: | 0,014 |
| Coefficiente de Contracción: | 0.1 |
| Coefficiente de Expansión: | 0.3 |

El proyecto alterna tramos de canal a cielo abierto y de canal entubado, adoptando para cada tramo analizado las condiciones de borde adecuadas.

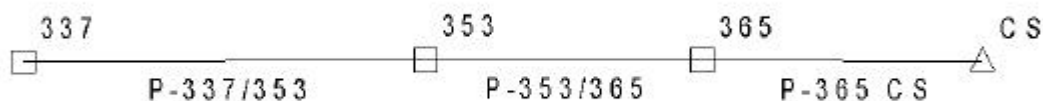
Los tramos analizados se describen en la siguiente tabla:

Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán

| TRAMO | TIPO DE OBRA | PENDIENTE PROYEC- TO TRAMO | Q _{máx} |
|-------------------|--------------|-------------------------------|---------------------|
| | | (m/m) | (m ³ /s) |
| TRAMO I, II y III | Tubería | variable | 1.20 |
| TRAMO IV | Canal | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO V | Tubería | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO VI | Canal | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO VII | Tubería | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO VIII | Canal | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO IX | Tubería | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO X | Canal | 0.001 | 1.20 |
| TRAMO XI y XII | Tubería | variable | 1.20 |
| TRAMO XIII | Canal | 0.0018 | 1.20 |
| TRAMO XIV | Tubería | 0.0018 | 1.20 |
| TRAMO XV | Canal | 0.0018 | 1.20 |
| TRAMO XVI | Tubería | 0.0018 | 1.20 |
| TRAMO XVII | Canal | 0.0014 | 1.20 |
| TRAMO XVIII | Tubería | 0.0014 | 1.20 |
| TRAMO XIX | Canal | 0.0014 | 1.20 |
| TRAMO XX | Tubería | 0.0014 | 1.20 |

TRAMO XX.

El esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo XX y gráfico Tramo XX:

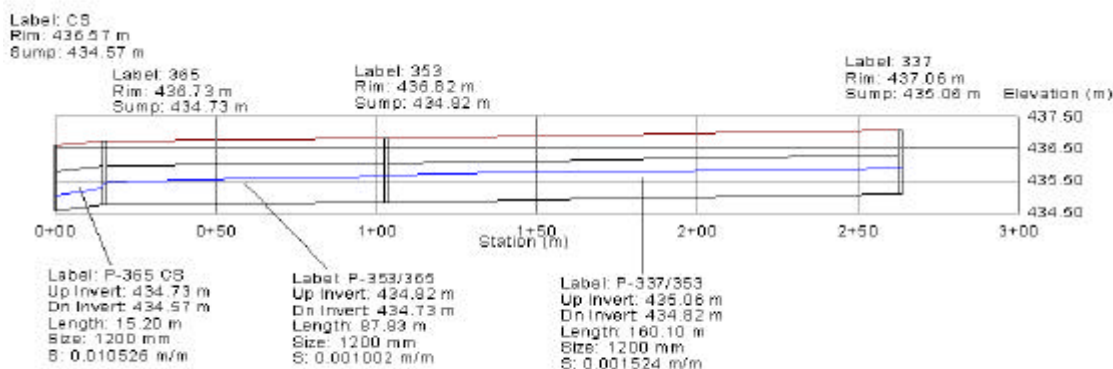
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-337/353 | Circular | 1200 mm | 160.10 | 0.001524 | 1.2000 | 1.40 | 435.06 | 434.82 | 435.88 | 435.68 |
| P-353/365 | Circular | 1200 mm | 87.83 | 0.001002 | 1.2000 | 1.58 | 434.82 | 434.73 | 435.63 | 435.44 |
| P-365 CS | Circular | 1200 mm | 15.20 | 0.010526 | 1.2000 | 2.48 | 434.73 | 434.57 | 435.32 | 435.05 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 337 | 435.93 | 435.88 | 0.05 | 1.2000 |
| 353 | 435.68 | 435.63 | 0.05 | 1.2000 |
| 365 | 435.44 | 435.32 | 0.12 | 1.2000 |
| CS | 435.05 | 435.05 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo XX



TRAMO XIX

El cálculo se ha realizado a régimen mixto (es decir a régimen subcrítico y posteriormente a régimen supercrítico), de manera de determinar la posible existencia de resaltos hidráulicos. Como condiciones de borde del problema para las secciones aguas arriba y aguas abajo, necesarias para el cálculo a régimen supercrítico y subcrítico respectivamente, se ha tomado el nivel de agua alcanzado en dichas secciones (aguas arriba y aguas abajo), para el caudal considerado, calculando estos niveles a régimen uniforme. Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,001 |
| Cota de agua en la descarga | 435.93 |

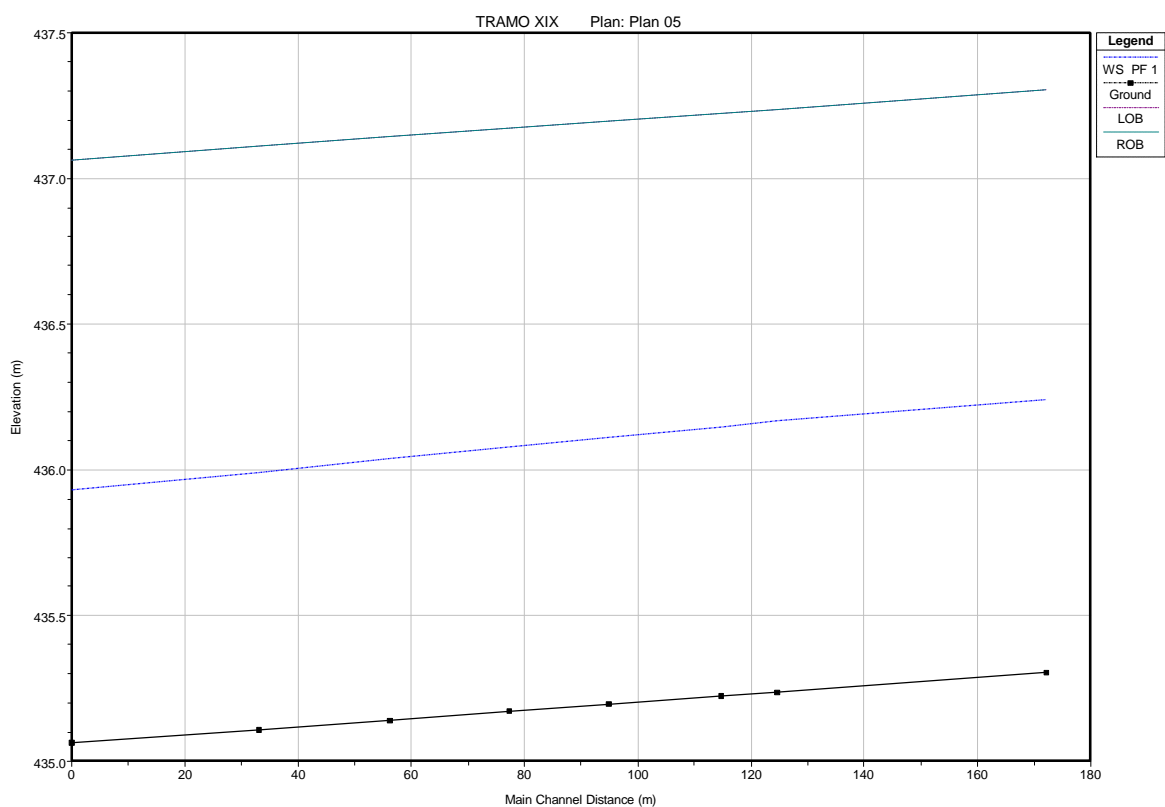
El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:



Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán

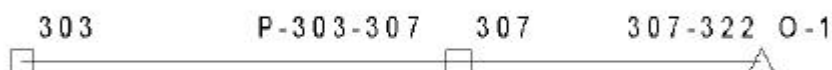
Los resultados de los cálculos se pueden observar en las planillas y gráficos siguientes.

| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica. | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|---------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 322 | 1.20 | 435.30 | 436.24 | 435.83 | 436.32 | 0.001460 | 1.29 | 0.93 | 1.00 | 0.43 |
| 324 | 1.20 | 435.24 | 436.17 | | 436.25 | 0.001472 | 1.29 | 0.93 | 1.00 | 0.43 |
| 326 | 1.20 | 435.22 | 436.15 | | 436.23 | 0.001508 | 1.31 | 0.92 | 1.00 | 0.44 |
| 328 | 1.20 | 435.20 | 436.11 | | 436.20 | 0.001533 | 1.32 | 0.91 | 1.00 | 0.44 |
| 331 | 1.20 | 435.17 | 436.08 | | 436.17 | 0.001568 | 1.33 | 0.90 | 1.00 | 0.45 |
| 333 | 1.20 | 435.14 | 436.04 | | 436.13 | 0.001621 | 1.35 | 0.89 | 1.00 | 0.45 |
| 335 | 1.20 | 435.11 | 435.99 | | 436.09 | 0.001693 | 1.37 | 0.88 | 1.00 | 0.47 |
| 337 | 1.20 | 435.06 | 435.93 | 435.59 | 436.03 | 0.001760 | 1.39 | 0.86 | 1.00 | 0.48 |



TRAMO XVIII.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 436.24 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo XVIII y gráfico Tramo XVIII:

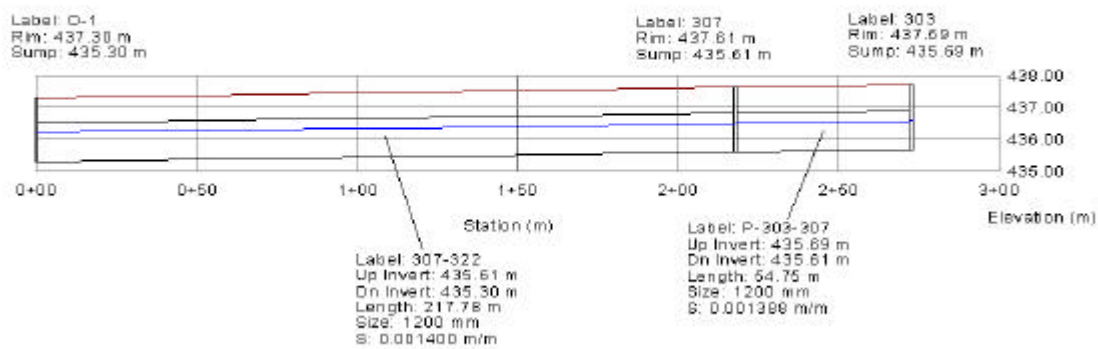
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 307-322 | Circular | 1200 mm | 217.78 | 0.001400 | 1.2000 | 1.31 | 435.61 | 435.30 | 436.47 | 436.24 |
| P-303-307 | Circular | 1200 mm | 54.75 | 0.001388 | 1.2000 | 1.31 | 435.69 | 435.61 | 436.57 | 436.51 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 303 | 436.62 | 436.57 | 0.04 | 1.2000 |
| 307 | 436.51 | 436.47 | 0.05 | 1.2000 |
| 322=O-1 | 436.24 | 436.24 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo XVIII

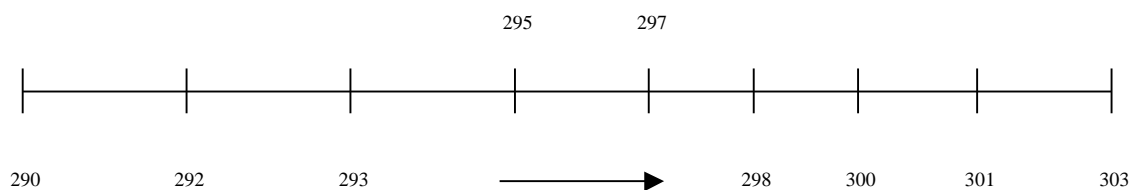


TRAMO XVII

Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,001 |
| Cota de agua en la descarga | 436.62 |

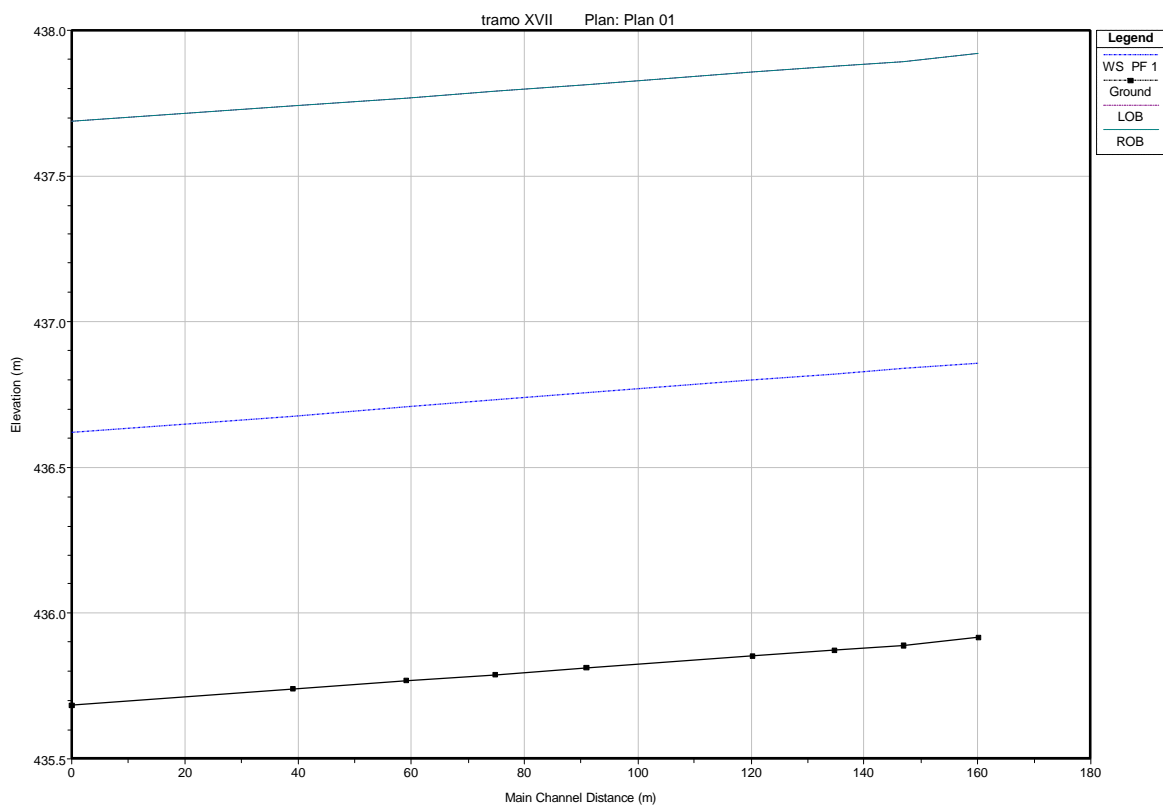
El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:



Dique Derivador y Canal El Saltón

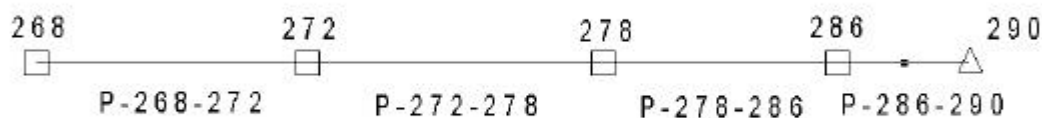
Río Saltón – Provincia de Tucumán

| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 290 | 1.20 | 435.92 | 436.86 | 436.45 | 436.94 | 0.001444 | 1.28 | 0.93 | 1.00 | 0.42 |
| 292 | 1.20 | 435.89 | 436.84 | | 436.92 | 0.001410 | 1.27 | 0.94 | 1.00 | 0.42 |
| 293 | 1.20 | 435.87 | 436.82 | | 436.90 | 0.001416 | 1.27 | 0.94 | 1.00 | 0.42 |
| 295 | 1.20 | 435.85 | 436.80 | | 436.88 | 0.001419 | 1.28 | 0.94 | 1.00 | 0.42 |
| 297 | 1.20 | 435.81 | 436.76 | | 436.84 | 0.001423 | 1.28 | 0.94 | 1.00 | 0.42 |
| 298 | 1.20 | 435.79 | 436.73 | | 436.82 | 0.001432 | 1.28 | 0.94 | 1.00 | 0.42 |
| 300 | 1.20 | 435.77 | 436.71 | | 436.79 | 0.001445 | 1.29 | 0.93 | 1.00 | 0.42 |
| 301 | 1.20 | 435.74 | 436.68 | | 436.76 | 0.001451 | 1.29 | 0.93 | 1.00 | 0.43 |
| 303 | 1.20 | 435.69 | 436.62 | 436.21 | 436.70 | 0.001460 | 1.29 | 0.93 | 1.00 | 0.43 |



TRAMO XVI.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 436.86 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo XVI y gráfico Tramo XVI:

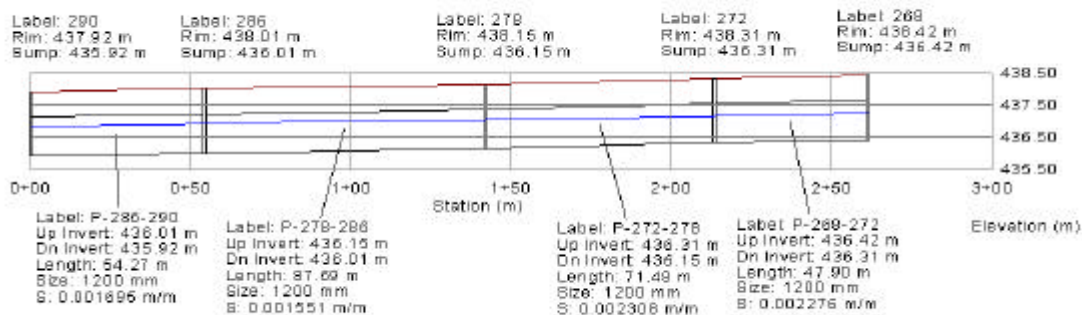
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-268-272 | Circular | 1200 mm | 47.90 | 0.002276 | 1.2000 | 1.39 | 436.42 | 436.31 | 437.24 | 437.19 |
| P-272-278 | Circular | 1200 mm | 71.48 | 0.002308 | 1.2000 | 1.34 | 436.31 | 436.15 | 437.14 | 437.08 |
| P-278-286 | Circular | 1200 mm | 87.69 | 0.001551 | 1.2000 | 1.28 | 436.15 | 436.01 | 437.03 | 436.95 |
| P-286-290 | Circular | 1200 mm | 54.27 | 0.001695 | 1.2000 | 1.27 | 436.01 | 435.92 | 436.91 | 436.86 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 268 | 437.29 | 437.24 | 0.05 | 1.2000 |
| 272 | 437.19 | 437.14 | 0.05 | 1.2000 |
| 278 | 437.08 | 437.03 | 0.04 | 1.2000 |
| 286 | 436.95 | 436.91 | 0.04 | 1.2000 |
| 290 | 436.86 | 436.86 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo XVI

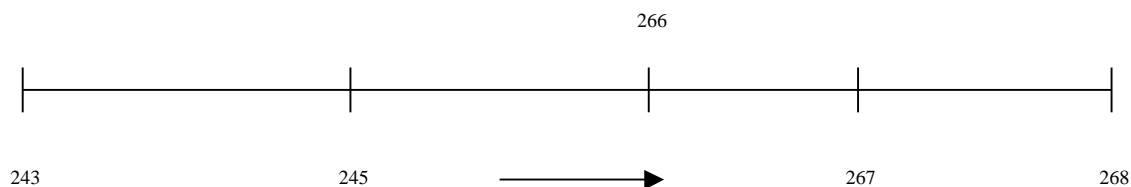


TRAMO XV

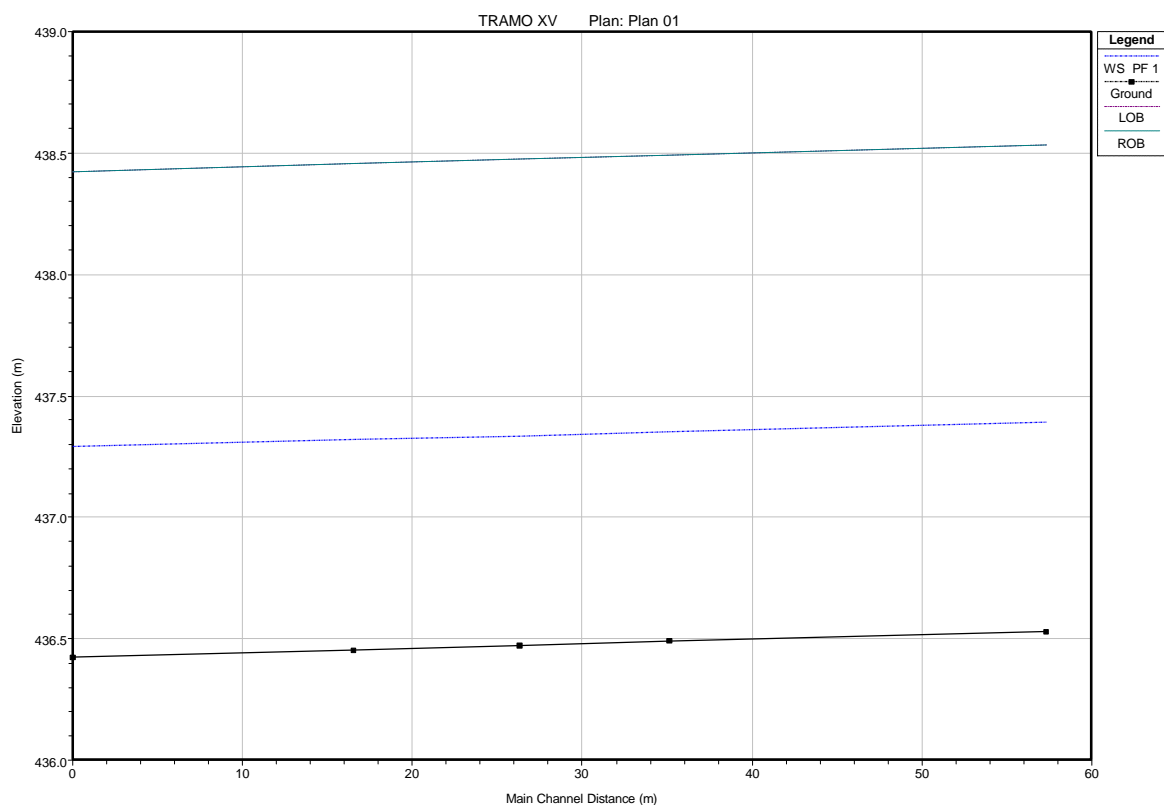
Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,002 |
| Cota de agua en la descarga | 437.29 |

El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:

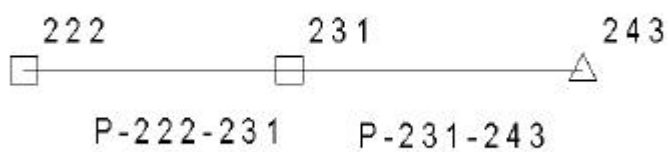


| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 243 | 1.20 | 436.53 | 437.39 | | 437.49 | 0.001798 | 1.40 | 0.85 | 1.00 | 0.48 |
| 245 | 1.20 | 436.49 | 437.35 | | 437.45 | 0.001778 | 1.40 | 0.86 | 1.00 | 0.48 |
| 266 | 1.20 | 436.47 | 437.34 | | 437.44 | 0.001783 | 1.40 | 0.86 | 1.00 | 0.48 |
| 267 | 1.20 | 436.46 | 437.32 | | 437.42 | 0.001779 | 1.40 | 0.86 | 1.00 | 0.48 |
| 268 | 1.20 | 436.42 | 437.29 | 436.95 | 437.39 | 0.001757 | 1.39 | 0.86 | 1.00 | 0.48 |



TRAMO XIV.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 437.39 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo XIV y gráfico Tramo XIV:

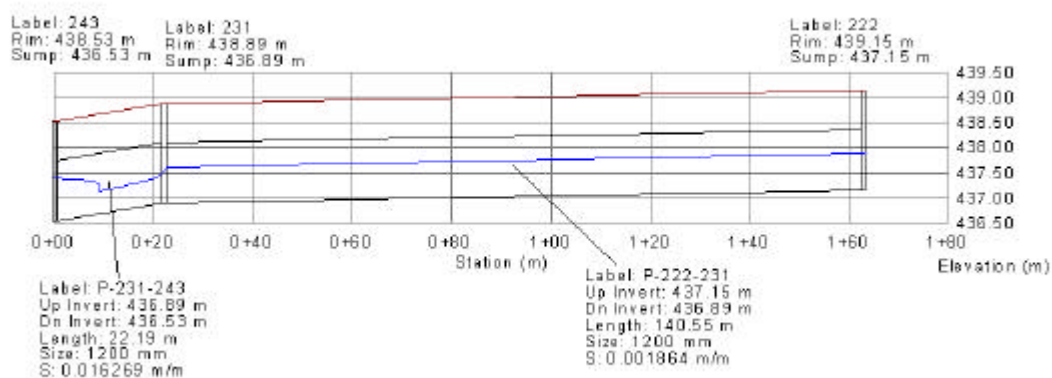
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-222-231 | Circular | 1200 mm | 140.55 | 0.001864 | 1.2000 | 1.67 | 437.15 | 436.89 | 437.89 | 437.60 |
| P-231-243 | Circular | 1200 mm | 22.19 | 0.016269 | 1.2000 | 1.75 | 436.89 | 436.53 | 437.49 | 437.39 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 222 | 437.89 | 437.89 | 0.00 | 1.2000 |
| 231 | 437.60 | 437.49 | 0.12 | 1.2000 |
| 243 | 437.39 | 437.39 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo XIV



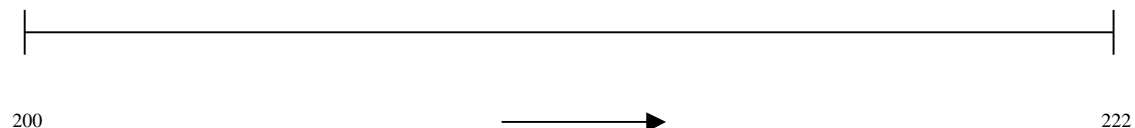
TRAMO XIII

Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,005 |
| Cota de agua en la descarga | 437.89 |

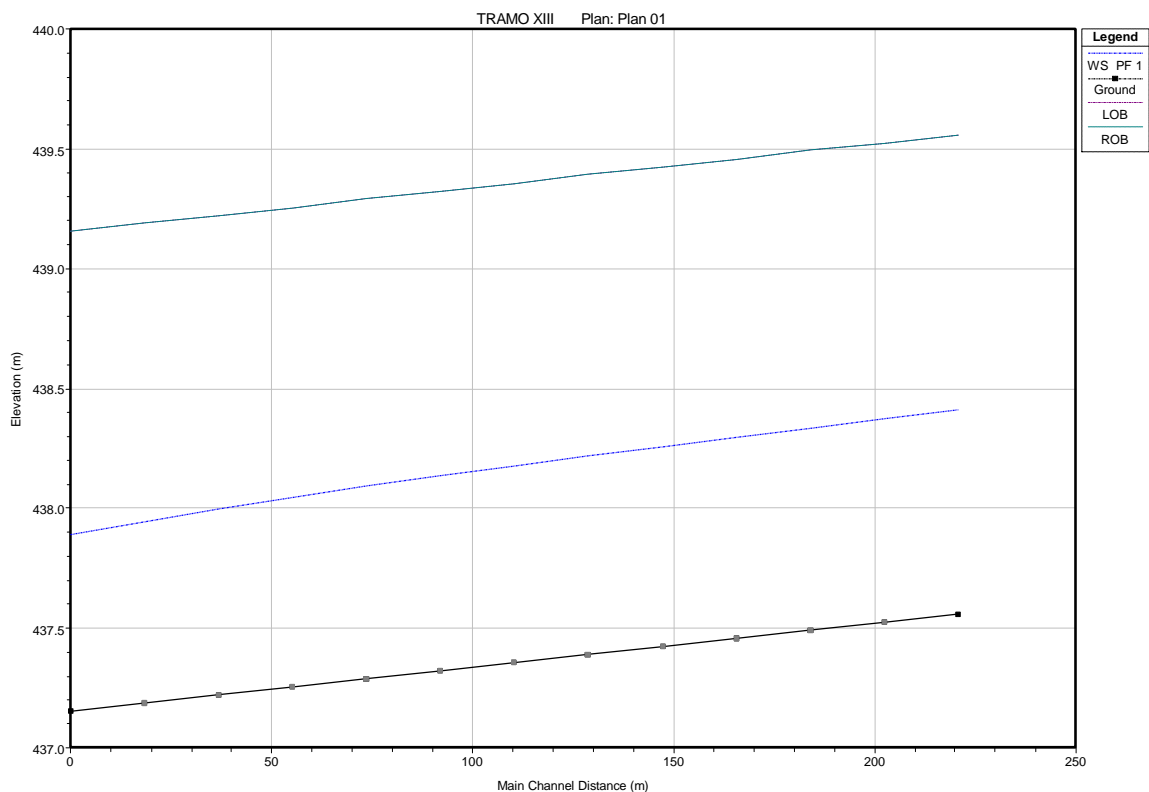
Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán

El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:



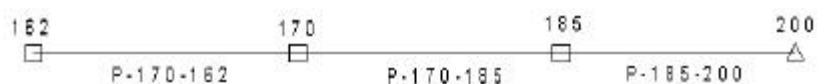
| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica. | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|---------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 200 | 1.20 | 437.56 | 438.41 | 438.09 | 438.51 | 0.001842 | 1.42 | 0.85 | 1.00 | 0.49 |
| | 1.20 | 437.52 | 438.37 | | 438.48 | 0.001858 | 1.42 | 0.84 | 1.00 | 0.49 |
| | 1.20 | 437.49 | 438.34 | | 438.44 | 0.001880 | 1.43 | 0.84 | 1.00 | 0.50 |
| | 1.20 | 437.46 | 438.30 | | 438.40 | 0.001911 | 1.44 | 0.83 | 1.00 | 0.50 |
| | 1.20 | 437.42 | 438.26 | | 438.36 | 0.001941 | 1.45 | 0.83 | 1.00 | 0.51 |
| | 1.20 | 437.39 | 438.22 | | 438.33 | 0.001979 | 1.46 | 0.82 | 1.00 | 0.51 |
| | 1.20 | 437.36 | 438.18 | | 438.29 | 0.002023 | 1.47 | 0.82 | 1.00 | 0.52 |
| | 1.20 | 437.32 | 438.14 | | 438.25 | 0.002072 | 1.49 | 0.81 | 1.00 | 0.53 |
| | 1.20 | 437.29 | 438.09 | | 438.21 | 0.002141 | 1.51 | 0.80 | 1.00 | 0.54 |
| | 1.20 | 437.26 | 438.05 | | 438.16 | 0.002229 | 1.53 | 0.78 | 1.00 | 0.55 |
| | 1.20 | 437.22 | 438.00 | | 438.12 | 0.002343 | 1.56 | 0.77 | 1.00 | 0.57 |
| | 1.20 | 437.19 | 437.94 | | 438.07 | 0.002504 | 1.60 | 0.75 | 1.00 | 0.59 |
| 222 | 1.20 | 437.16 | 437.89 | 437.68 | 438.03 | 0.002673 | 1.64 | 0.73 | 1.00 | 0.61 |

Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán



TRAMO XI y XII.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 438.41 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo XI y XII y gráfico Tramo XI y XII:

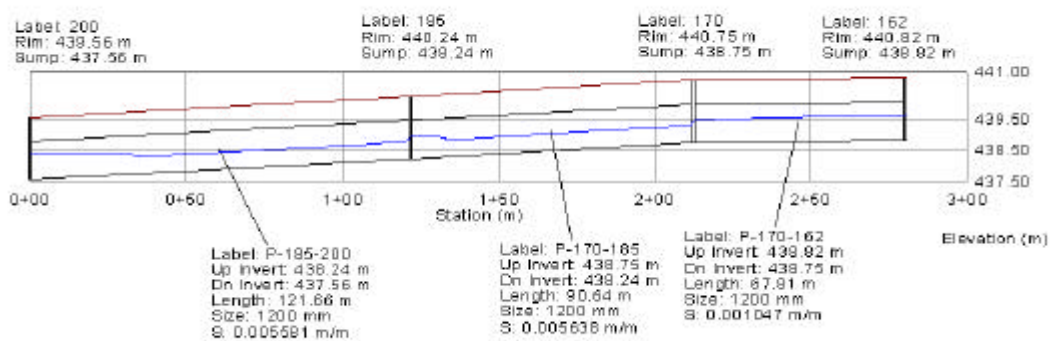
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-170-162 | Circular | 1200 mm | 67.81 | 0.001047 | 1.2000 | 1.60 | 438.82 | 438.75 | 439.61 | 439.46 |
| P-170-185 | Circular | 1200 mm | 90.64 | 0.005638 | 1.2000 | 1.92 | 438.75 | 438.24 | 439.34 | 438.95 |
| P-185-200 | Circular | 1200 mm | 121.66 | 0.005581 | 1.2000 | 1.75 | 438.24 | 437.56 | 438.83 | 438.41 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 162 | 439.67 | 439.61 | 0.06 | 1.2000 |
| 170 | 439.46 | 439.34 | 0.12 | 1.2000 |
| 185 | 438.95 | 438.83 | 0.12 | 1.2000 |
| 200 | 438.41 | 438.41 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramos XI y XII

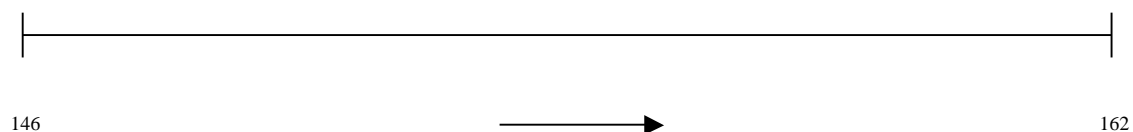


TRAMO X

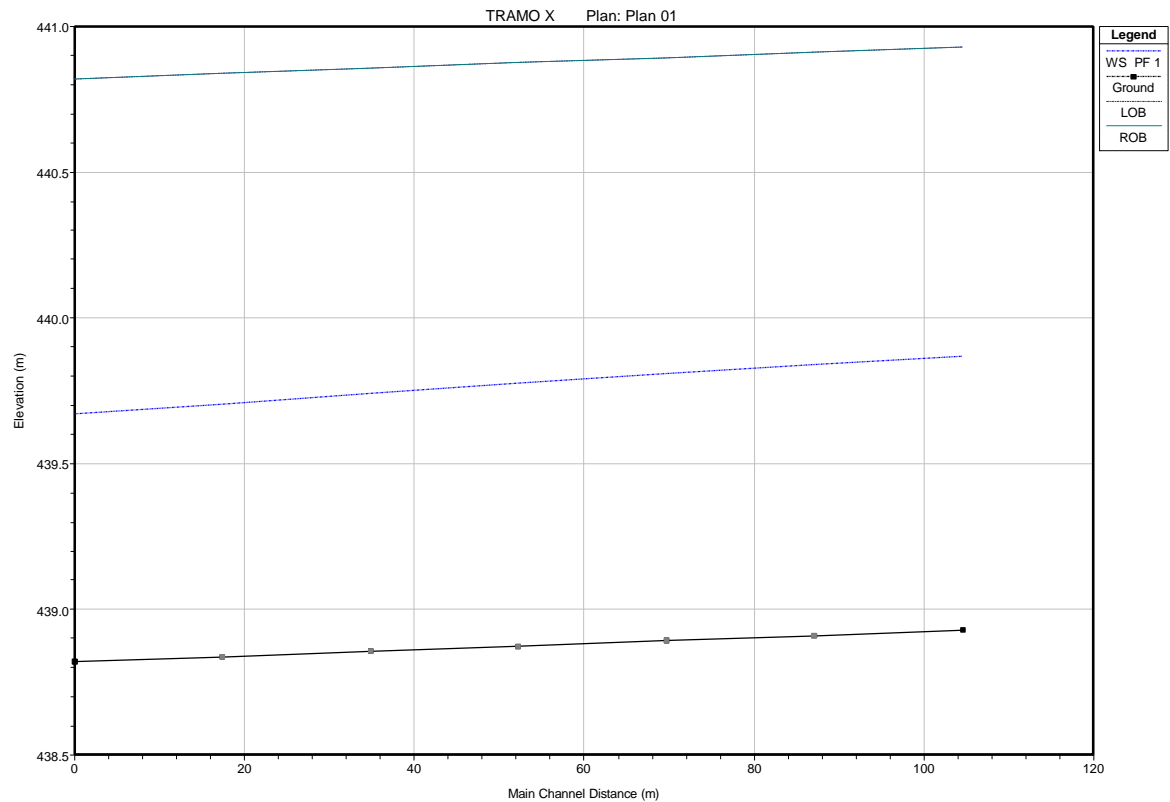
Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,001 |
| Cota de agua en la descarga | 439.67 |

El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:



| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 146 | 1.20 | 438.93 | 439.87 | | 439.95 | 0.001443 | 1.28 | 0.93 | 1.00 | 0.42 |
| | 1.20 | 438.91 | 439.84 | | 439.93 | 0.001487 | 1.30 | 0.92 | 1.00 | 0.43 |
| | 1.20 | 438.89 | 439.81 | | 439.90 | 0.001545 | 1.32 | 0.91 | 1.00 | 0.44 |
| | 1.20 | 438.88 | 439.77 | | 439.87 | 0.001607 | 1.34 | 0.89 | 1.00 | 0.45 |
| | 1.20 | 438.86 | 439.74 | | 439.83 | 0.001679 | 1.37 | 0.88 | 1.00 | 0.46 |
| | 1.20 | 438.84 | 439.70 | | 439.80 | 0.001761 | 1.39 | 0.86 | 1.00 | 0.48 |
| 162 | 1.20 | 438.82 | 439.67 | 439.35 | 439.77 | 0.001850 | 1.42 | 0.85 | 1.00 | 0.49 |



TRAMO IX.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 439.87 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo IX y gráfico Tramo IX.

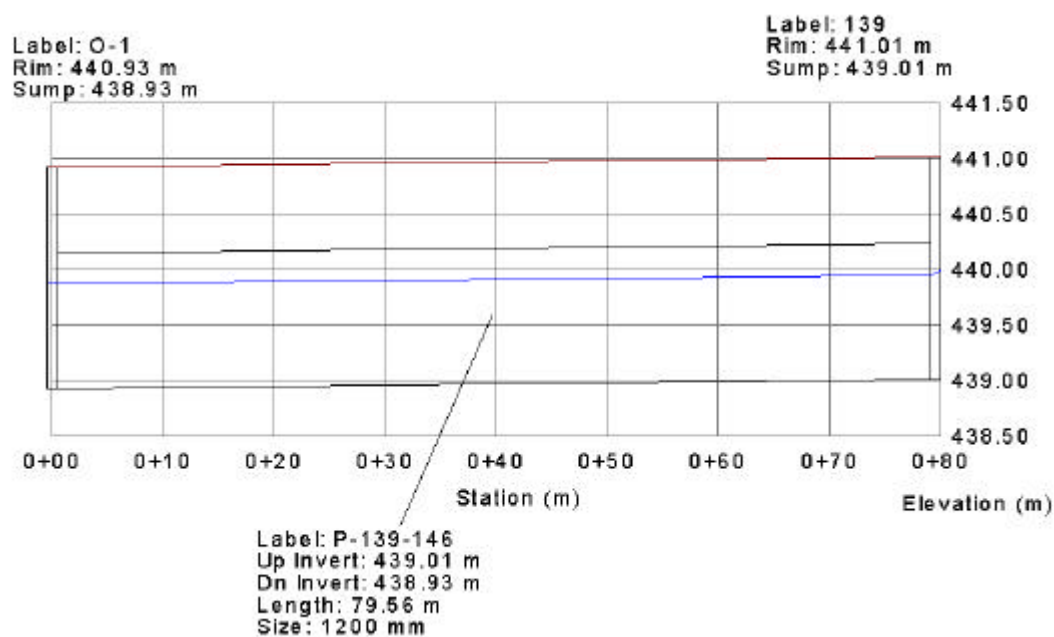
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-139-146 | Circular | 1200 mm | 79.56 | 0.001043 | 1.2000 | 1.24 | 439.01 | 438.93 | 439.95 | 439.87 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 139 | 439.99 | 439.95 | 0.04 | 1.2000 |
| 146 | 439.87 | 439.87 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo IX

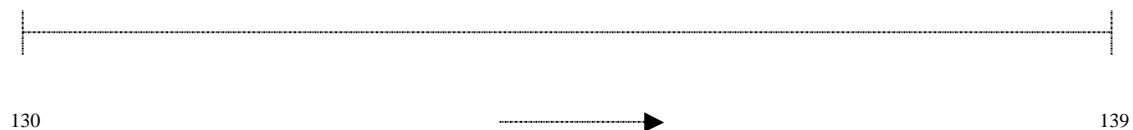


TRAMO VIII

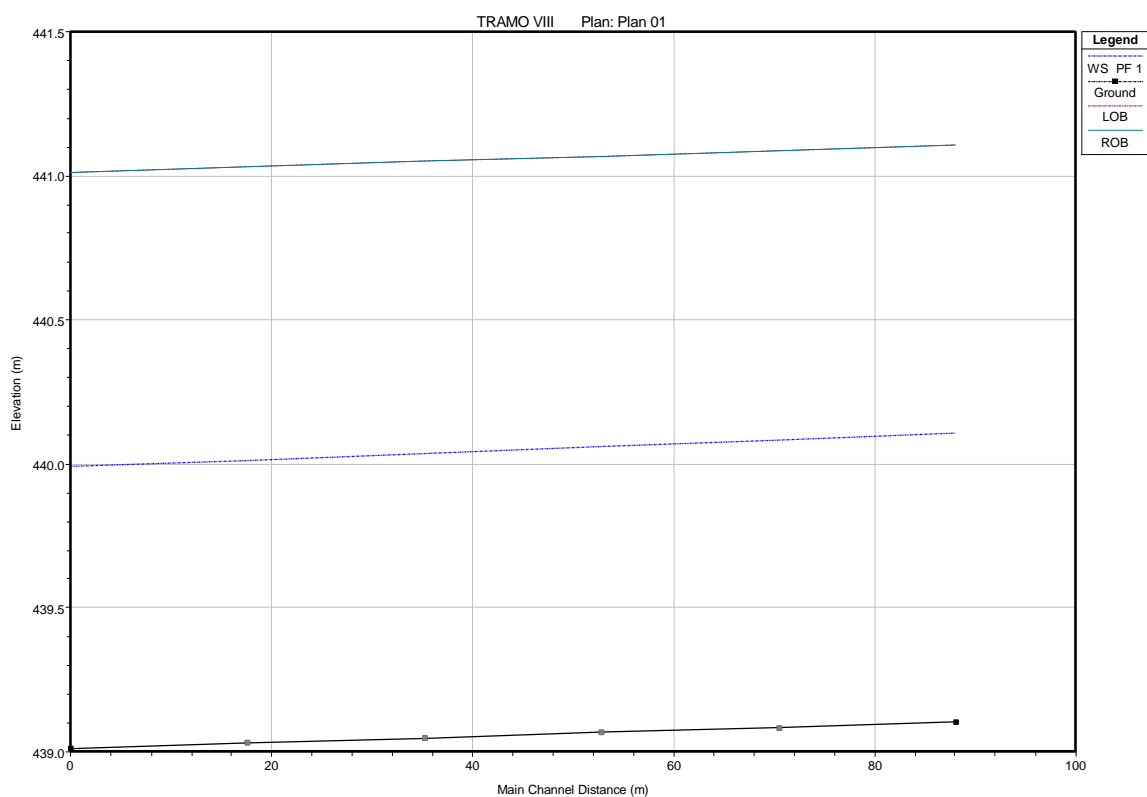
Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,001 |
| Cota de agua en la descarga | 439.99 |

El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:

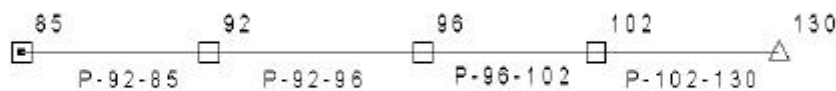


| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica. | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|---------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 130 | 1.20 | 439.10 | 440.11 | 439.63 | 440.18 | 0.001230 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 0.38 |
| | 1.20 | 439.09 | 440.08 | | 440.16 | 0.001244 | 1.21 | 0.99 | 1.00 | 0.39 |
| | 1.20 | 439.07 | 440.06 | | 440.14 | 0.001260 | 1.22 | 0.99 | 1.00 | 0.39 |
| | 1.20 | 439.05 | 440.04 | | 440.11 | 0.001274 | 1.22 | 0.98 | 1.00 | 0.39 |
| | 1.20 | 439.03 | 440.01 | | 440.09 | 0.001291 | 1.23 | 0.98 | 1.00 | 0.40 |
| 139 | 1.20 | 439.01 | 439.99 | 439.54 | 440.07 | 0.001305 | 1.23 | 0.97 | 1.00 | 0.40 |



TRAMO VII.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| |
|-----------------------------|
| Cota de agua en la descarga |
|-----------------------------|

| |
|--------|
| 440.11 |
|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo VII y gráfico Tramo VII.

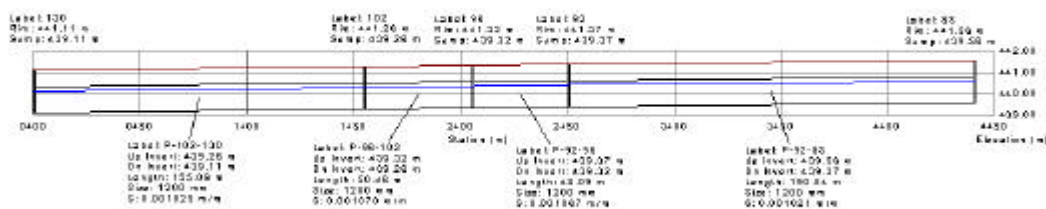
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-92-85 | Circular | 1200 mm | 190.04 | 0.001021 | 1.2000 | 1.13 | 439.56 | 439.37 | 440.58 | 440.43 |
| P-92-96 | Circular | 1200 mm | 45.09 | 0.001087 | 1.2000 | 1.14 | 439.37 | 439.32 | 440.39 | 440.36 |
| P-96-102 | Circular | 1200 mm | 50.46 | 0.001070 | 1.2000 | 1.16 | 439.32 | 439.26 | 440.32 | 440.28 |
| P-102-130 | Circular | 1200 mm | 155.08 | 0.001025 | 1.2000 | 1.18 | 439.26 | 439.11 | 440.24 | 440.11 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 85 | 440.61 | 440.58 | 0.03 | 1.2000 |
| 92 | 440.43 | 440.39 | 0.03 | 1.2000 |
| 96 | 440.36 | 440.32 | 0.03 | 1.2000 |
| 102 | 440.28 | 440.24 | 0.04 | 1.2000 |
| 130 | 440.11 | 440.11 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo IX

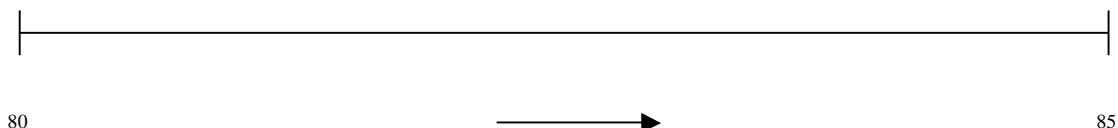


TRAMO VIII

Las condiciones de borde consideradas son:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,001 |
| Cota de agua en la descarga | 439.99 |

El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:

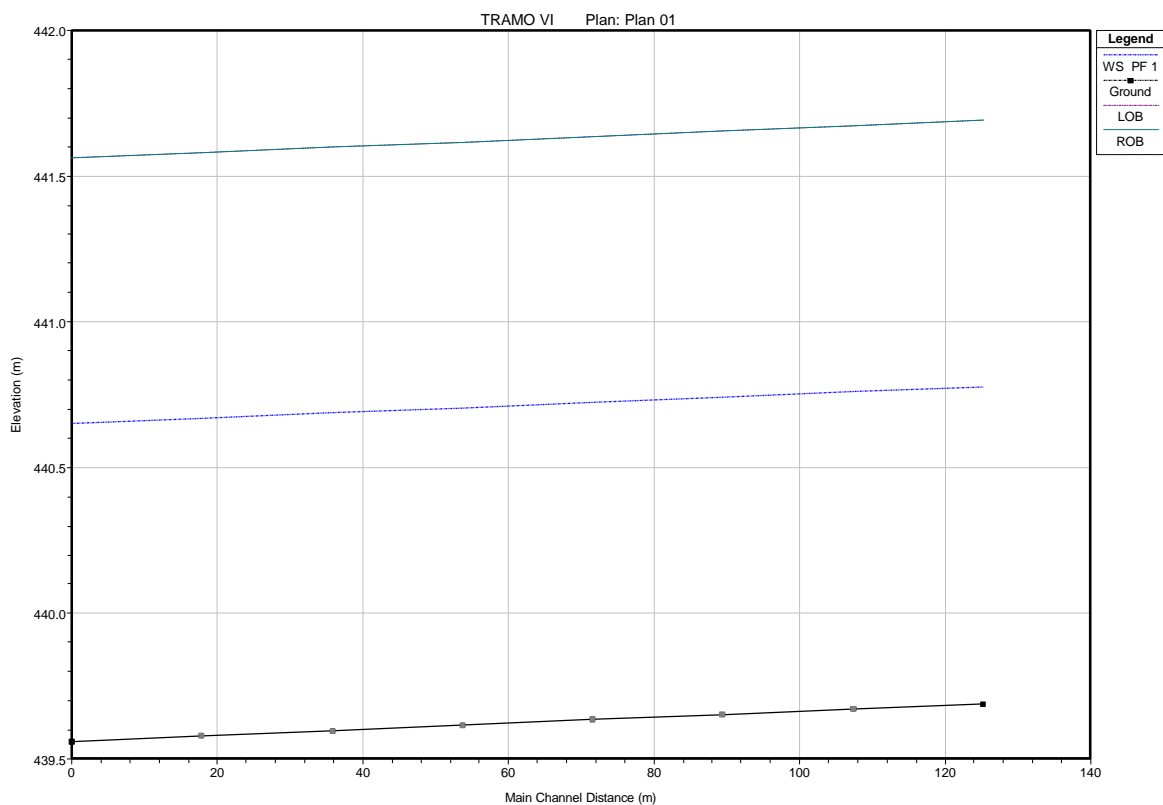


| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 80 | 1.20 | 439.69 | 440.78 | 440.22 | 440.84 | 0.001008 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 439.67 | 440.76 | | 440.82 | 0.001008 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 439.65 | 440.74 | | 440.80 | 0.001006 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 439.64 | 440.72 | | 440.79 | 0.001006 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 439.62 | 440.71 | | 440.77 | 0.001003 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 439.60 | 440.69 | | 440.75 | 0.001003 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |

Dique Derivador y Canal El Saltón

Río Saltón – Provincia de Tucumán

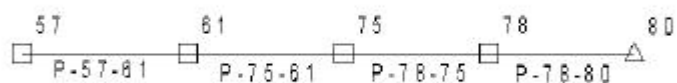
| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| | 1.20 | 439.58 | 440.67 | | 440.73 | 0.001000 | 1.11 | 1.09 | 1.00 | 0.34 |
| 85 | 1.20 | 439.56 | 440.65 | 440.09 | 440.71 | 0.001000 | 1.11 | 1.09 | 1.00 | 0.34 |



TRAMO V.

TRAMO Va.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

Cota de agua en la descarga

440.78

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo Va y gráfico Tramo Va.

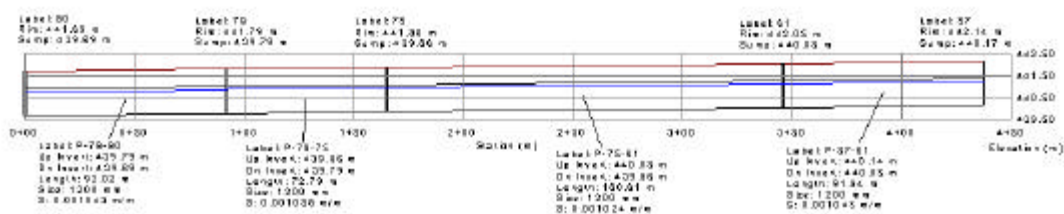
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-57-61 | Circular | 1200 mm | 91.84 | 0.001045 | 1.2000 | 1.10 | 440.14 | 440.05 | 441.20 | 441.14 |
| P-75-61 | Circular | 1200 mm | 180.61 | 0.001024 | 1.2000 | 1.10 | 440.05 | 439.86 | 441.10 | 440.97 |
| P-78-75 | Circular | 1200 mm | 72.79 | 0.001058 | 1.2000 | 1.09 | 439.86 | 439.79 | 440.94 | 440.88 |
| P-78-80 | Circular | 1200 mm | 92.02 | 0.001043 | 1.2000 | 1.10 | 439.79 | 439.69 | 440.85 | 440.78 |

Cámaras

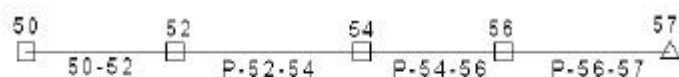
| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 57 | 441.24 | 441.20 | 0.03 | 1.2000 |
| 61 | 441.14 | 441.10 | 0.03 | 1.2000 |
| 75 | 440.97 | 440.94 | 0.03 | 1.2000 |
| 78 | 440.88 | 440.85 | 0.03 | 1.2000 |
| 80 | 440.78 | 440.78 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo Va.



TRAMO Vb.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 441.24 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo Vb y gráfico Tramo Vb.

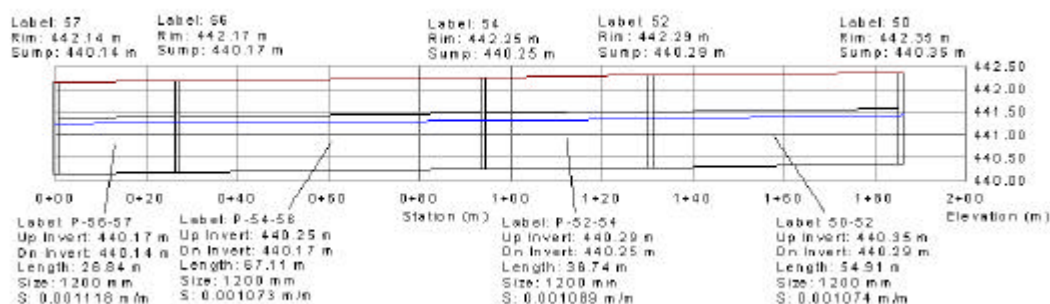
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 50-52 | Circular | 1200 mm | 54.91 | 0.001074 | 1.2000 | 1.10 | 440.35 | 440.29 | 441.41 | 441.37 |
| P-52-54 | Circular | 1200 mm | 36.74 | 0.001089 | 1.2000 | 1.11 | 440.29 | 440.25 | 441.34 | 441.31 |
| P-54-56 | Circular | 1200 mm | 67.11 | 0.001073 | 1.2000 | 1.10 | 440.25 | 440.17 | 441.31 | 441.26 |
| P-56-57 | Circular | 1200 mm | 26.84 | 0.001118 | 1.2000 | 1.09 | 440.17 | 440.14 | 441.26 | 441.24 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 50 | 441.44 | 441.41 | 0.03 | 1.2000 |
| 52 | 441.37 | 441.34 | 0.03 | 1.2000 |
| 54 | 441.31 | 441.31 | 0.00 | 1.2000 |
| 56 | 441.26 | 441.26 | 0.00 | 1.2000 |
| 57 | 441.24 | 441.24 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico Tramo Vb.

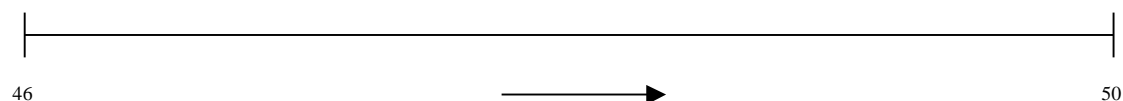


TRAMO IV.

Las condiciones de borde consideradas son:

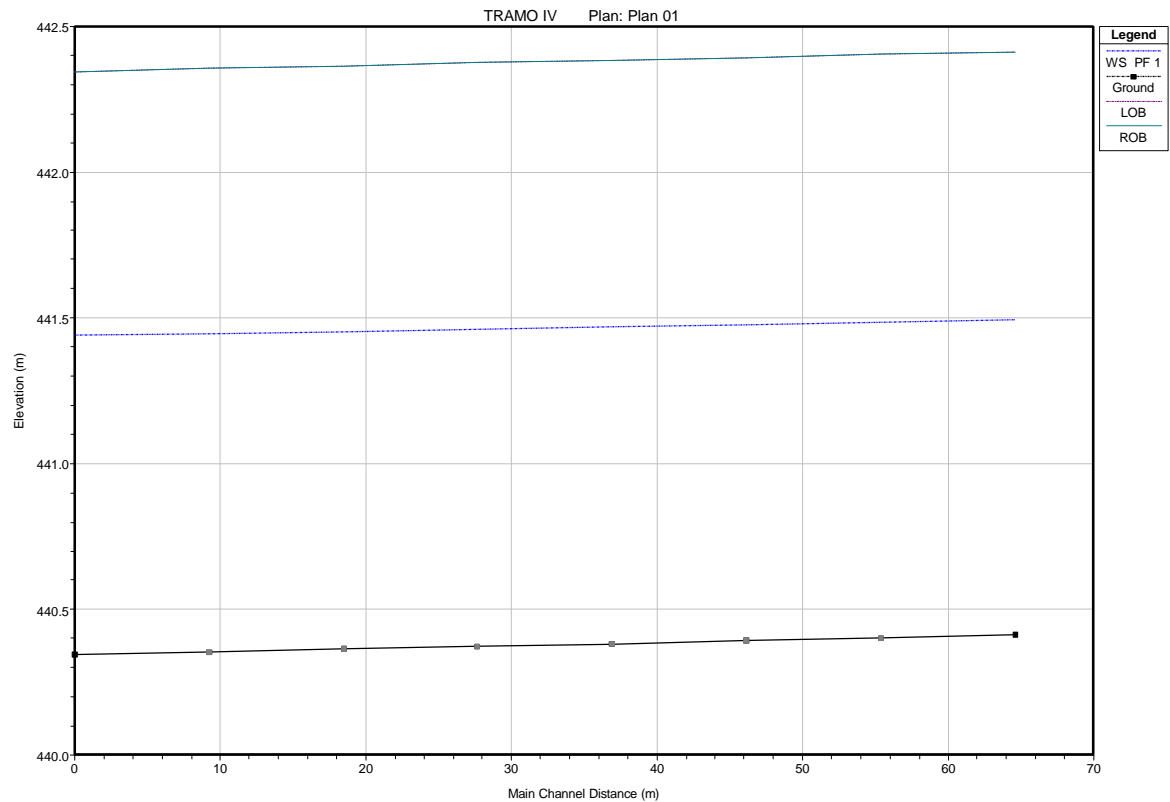
| | |
|-----------------------------|--------|
| Pendiente Aguas Arriba: | 0,001 |
| Cota de agua en la descarga | 441.44 |

El cálculo se ha realizado con el siguiente esquema:



| Estación | Caudal | Cota Solera | Cota agua | Cota Crítica | Cota Energía | Pendiente Energía | Velocidad | Área | Ancho Fondo | Froude |
|----------|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------|
| | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m ²) | (m) | |
| 46 | 1.20 | 440.41 | 441.49 | 440.94 | 441.56 | 0.001018 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 440.40 | 441.49 | | 441.55 | 0.001014 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 440.39 | 441.48 | | 441.54 | 0.001012 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 440.38 | 441.47 | | 441.53 | 0.001008 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 440.37 | 441.46 | | 441.52 | 0.001006 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 440.36 | 441.45 | | 441.52 | 0.001002 | 1.11 | 1.08 | 1.00 | 0.34 |
| | 1.20 | 440.35 | 441.45 | | 441.51 | 0.000999 | 1.10 | 1.09 | 1.00 | 0.34 |
| 50 | 1.20 | 440.34 | 441.44 | 440.87 | 441.50 | 0.000990 | 1.10 | 1.09 | 1.00 | 0.34 |

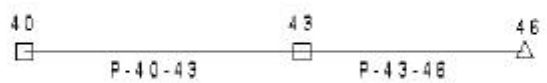
Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán



TRAMOS I, II y III.

TRAMOS (I, II y III)a.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 441.49 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo.

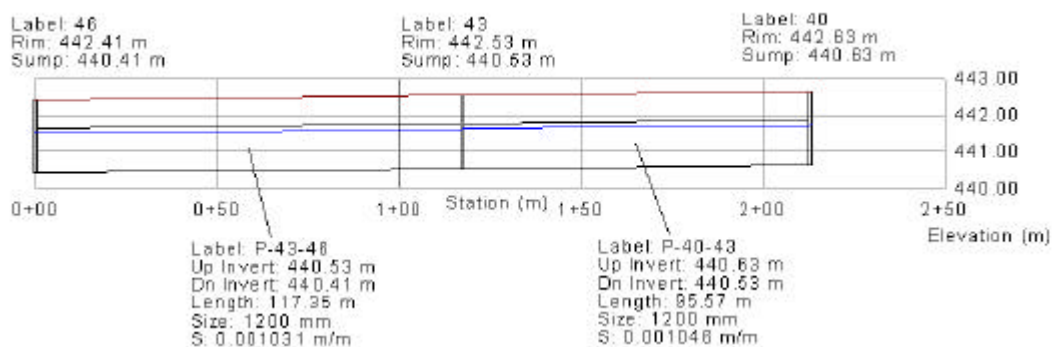
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-40-43 | Circular | 1200 mm | 95.57 | 0.001046 | 1.2000 | 1.11 | 440.63 | 440.53 | 441.69 | 441.61 |
| P-43-46 | Circular | 1200 mm | 117.35 | 0.001031 | 1.2000 | 1.11 | 440.53 | 440.41 | 441.58 | 441.49 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 40 | 441.72 | 441.69 | 0.03 | 1.2000 |
| 43 | 441.61 | 441.58 | 0.03 | 1.2000 |
| 46 | 441.49 | 441.49 | 0.00 | 1.2000 |

Gráfico



TRAMO (I, II y III)b.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán

Cota de agua en la descarga

441.72

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo.

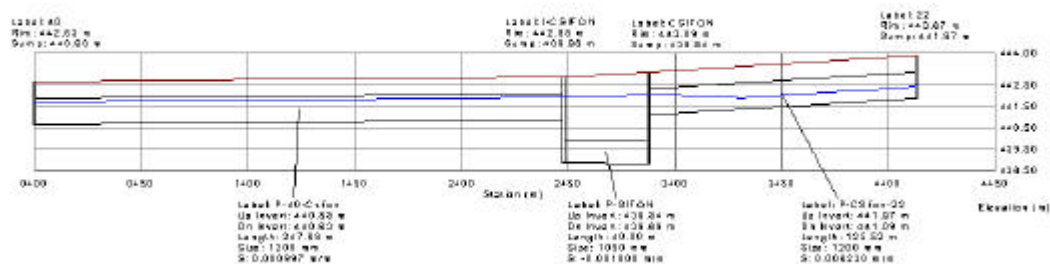
Tuberías

| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-40-Csifon | Circular | 1200 mm | 247.68 | 0.000997 | 1.2000 | 1.12 | 440.88 | 440.63 | 441.91 | 441.72 |
| P-CSifon-22 | Circular | 1200 mm | 125.52 | 0.006230 | 1.2000 | 1.70 | 441.87 | 441.09 | 442.47 | 442.02 |
| P-SIFON | Circular | 1050 mm | 40.00 | -0.001000 | 1.2000 | 1.34 | 438.84 | 438.88 | 442.02 | 441.95 |

Cámaras

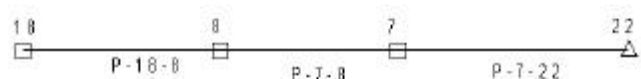
| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 22 | 442.58 | 442.47 | 0.12 | 1.2000 |
| 40 | 441.72 | 441.72 | 0.00 | 1.2000 |
| CSIFON | 442.02 | 442.02 | 0.00 | 1.2000 |
| I-CSIFON | 441.95 | 441.91 | 0.03 | 1.2000 |

Gráfico



TRAMO (I, II y III)c.

Un esquema de la modelización realizada se puede observar en el siguiente gráfico:



La condición de borde es, para este tramo:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cota de agua en la descarga | 442.58 |
|-----------------------------|--------|

Los resultados del cálculo pueden observarse en la siguiente tabla para tramo.

Tuberías

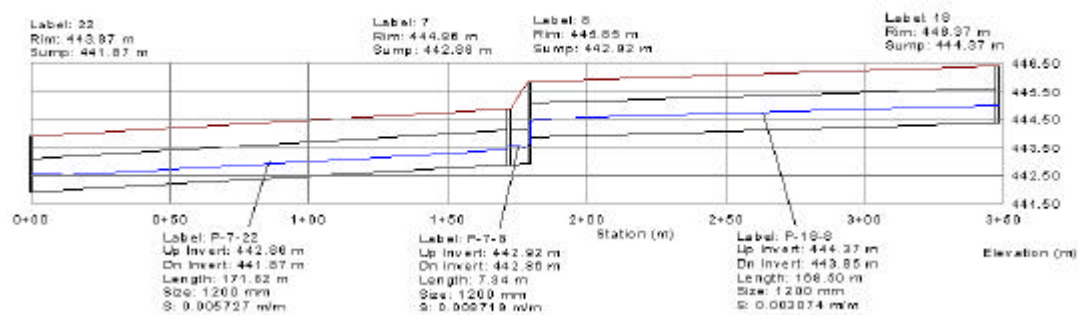
| Designación | Sección | Diámetro | Longitud (m) | Pendiente (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad promedio (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|-------------|----------|----------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| P-7-22 | Circular | 1200 mm | 171.82 | 0.005727 | 1.2000 | 1.92 | 442.86 | 441.87 | 443.45 | 442.58 |
| P-7-8 | Circular | 1200 mm | 7.34 | 0.008719 | 1.2000 | 1.92 | 442.92 | 442.86 | 443.51 | 443.56 |
| P-18-8 | Circular | 1200 mm | 168.50 | 0.003074 | 1.2000 | 2.05 | 444.37 | 443.85 | 445.00 | 444.45 |

Cámaras

| Designación | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga calculada (m) | Caudal (m³/s) |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|
| 7 | 443.56 | 443.45 | 0.12 | 1.2000 |
| 8 | 443.63 | 443.51 | 0.12 | 1.2000 |
| 18 | 445.00 | 445.00 | 0.00 | 1.2000 |
| 22 | 442.58 | 442.58 | 0.00 | 1.2000 |

Dique Derivador y Canal El Saltón
Río Saltón – Provincia de Tucumán

Gráfico



IV.3.2.5.- Obras de Arte

IV.3.2.5.1.- Cámara Salto Vértice N° 8

En el Vértice 8, la conducción presenta un salto de 0,83 m, por lo que se ha previsto la instalación de una cámara de planta rectangular, de hormigón armado, de dimensiones 4 m x 10 m. (Plano N° IV.22.-). La energía del flujo del salto debe disiparse antes de que el caudal ingrese a la tubería de conducción, para evitar movimientos inestables dentro de la misma.

Previo a la ejecución de esta obra, deberá demolerse el puente en arco existente, dado que el mismo impediría la instalación de la tubería de conducción.

Esta cámara permitirá la amortiguación de la energía producida en el salto, con una reducción de la velocidad de salida, logrando al mismo tiempo, con el vertedero lateral previsto en su muro de margen izquierda, obtener un desborde eventual para el caso de que los caudales de derivación desde la cámara de alimentación, en caso de una mala maniobra de compuertas, sean mayores que los de diseño.

La cámara tendrá planta rectangular, con dimensiones internas de 4,00 m de ancho por 10 m de longitud y 2,80 m de altura. Los espesores de solera y muros son de 0,20 m, los cuales se encuentran doblemente armadas.

La cámara salto, como se expresó anteriormente, permite salvar el desnivel existente en el Vértice N° 8 en un tramo de la conducción en tubería. La tubería de llegada tiene cota de invertido 443,85 m.s.n.m. y la tubería de salida 442,92 m.s.n.m., salvando un desnivel de 0,93 m en la conducción.

La estructura de la cámara posee un vertedero lateral de alivio de excedentes, de 2,00 m por 1,50 m, abierta en el muro longitudinal opuesto a la ladera. La cresta estará ubicada en cota 444,00 m.s.n.m., permitiendo suponer una altura de agua no mayor a 1,40 m por encima del plano superior de la solera. En el proyecto se asumió que el muro adyacente al talud de la ladera no se encuentra en contacto con la misma.

Las tuberías de llegada y salida, de diámetro interno $\varnothing = 1.200$ mm, se insertan en sus respectivos anillos de enchufe de hormigón armado, los cuales se encuentran respectivamente empotrados en los muros extremos.

IV.3.2.5.2.- Sifón Invertido A° Sauce Huascho

Dada la importancia del Arroyo Sauce Huascho durante una crecida y frente a diferentes alternativas de proyecto para la realización del cruce de la conducción de derivación en este arroyo, el tipo de obra que ofrece las mayores ventajas económicas y de diseño es la ejecución de un sifón invertido.

El sifón invertido es una obra de arte que permite salvar obstáculos por debajo de los mismos. Esto se logra a costa de una diferencia de carga entre la entrada y salida del sifón, la que se pierde a lo largo del recorrido.

Esta obra que se plantea tendrá su punto medio en el punto V 31 del perfil topográfico, y una longitud de 40 m. entre centro de cámaras.

El baricentro de la proyección plana de las cámaras de carga a la entrada y de salida del sifón estarán identificadas por los puntos con las siguientes coordenadas:

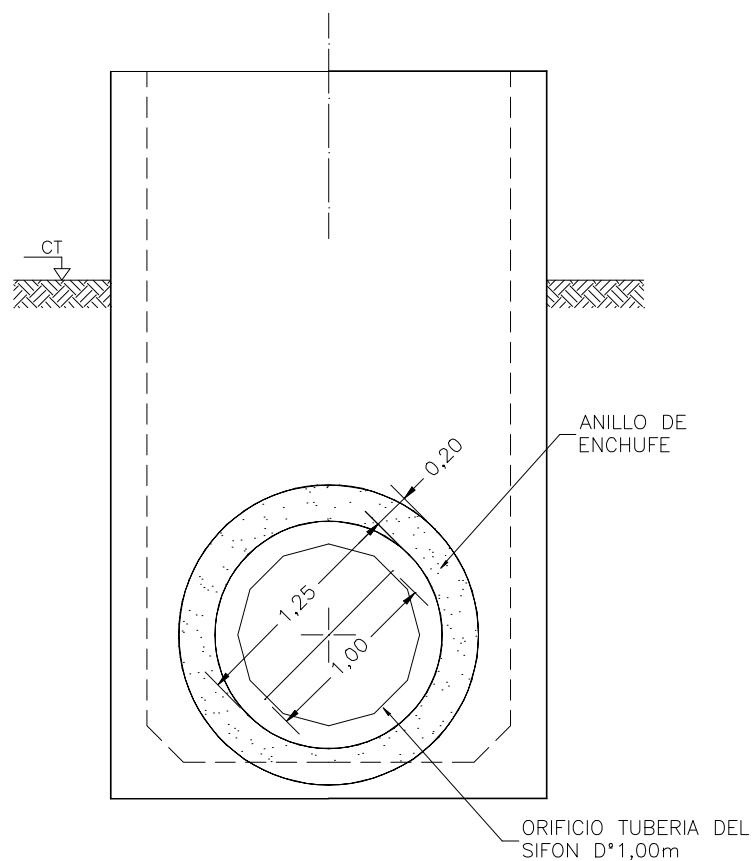
| PUNTO | COORDENADAS | | OBSERVACIONES |
|-------|---------------|---------------|-----------------|
| | X | Y | |
| SE | 3.522.200,413 | 6.965.354,369 | Cámara de carga |
| SS | 3.522.209,820 | 6.965.393,285 | Cámara Salida |

El sifón fue planteado a través de dos cámaras de hormigón armado con idénticas dimensiones, una de entrada y otra de salida, unidas por una tubería enterrada de hormigón, con un diámetro interior $\varnothing = 1.000$ mm, de 36,0 m de longitud y una pendiente longitudinal de $i=0,001$ m/m, Está prevista sobre esta tubería una tapada mínima de 0,90 m en el centro del cruce. Las dimensiones internas de las cámaras mencionadas son de 2,0 m de ancho por 4,0 m de longitud y una altura de 3,80 m (ver planos de proyecto).

Las cotas de fondo de las cámaras de entrada y salida son 438,88 m.s.n.m. y 438,84 m.s.n.m. respectivamente. Las cotas del invertido en la entrada y salida de la tubería del

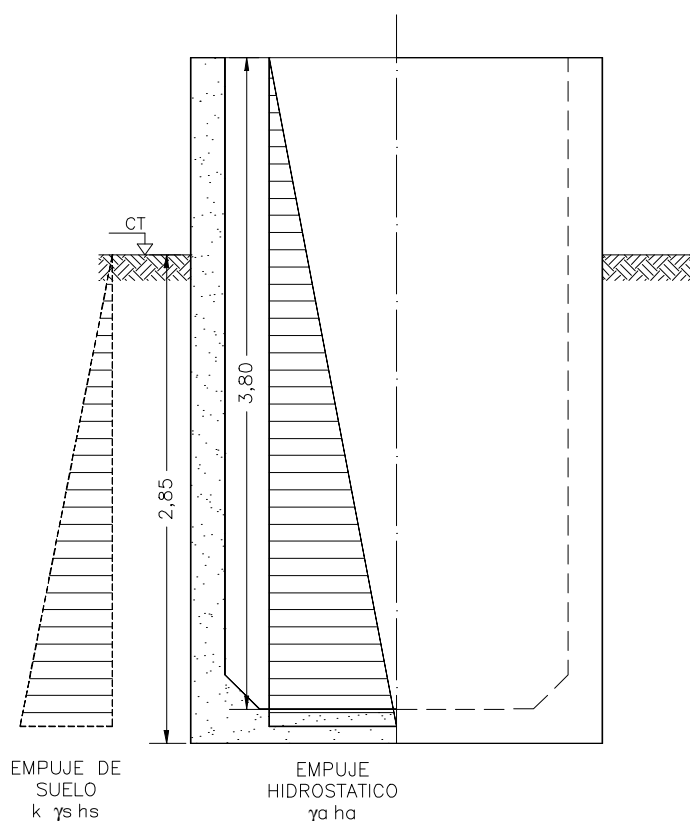
sifón son 439,08 m.s.n.m. y 439,04 m.s.n.m. respectivamente.

Las cámaras del sifón serán de hormigón armado, de 0,20 m de espesor en muros y soleras. Cada una de las cámaras posee dos orificios, uno de 1,20 m de diámetro y el otro de 1,00 m de diámetro, con sus respectivos anillos de enchufe de hormigón armado empotrados en los muros extremos. En el caso del orificio de 1,20 m, el diámetro interno del anillo de enchufe es de 1,45 m, mientras que para el segundo el anillo de enchufe tiene un diámetro interno de 1,25 m. Ambos diámetros han sido previstos para recibir una tubería de hormigón de 0,11 m de espesor con una junta de 0,015 m alrededor del perímetro externo de la tubería, aunque esas dimensiones pueden variar en función del espesor de los caños que se instalen (Plano N° IV.23, IV.24 y IV.25.-).



CAMARA DE SALIDA DEL SIFON
—VISTA TRANSVERSAL—

El análisis estructural de las cámaras del sifón ha sido elaborado en base a tablas de cálculo, de acuerdo a los tipos de carga actuantes. Las condiciones de apoyo adoptadas para las placas perimetrales corresponden a empotramientos en todo el perímetro, con excepción del borde superior que se encuentra libre. Los momentos de empotramiento en las esquinas de las placas fueron compatibilizados considerando la rigidez relativa de las placas adyacentes. Los dos estados de carga principales, el empuje interno del agua y el empuje exterior del suelo, fueron considerados en hipótesis de carga independientes. El nivel interno del agua dentro de las cámaras se asumió coincidente con el borde superior de los tabiques bajo la hipótesis más desfavorable. El dimensionado de las placas se realizó considerando los efectos de las esfuerzos característicos de flexión y tracción actuantes en cada uno de los casos.



CAMARA DE SALIDA DEL SIFON
ESTADOS DE CARGA PRINCIPALES

Por otra parte se han diseñado una serie de obras complementarias al proyecto del cruce sobre el arroyo. Inmediatamente aguas arriba del sector de cruce, ambos márgenes del arroyo fueron protegidos mediante la colocación de sendas filas de gaviones de 6,00 m de longitud cada una, con 1,70 m de altura por encima del terreno natural. Asimismo, todo el ancho del cauce del arroyo en el sector del cruce se protegerá mediante la colocación de colchonetas de revestimiento sobre geotextil.

Hacia aguas abajo del sector de cruce, a unos 15 metros aproximadamente del Vértice N° 31, se prevé la disposición de un umbral de control de fondo sobre el cauce del arroyo. El umbral está constituido por gaviones sobre geotextil, dispuesto transversalmente a la dirección de escurrimiento, de unos 18 metros de ancho aproximadamente.

IV.3.2.5.2.1.- Cálculo Hidráulico de la Sección del Sifón.

De acuerdo al relevamiento topográfico realizado en la zona de cruce del canal existente, se determinó una longitud de 40 m que debe tener el sifón para poder sortear el obstáculo para el que fue proyectado.

Como la disponibilidad de carga a perder a lo largo de la traza del sifón es reducida, el análisis hidráulico del mismo se hizo precisamente limitando el tamaño de las estructuras de cabecera y descarga de manera tal que la pérdida de carga sea adecuada al tipo y dimensión de tubería adoptada. Para el sifón se verificó con un caudal de diseño máximo de 1,30 m³/s, y se adopta como sección transversal una sección circular, tal que su dimensión verifique la pérdida de carga supuesta para las estructuras adoptadas y el funcionamiento de la misma sea satisfactorio. A su vez se verificó para un caudal de funcionamiento mínimo de 0,60 m³/s .

Dado que algunos metros antes del sifón existe un desarenador, se ha supuesto que el material en suspensión en el agua es arena fina, limos aluviales y coloidales, por lo que se puede considerar una velocidad media mínima para evitar la sedimentación de 0,50 m/s.

Las pérdidas de carga en el sifón se realizaron utilizando el software StormCAD v3 del Haestad Methods.

Para la simulación del funcionamiento del sifón se considero el tramo correspondiente entre las cámaras de inspección anterior y posterior al mismo según el esquema siguiente:



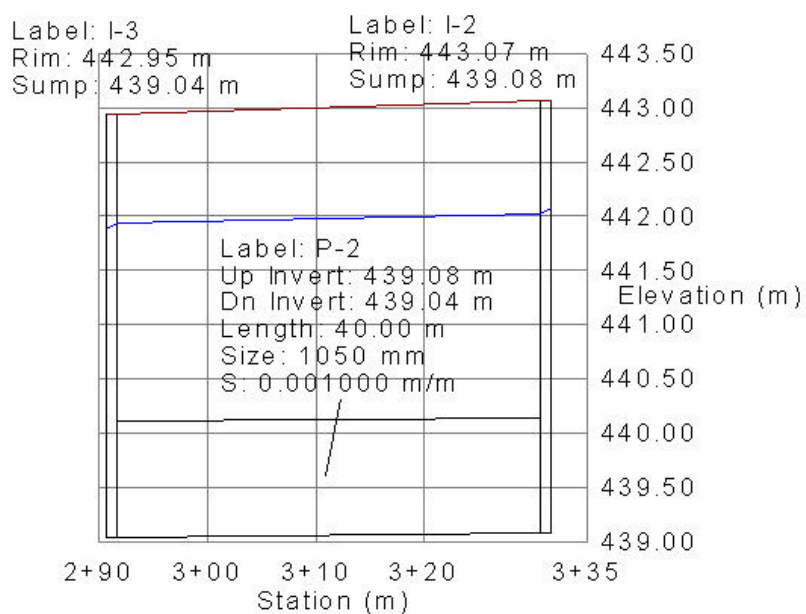
Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas y gráficos siguientes:

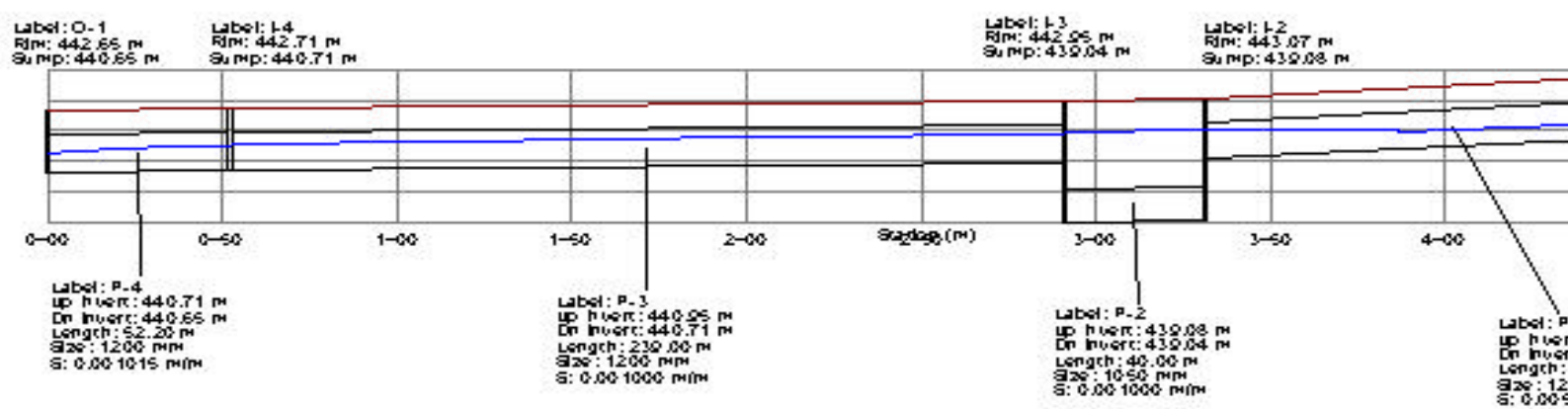
PROYECTO: SIFÓN CRUCE ARROYO SAUCE HUACHO

SIMULACIÓN PARA CAUDAL MÁXIMO 1.3 m³/s

| Denominación conducto | Forma sección | Diámetro (mm) | Longitud conducto (m) | Pendiente conducto (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota Invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|--------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|--|---|-----------------------------|----------------------------|
| P-1 | Circular | 1.200 | 141.40 | 0.0056 | 1.300 | 1.73 | 441.87 | 441.08 | 442.49 | 442.07 |
| P-2 | Circular | 1.050 | 40.00 | 0.0010 | 1.300 | 1.45 | 439.08 | 439.04 | 442.02 | 441.93 |
| P-3 | Circular | 1.200 | 239.00 | 0.0010 | 1.300 | 1.41 | 440.95 | 440.71 | 441.89 | 441.57 |
| P-4 | Circular | 1.200 | 52.20 | 0.0010 | 1.300 | 1.90 | 440.71 | 440.65 | 441.50 | 441.27 |

| Denominación Cámara | Cota agua entra- da (m) | Cota agua salida (m) | Pérdida de carga (m) | Caudal (m³/s) | Observaciones |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| I-1 | 442.61 | 442.49 | 0.12 | 1.3000 | |
| I-2 | 442.07 | 442.02 | 0.05 | 1.3000 | Cámara entrada Sifón |
| I-3 | 441.93 | 441.89 | 0.05 | 1.3000 | Cámara Salida Sifón |
| I-4 | 441.57 | 441.50 | 0.07 | 1.3000 | |
| O-1 | 441.27 | 441.27 | 0.00 | 1.3000 | |



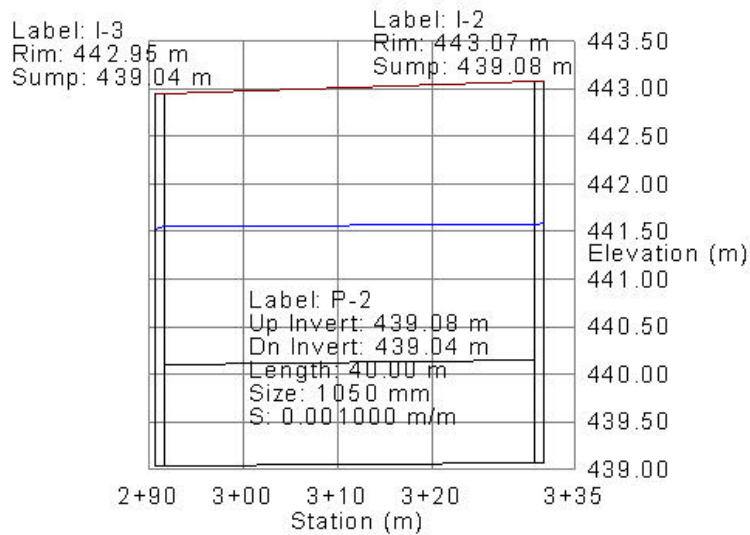


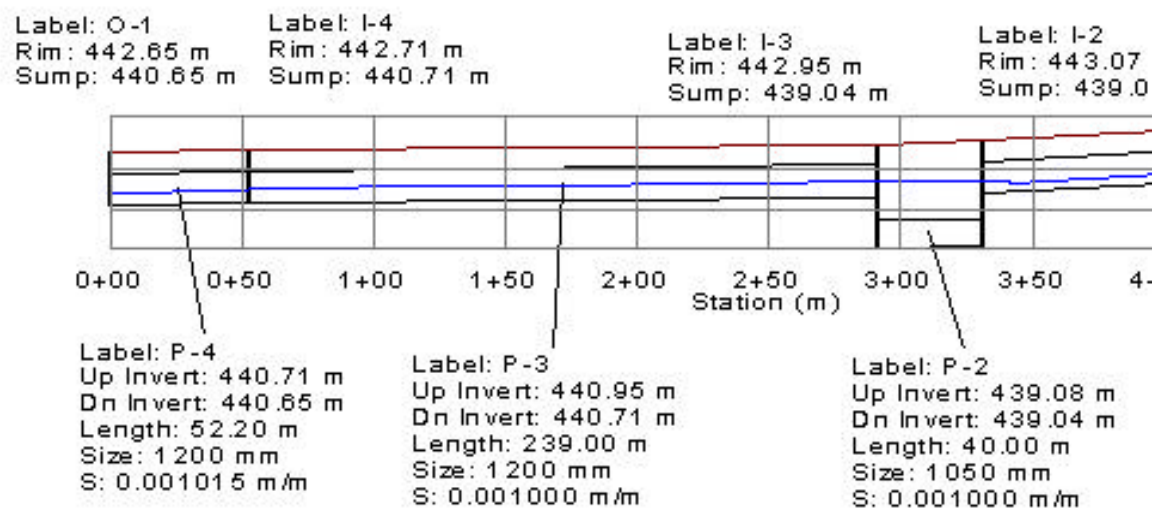
PROYECTO: SIFÓN CRUCE ARROYO SAUCE HUACHO

SIMULACIÓN PARA CAUDAL MÁXIMO 0,6 m³/s

| Denominación conducto | Forma sección | Diámetro (mm) | Longitud conducto (m) | Pendiente conducto (m/m) | Caudal (m³/s) | Velocidad (m/s) | Cota Invertido agua arriba (m) | Cota Invertido agua abajo (m) | Cota agua entrada (m) | Cota agua salida (m) |
|--------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|--|---|-----------------------------|----------------------------|
| P-1 | Circular | 1200 | 141.40 | 0.005622 | 0.6000 | 1.51 | 441.87 | 441.08 | 442.29 | 441.59 |
| P-2 | Circular | 1050 | 40.00 | 0.001000 | 0.6000 | 0.67 | 439.08 | 439.04 | 441.58 | 441.56 |
| P-3 | Circular | 1200 | 239.00 | 0.001000 | 0.6000 | 1.11 | 440.95 | 440.71 | 441.53 | 441.27 |
| P-4 | Circular | 1200 | 52.20 | 0.001015 | 0.6000 | 1.48 | 440.71 | 440.65 | 441.24 | 441.07 |

| Denominación Cámara | Cota agua entra- da (m) | Cota agua salida (m) | Perdida de carga (m) | Caudal (m³/s) | Observaciones |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| I-1 | 442.36 | 442.29 | 0.08 | 0.6000 | |
| I-2 | 441.59 | 441.58 | 0.01 | 0.6000 | Cámara entrada Sifón |
| I-3 | 441.56 | 441.53 | 0.03 | 0.6000 | Cámara Salida Sifón |
| I-4 | 441.27 | 441.24 | 0.04 | 0.6000 | |
| O-1 | 441.07 | 441.07 | 0.00 | 0.6000 | |





IV.3.2.5.3.- Alcantarilla Cruce Arroyo V 62

El Arroyo del Vértice N° 62 presenta características, en el cruce con la conducción, que condujeron a la decisión de diseñar una alcantarilla para permitir el desagüe de los caudales naturales del mismo por debajo de la conducción de derivación.

La función básica de la alcantarilla, además de dejar pasar el agua del torrente natural por debajo de la tubería, es alejar el agua de éste, por lo que se desarrollan a la salida de las alcantarillas velocidades altas.

De acuerdo a las observaciones realizadas en la etapa de diagnóstico, el arroyo del Vértice N° 62 produjo el corte vertical del terraplén de cierre y una socavación en la ladera inferior, creando un desnivel de unos 2 metros de altura aproximadamente, desde la cota de solera del canal existente hasta el fondo de la barranca.

Aprovechando el desnivel existente entre la solera del canal y el fondo de la barranca, se ha proyectado el cruce a través de una alcantarilla de hormigón armado que no interfiere con la traza de la conducción de derivación, prevista en este sector en tubería.

La mencionada alcantarilla está conformada por una cámara de ingreso en planta rectangular de 1,50 m de ancho por 2,50 m de longitud, por la alcantarilla propiamente dicha de sección rectangular cerrada de 1,50 m por 0,65 m, y por una cámara de descarga con planta trapecial (Planos N° IV.26 y IV.27.-).

La cámara de ingreso tiene su labio superior en la cota 440,60 m.s.n.m, próxima a la cota del terreno para evitar la erosión del cauce del arroyo. La cota de solera de esta cámara es 439,10 m.s.n.m, creando un desnivel vertical de 1,50 m desde el labio superior, lo cual permite acortar la longitud de la cámara, reduciendo a la vez la pendiente del conducto enterrado de sección rectangular. La cámara de descarga tiene cota de solera 438,57 m.s.n.m, próxima a la cota del terreno en ese sector.

Por otra parte, la corta extensión de la sección rectangular enterrada que vincula las dos cámaras, ha permitido proyectar el conjunto de obras en un solo tipo de material, sin juntas transversales de dilatación. A este respecto, las armaduras dobles en los muros y soleras

evita la fisuración y garantiza la continuidad de la obra.

La forma adoptada para la sección transversal favorece además la eliminación de los materiales de arrastre del arroyo, evitando obstrucciones provocadas por troncos y ramas. Sin embargo, como se indica en los planos de proyecto, es factible la colocación de una tubería prefabricada de hormigón o acero corrugado, aunque en este caso deben materializarse sendos anillos de enchufe en las cámaras de entrada y descarga con sus correspondientes juntas estancas.

Con respecto a los movimientos de suelos, solamente deben rellenarse los espacios entre los muros laterales de cada una de las cámaras, los bordes de las márgenes del arroyo y del terraplén de ladera, respectivamente. En el primer caso es necesario para evitar que ingrese el agua a la zona de emplazamiento de la tubería de conducción, y en el segundo caso para cerrar la rotura que produjo el arroyo anteriormente.

Para disipar la energía del agua que sale por la alcantarilla, se prevé una protección de rip rap cuyo tamaño máximo sea 0,20 m.

IV.3.2.5.4.- Cámaras de Transición

Uno de los mayores inconvenientes que se presentaban en el diseño de la conducción, era lo referente a la transición entre tubería de sección circular y canal a cielo abierto de sección rectangular, o en cambios de dirección de las tuberías.

En general, las transiciones hidráulicas propiamente dichas se diseñan con una longitud y un ángulo de empalme de manera tal que las pérdidas de carga en ella sean prácticamente despreciables.

Sin embargo, se presentaba el problema de los aspectos constructivos, que requieren una mano de obra especializada, y fundamentalmente lo referente a encofrados y colocación del hormigón, lo que tornaría crítico la ejecución de estas obras si se tiene en cuenta que serán realizadas por Administración.

Es por este motivo que se decidió el diseño de cámaras de transición que, si bien presentan

mayores pérdidas de carga, permiten al mismo tiempo realizar eventuales trabajos dentro de las tuberías.

En general, las cámaras tendrán sección rectangular cuyas dimensiones se diseñaron de tal manera que el tirante en ella sea muy próximo al tirante en el canal o tubería propiamente dicho, tratando al mismo tiempo de minimizar la pérdida de carga. La conducción por tubería posee un diámetro interno $\varnothing = 1,20$ m; y la conducción por canal una sección interna de 1,00 m de ancho por 1,50 m de altura.

Para todos los casos las cámaras han sido diseñadas en hormigón armado, poseen sección transversal rectangular de 2,00 m de ancho por 2,00 m de altura y una longitud de 4,00 m. Los muros longitudinales y la solera son de 0,17 m de espesor mientras que los muros transversales poseen 0,20 m de espesor (Plano N° IV.21.-). La diferencia de espesores en los muros radica en que los muros transversales sirven de apoyo a los caños de la tubería de la conducción, para lo cual se adoptó una longitud de entrega de 0,08 m como mínimo.

Están previstas a lo largo de la traza dos tipo de Cámaras de Transición:

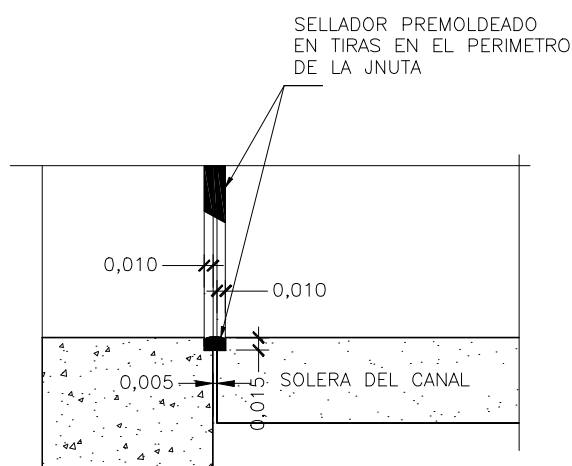
- Cámara con derivación
- Cámara sin derivación

Las primeras, que servirán para derivar caudales para riego o limpieza, deberán ser ubicadas en todos aquellos lugares que decida la Dirección, emplazando las segundas en las restantes ubicaciones.

Los detalles constructivos de las cámaras rectas que separan los tramos de conducción por tubería de los tramos de conducción por canal han sido representadas en un plano de detalles tipo (Plano N° IV.21.-). Como se observa en el mismo, en las cámaras de transición se ha simplificado el detalle constructivo que permite realizar el enchufe de las tuberías en la estructura de la cámara. En este caso el enchufe de la tubería se realiza sobre el muro propiamente dicho, dónde se han practicado dos orificios separados por un reborde de 0,125 m. El orificio interno tiene 1,20 m de diámetro y el externo 1,45 m. Son válidas aquí también las consideraciones señaladas con respecto al espesor de los caños de la tubería, de tal

modo que se mantenga una junta de 0,015 m en el perímetro del enchufe de la misma. La impermeabilización de la junta enchufe–tubería se realizará mediante la colocación perimetral de un sellador premoldeado en tiras, lo cual incluye previa pintura de imprimación sobre la junta.

Con respecto a la junta entre la cámara y el canal rectangular se ha proyectado el detalle correspondiente que permite su impermeabilización a través de un sellador en tiras en todo el perímetro del canal.



ESQUEMA DE LA JUNTA CAMARA DE TRANSICION–CANAL A CIELO ABIERTO

La armadura de las cámaras se ha diseñado en una sola capa, con un recubrimiento de 0,05 m medido a partir de la cara interna de las superficies de muros y solera. Esto implica que en el análisis se ha considerado como empuje lateral la acción del agua circulante exclusivamente, de modo tal que no se consideró rellenos exteriores en los espacios remanentes entre los muros longitudinales y los terraplenes laterales existentes.

IV.4.- EQUIPAMIENTO HIDROMECAÁNICO

El equipamiento hidromecánico que integra la reparación de esta obra está conformado fundamentalmente por elementos de regulación y/o control, resueltos mediante la utilización de compuertas del tipo plana que se accionarán, debido a las características del servicio, en forma manual.

IV.4.1.- Compuertas de Regulación

La regulación de los caudales a derivar se realiza mediante tres compuertas de 730 mm de ancho por 900 mm de altura, del tipo de tablero, integrado por un escudo de chapa, convenientemente reforzado por perfiles normalizados, que se desplazan y se apoyan en sus bordes laterales en recatas metálicas empotradas en el hormigón. (Plano N° IV.27)

El cierre hidráulico se obtiene mediante juntas metálicas materializadas por las piezas fijas y el escudo de las compuertas.

El accionamiento se realiza mediante un volante desmontable que acciona los vástagos roscados a través de las tuercas fijadas en las placas metálicas en la plataforma de manobra en cota 446,80 m.s.n.m.

Estas compuertas deberán ser remplazadas en su totalidad, ya que se considera que su estado no les permite seguir operando, por lo que serán desmontadas, incluyendo sus sistemas de accionamiento y sus piezas fijas, procediéndose a fabricar otras nuevas de características similares a las existentes. Posteriormente se fijarán las piezas fijas nuevas a las estructuras de hormigón con la correspondiente protección superficial específica para las condiciones de servicio a que están sometidos estos equipos.

La preparación de la superficie de las compuertas y piezas fijas, consistirá en un arenado que se realizará hasta lograr una superficie comercial “casi blanca” según Norma SSCP para posteriormente aplicar una base del tipo Zinc rich y una terminación del tipo Epoxi bituminosa. El esquema de pintura se indica en la sección IV.5.9.5.

Las placas metálicas soporte de las tuercas también deberán ser arenadas y pintadas,

mientras que los vástagos roscados deberán limpiarse y engrasarse con el lubricante específico.

Las compuertas están protegidas por pantallas de hormigón, de manera tal que funcionan para ciertos niveles del río, como orificios de carga variable.

Se debe prever el manejo ordenado de las compuertas de entrada, para no ocasionar con una operación inconveniente, velocidades que puedan resultar erosivas o perjudiciales para el funcionamiento del sistema.

Durante crecidas importantes es recomendable suspender la derivación, ya que se desarrollan velocidades y cargas de sedimentos muy altas que motivan el ingreso de material de arrastre al desarenador.

IV.4.2.- Compuertas de Limpieza

La limpieza del material de arrastre que se acumula en el desarenador, se efectúa mediante tres compuertas del tipo plana destinada al cierre de los vanos previstos para tal fin, de 730 mm de ancho por 1150 mm de altura. Se trata de paneles planos, convenientemente reforzados, que se apoyan sobre la solera y los bordes laterales. (Plano N° IV.28)

El estado de las compuertas no permite su recuperación, por lo que resulta necesario reemplazarlas en su totalidad. Del sistema de accionamiento se pueden recuperar los vástagos roscados como repuesto para las compuertas de regulación, ya que el estado que presentan actualmente puede considerarse bueno.

Estas compuertas estarán constituidas por un panel plano o escudo, el que está debidamente reforzado por perfiles normalizados que transmiten la carga, debido a la presión del agua, a las piezas fijas laterales.

El cierre hidráulico se obtiene mediante juntas del tipo metal-metal en la solera y en las recatas laterales, las que se materializan mediante perfiles PNL 60 x 60 x 6.

El accionamiento de estas compuertas es similar al de las compuertas de regulación, estando además los vástagos en buen estado de conservación, mientras que las placas soporte de

las tuercas instaladas en la plataforma de maniobras en cota 446,16 m.s.n.m. deberán ser desmontadas para su reparación o reemplazo.

Debido a que la carrera necesaria para el accionamiento de estas compuertas es de 1200 mm, deberán fabricarse cuatro vástagos nuevos en acero SAE 1045, dejando los actuales, una vez reacondicionados como elementos de repuesto.

En la construcción de las compuertas se utilizará chapa y perfiles de acero de calidad F24, según IRAM IAS U 500-503 o superior. Serán de construcción totalmente soldadas, siguiendo lo establecido en los procedimientos de soldadura implementados para este fin.

Como elementos auxiliares para el funcionamiento correcto de las compuertas de limpieza, se instalarán pantallas metálicas materializadas con chapas de acero de 10 mm de espesor, calidad F24, según IRAM IAS U 500-503. Las dimensiones de estas pantallas son de 750 mm de ancho por 1000 mm de altura, fijadas a las pilas de hormigón de la obra civil de la descarga, mediante brocas de anclaje de 19,35 mm de diámetro.

La ubicación de las pantallas será agua abajo de las compuertas, siendo su cota inferior la 444,57 m.s.n.m. y la cota superior 445,57 m.s.n.m. materializándose la estanquidad mediante el cierre metal-metal entre éstos.

IV.4.3.- Rejas de la Toma

Está prevista la colocación de tres rejas verticales de 920 mm por 1100 mm de altura en coincidencia con la sección de la embocadura de cada compuerta. Estas rejas estarán conformadas por pletinas de acero de sección rectangular de 10 mm por 75 mm que se sueldan a un marco resistente de perfiles normalizados, con un rigidizador intermedio de 20 mm de diámetro. (Plano N° .IV.30).

Las rejas se instalarán en las recatas metálicas de perfiles conformados que se fijan a la obra civil existente, y que a la vez servirán para colocar una ataguía o compuerta de mantenimiento, para permitir la reparación y mantenimiento de los elementos de regulación ubicados aguas abajo.

Para el desmontaje y montaje de rejas deberá utilizarse una estructura desmontable, que

permita montar un aparejo monorriel, para dichas operaciones.

IV.4.4.- Compuertas abatibles.

El muro vertedor tiene dos escotaduras ubicadas en la margen izquierda, utilizadas para la limpieza del embalse, de 2,10 m y 1,90 m de ancho y una profundidad de 0,60 m. Actualmente el cierre de las mismas se realiza mediante troncos y bolsas de arena, razón por la cual se decidió la instalación de dos compuertas abatibles de accionamiento manual, que se operarán durante los períodos de crecientes y según las necesidades de caudales a derivar.

Las dos compuertas abatibles, una de 2.100 mm de ancho por 600 mm de altura y otra de 1.900 mm por 600 mm estarán conformadas por un escudo de chapa, convenientemente reforzado por perfiles normalizados, que pivotarán alrededor de dos ejes colocados en la parte inferior y se apoyarán y deslizarán en dos sectores circulares, que cubrirán el área de carrera de las compuertas, y serán construidos en chapa de acero empotrados en el hormigón. (Plano N° IV.29)

La preparación de la superficie de las compuertas y piezas fijas, consistirá en un arenado que se realizará hasta lograr una superficie comercial “casi blanca” según Norma SSCP para posteriormente aplicar una base del tipo Zinc Rich y una terminación del tipo Epoxi bituminosa. El esquema de pintura se indica en el apartado IV.5.9.5.

En la construcción de las compuertas se utilizará chapa y perfiles de acero de calidad F24 según IRAM IAS U 500-503 o superior. Serán de construcción totalmente soldadas, siguiendo lo establecido en los procedimientos de soldadura implementados para este fin.

IV.4.5.- Válvulas de derivación.

En las cámaras de transición se instalarán válvulas de control para la derivación o limpieza. Estas válvulas se montarán en conductos de 200 mm de diámetro y serán del tipo mariposa de diseño moderno, que permita lograr elementos mas livianos y simples, con menores costos de provisión y mantenimiento.

Las válvulas serán de cuerpo de fundición gris o nodular con asiento elástico y cuerpo plano con pestaña integral. El disco será de acero inoxidable, fijado al eje mediante tornillos

de idéntico material.

Estas válvulas con asiento elástico que se cierran por la interferencia entre el asiento y el disco, al rotar éste, tiene una serie de ventajas como ser mas livianas, requieren un menor espacio para su operación, una construcción resistente que asegura un excelente rendimiento, el mantenimiento durante toda la vida útil es mínimo, y en caso de ser necesario el reemplazo de alguna de sus partes, su desmontaje y montaje por la sencillez de su construcción es muy rápido, etc.

Las válvulas estarán provistas de dos tramos de tubería de acero de 200 mm de diámetro, bridadas en ambos extremos con bridas ANSI 125/150, DIN 10, permitiendo de esta forma y mediante adaptadores, empalmar con cañerías de cualquier material de acuerdo a las necesidades futuras.

IV.4.6.- Rejillas de Protección.

Para mejorar la seguridad de las obras fundamentalmente en las cámaras, se ha previsto la instalación de rejillas de protección. Estas consisten en planchuelas de acero de 3 mm por 38 mm, soldados en marcos metálicos contruidos con perfiles normalizados PNL 40x40x4 que se apoyan en perfiles empotrados en la obra civil. (Plano N° IV.30)

IV.4.7.- Escaleras de Mantenimiento.

Las escaleras de acceso al muro vertedor se construirán con barras redondas de 20 mm de diámetro, soldadas a planchuelas metálicas de 6,35 por 38,1 mm, las que se fijan a la obra mediante brocas de anclaje.

IV.5.- ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

En este apartado se consignan algunas especificaciones técnicas que deberán ser tomadas durante la construcción de las obras, bajo la suposición de que las mismas serán ejecutadas por Administración. Estas instrucciones generales deberán estar siempre sujetas a lo que decida la Dirección.

Asimismo, y contemplando las dificultades que puedan presentar la ejecución de las obras de hormigón, para el caso de ser necesario, se prepararon especificaciones que permitan realizar una licitación o concurso para este rubro.

IV.5.1.- Limpieza y Replanteo

IV.5.1.1.- Limpieza

La limpieza consistirá en cortar las malezas, eliminar todos los árboles y arbustos con sus raíces, retiro de escombros y remoción de todo otro impedimento natural o artificial, material perecedero, incluso los árboles caídos y troncos que puedan observarse en la superficie del terreno, dentro de las áreas consideradas para el proyecto.

El desraizado implicará el retiro y eliminación de todos los troncos, raíces y vegetación hasta una profundidad de 0,40 m por debajo de la superficie del terreno.

Los materiales resultantes de la realización de las operaciones de limpieza deberán ser retirados de la zona de las obras a los lugares que indique la Dirección.

El desbozo consistirá en retirar y eliminar de la superficie de las canteras, áreas de yacimientos y áreas de fundaciones para las obras permanentes, toda la tierra vegetal que contenga humus, cepas, raíces, malezas y otras sustancias vegetales, y todo otro material perecedero. El material desbozado deberá ser depositado en las áreas indicadas por la Dirección, depositando cuidadosamente la tierra vegetal para su utilización posterior.

Los árboles y plantas existentes fuera de los límites de las excavaciones u otras construcciones no podrán cortarse sin autorización de la Dirección. Será por cuenta del Encargado

del Dique el cuidado de los árboles y plantas que deban quedar en su sitio y tomará las providencias necesarias para su conservación.

Se definen como árboles a los fines de la disposición anterior, a los vástagos plantados y a los árboles que tengan una circunferencia mayor de 0,50 m medido a 1,00 m sobre el nivel del terreno natural.

Se deberá asegurar la eliminación de las aguas, facilitando su evacuación en los lugares vecinos que puedan recibirlas, garantizando el alejamiento hasta los desagües naturales.

IV.5.1.2.- Replanteo de las Obras.

El replanteo de las obras se efectuará de acuerdo a los puntos de referencia planimétricos y altimétricos que figuren en los planos de proyecto y se encuentren materializados en el terreno.

En el proyecto se incluyen planos correspondientes a Topografía e Ingeniería de Diseños, donde han quedado indicados los puntos, con sus respectivas coordenadas, que conformarán la base para la ejecución de las obras.

Una vez que efectivamente se inicien las obras, se establecerán puntos fijos de referencia planialtimétrica, sobre cuya base se procederá a replantear los puntos límites que definen los ejes de las diferentes obras, de acuerdo a los planos, a las tolerancias y modos de materialización que se establecen.

Se deberá tener especial cuidado por el fiel y correcto replanteo de las obras, a partir de los puntos de referencia, como así también por la exactitud de la ubicación, niveles, dimensiones y alineaciones de todas las partes de la obra.

Las coordenadas de los puntos definitivos replanteados, servirán para una verificación hidráulica que deberá realizarse.

Al terminarse las operaciones del replanteo, ya sea parcial o total, se labrará un acta en la que se hará constar lo siguiente:

- a) Lugar y fecha.

- b) Denominación y ubicación de las obras replanteadas.
- c) Nombre de los actuantes.
- d) Observaciones que se estime necesario formular, sobre el sistema de puntos de referencia.

El Encargado del Dique deberá proteger y conservar cuidadosamente todos los puntos de referencia de cotas, estacas, marcas de pendientes, taludes de muros, mojones y demás señales utilizadas en el replanteo de las obras. Cuando por exigencias de las obras se deba proceder a su remoción o cobertura, se establecerán puntos sustitutivos y auxiliares, realizando las mediciones que resulten necesarias.

A partir de lo indicado anteriormente, se deberá delinear en el terreno los ejes de las obras, así como ubicar y amojonar los límites de las mismas, de las zonas a limpiar, y de las excavaciones a ejecutar.

En la ubicación de las marcas de referencia planimétricas y altimétricas se deberá tener en cuenta el proceso constructivo y el espacio necesario para instalación, movimiento de los equipos de trabajo y depósito de materiales; de modo que quede asegurada la permanencia y la necesaria visibilidad de dichas marcas durante toda la construcción de la obra.

Además de las marcas iniciales, se materializarán nuevos puntos de referencia a medida que avancen los trabajos, vinculados a los originales y con las mismas tolerancias establecidas anteriormente, con el objeto de obtener el fácil replanteo y control del proceso constructivo.

Los puntos de referencia planimétricos que materialicen alineamientos importantes, tales como ejes de las obras de hormigón, vértices, etc., serán mojones de hormigón armado de una sección no menor de 12 x 12 cm, con una longitud mínima de 60 cm, que se colocarán enterrados 50 cm o solidariamente al terreno, mediante hormigón o anclaje adecuado.

En su parte superior llevarán un caño centrado vertical que permita alojar en su interior el azuche de un jalón de referencia para el apunte.

Un tapón con una cruz o señal céntrica colocado en el caño, permitirá a su vez el correcto centrado del instrumento de medición.

En caso de alineamientos largos, se deberán colocar puntos de líneas intermedios, a distancias no mayores de 100 m y en los puntos de quiebre de pendiente, si resultare necesario para asegurar la visibilidad entre las marcas extremas del alineamiento. Estos puntos de línea serán del mismo tipo antes indicado.

Los puntos fijos altimétricos serán asimismo mojones de hormigón de las dimensiones mínimas indicadas, y en su cara superior llevarán un bulón empotrado de cabeza hemisférica, a cuyo punto superior corresponde la cota del punto fijo.

Tanto los mojones de referencia planimétricos, como los puntos altimétricos, llevarán placa identificatoria con una letra indicativa (V para vértice, PL para punto de línea, E para ejes, PF punto fijo), seguida de un número de individualización. Las placas se colocarán en la cara superior o en una de las caras laterales y la grabación deberá permitir la clara lectura de la identificación. Se deberá mantener permanentemente en el obrador y en la Dirección, un listado completo de los puntos de referencias con croquis y planillas de los valores de relacionamiento entre los mismos y las vinculaciones a las obras a replantear (coordenadas, distancias horizontales, ángulos, cotas de puntos fijos, etc.).

Se deberá emplear estacas de madera o pedazos de hierro solamente para las señalizaciones provisionales o densificación de puntos intermedios en los alineamientos.

IV.5.2.- Excavaciones

Para los trabajos a ser ejecutados se deberá prever todo lo referente a mano de obra, materiales, equipos, transportes, desagotes, etc., para la excavación y remoción de suelos en las obras permanentes y yacimientos, tal como se indique en los planos del proyecto.

IV.5.2.1.- Generalidades.

Bajo la denominación común de excavaciones se considerará todo trabajo de extracción de rocas o suelos de cualquier naturaleza que fuere necesario efectuar para llegar a las cotas y líneas de fundación de las estructuras, a las cotas de fundación de canales y tuberías, trin-

cheras o excavaciones en general, respetando en lo posible los planos del proyecto.

El producto de las excavaciones será depositado:

- a) En el caso de material a ser desechado, en *Escombreras*. La ubicación de las mismas serán las que oportunamente indique la Dirección y, siempre que no se indique expresamente lo contrario, los materiales serán ubicados fuera de la zona de obra, de modo que no se produzcan interferencias en la misma.

De resultar estas escombreras situadas fuera de la zona del emplazamiento, las mismas serán terminadas superficialmente, en forma tal que presenten un agradable aspecto final y una total integración con el medio.

- b) En el caso de materiales a ser utilizados en obra, en áreas denominadas *Acopios*, propuestas por la Dirección.

IV.5.2.2.- Límite de las Excavaciones y Taludes.

Las excavaciones se harán hasta las profundidades y con los taludes o secciones indicadas en los planos, o serán fijados en definitiva por la Dirección, de acuerdo con las condiciones del terreno que vaya descubriendo la excavación.

En la zona del salto sky del muro vertedero, la Dirección definirá los niveles de excavación de acuerdo a los requisitos que deben cumplir.

Las excavaciones para cualquier estructura incluirán la excavación necesaria para asegurar la estabilidad de los taludes, por lo que se deberá efectuar todos los trabajos que sean necesarios para asegurar que todas las superficies excavadas se mantengan estables y en condiciones de seguridad.

En los lugares de excavación que puedan presentar un considerable aporte pluvial, las mismas se efectuarán de manera de no dejar depresiones susceptibles de transformarse en lagunas. A tal efecto los lugares que se encontraren en estas condiciones serán provistos de los desagües necesarios que impidan la formación de tales lagunas.

IV.5.2.3.- Excavaciones en Exceso y Derrumbes.

Si la excavación se realizara fuera de los límites y niveles que se indican en los planos, o se produjeran derrumbes en excavaciones temporarias que excedan los límites y niveles que se indican, se deberá realizar los trabajos necesarios para reponer los límites del suelo sobreexcavado, implicando ello la remoción del material y la adopción de todas las medidas que fueran necesarias para garantizar la estabilidad y las cotas y progresivas de las excavaciones proyectadas.

En el caso de que se produjeran derrumbes en excavaciones permanentes serán de aplicación los párrafos anteriores si los derrumbes fueran ocasionados por el método de trabajo o por cualquier actividad no permitida o perniciosa que se desarrolle o por no haber tomado los recaudos necesarios para evitar el derrumbe.

IV.5.2.4.- Materiales Provenientes de Excavaciones.

Los materiales excedentes de las excavaciones y cualquier otro material desechable, excedente y/o desperdicios, deberán ser retirados y volcados en escombreras destinadas a tal efecto.

Las escombreras deberán ajustarse a las siguientes condiciones:

- a. Deberán estar ubicadas en lugares que no perjudiquen a terceros ni a las obras, y que afecten lo menos posible al paisaje del emplazamiento, tanto durante la ejecución de las obras como después de su terminación.
- b. Preferentemente se tratará de usar los escombros para rellenar áreas bajas.
- c. No contaminarán las aguas del río ni obstaculizarán su curso.

Al finalizar la obra la parte superior de las escombreras deberá quedar cubierta y nivelada y con taludes estables y con apariencia final agradable. Los desperdicios y cualquier otro material que no proceda de las excavaciones, deberán cubrirse con no menos de 0,50 m de escombros de la excavación.

Cuando los materiales provenientes de las excavaciones sean destinados a la formación de rellenos, terraplenes, etc. se transportarán y descargarán directamente en su lugar de utilización definitiva. Si esto no fuera posible se lo hará en lugares de depósito temporario.

IV.5.2.5.- Excavación Común.

Las excavaciones comunes para obras permanentes serán ejecutadas hasta los límites que figuran en los planos, pudiendo ser modificados al igual que las dimensiones de las excavaciones durante la construcción, si así lo exigen las condiciones del terreno o la seguridad de las obras, y sea dispuesto por el Encargado de Obra. A tales efectos, debe tenerse en cuenta como norma general que las excavaciones para cualquier estructura deben incluir las excavaciones adicionales necesarias para asegurar la estabilidad de taludes y que las superficies excavadas deben recortarse de manera que se mantengan firmes y en adecuadas condiciones de seguridad.

La capa superior de terreno y los suelos orgánicos, se considerarán no aptos para fundaciones y deben ser excavados.

IV.5.2.6.- Métodos y Plan de Trabajo.

La Dirección propondrá los métodos de trabajo que considere más adecuados, así como el plan conforme al cual se propone desarrollar las excavaciones. Tanto los métodos como el desarrollo propuesto deberán ser adecuados al cumplimiento de las presentes especificaciones.

IV.5.3.- Preparación y Tratamiento de Fundaciones

Comprende esta sección los trabajos a ser ejecutados para preparar fundaciones, en todo el desarrollo de la obra, según lo indicado en planos del proyecto.

IV.5.3.1.- Generalidades.

Los trabajos especificados en esta sección comprenderán:

- a) Limpieza y preparación de las superficies de fundación para posibilitar el apoyo de las

estructuras correspondientes.

- b) Tratamiento de fundaciones previo a la fundación de las estructuras.
- c) Refuerzo de taludes de excavación, si ello resultara necesario para el correcto y seguro desarrollo de los trabajos.

Todas las superficies de fundación destinadas a estructuras permanentes de hormigón, serán desagotadas. Así también deberán retirarse materiales blandos o desechos y todo otro elemento perjudicial.

IV.5.3.2.- Limpieza de Fundación.

Antes de colocar cualquier tipo de estructura, sea o no de hormigón, la fundación en todo su largo y ancho deberá ser limpiada debidamente, eliminándose acumulaciones de barro y limo, vegetación, sedimentaciones o estancamiento de agua superficial, restos de morteros o lechadas que pudieran recubrir la superficie y otros materiales perjudiciales.

Ejecutadas las protecciones y refuerzos que puedan resultar necesarios, se procederá a la remoción y limpieza de la fundación, sobre la que apoyará la obra.

Asimismo, se deberá homogeneizar en lo posible todo el plano de fundación, rellenando todas aquellas cavidades u oquedades existentes en el lecho, mediante hormigón, o suelo de acuerdo a las características que se presenten.

IV.5.3.3.- Tratamientos Protectores.

Siempre que exista peligro de desmoronamientos o degradación de las superficies para fundación o de taludes permanentes, por acción del aire u otros agentes atmosféricos o por agentes mecánicos, serán practicados trabajos de tratamiento protectores.

Los tratamientos a ser aplicados, serán en cada caso los que por razones geológicas se consideren más convenientes. Los mismos resultarán de un único tipo o el producto de la combinación que corresponda de acuerdo a las necesidades planteadas.

IV.5.4.- Rellenos y Terraplenes

Para la ejecución de terraplenes y rellenos, se deberá prever con la debida anticipación de los materiales, mano de obra, equipos y todos los trabajos necesarios previstos en el proyecto.

IV.5.4.1.- Generalidades

Bajo la denominación de *Rellenos y Terraplenes* se considerarán todos los trabajos necesarios para construir terraplenes, rellenos especiales, terraplenes de protección para tuberías o canales, rellenos sobre tuberías, etc. Todos estos trabajos, se ejecutarán de acuerdo con las dimensiones y cotas indicadas en los planos del proyecto, salvo indicaciones en contrario de la Dirección.

También se incluyen en la presente sección los trabajos para la ejecución de drenes y filtros, así como los correspondientes a las protecciones de taludes.

Será responsabilidad del Encargado del Dique el mantenimiento de los terraplenes y sus protecciones desde el momento de su ejecución hasta la posterior puesta en servicio de las obras.

IV.5.4.2.- Obtención de los Materiales.

Comprende todo el trabajo necesario para la obtención de los materiales a colocar en los rellenos y terraplenes, debiéndose prever la obtención de la totalidad de los materiales que sean necesarios para la ejecución de los trabajos especificados.

Es conveniente que la obtención de los materiales necesarios para la construcción de los terraplenes, así como los materiales para la construcción de terraplenes, rellenos, camas de asiento y producción de áridos para hormigón, se realice en zonas cercanas a la obra a los efectos de evitar excesivos costos de transporte.

El criterio para seleccionar los yacimientos a utilizar contemplará asimismo que los mismos produzcan una mínima afectación al medio natural circundante.

Para los trabajos de terraplenamiento en las zonas de conducción, los materiales a utilizar podrán ser los que se obtienen a partir de las excavaciones para el perfilado de la sección, lo que permitirá conformar el perfil definido.

IV.5.4.2.1.- Limpieza y Destape.

Se deberá limpiar las superficies de todos los yacimientos, canteras, lugares de acopio y todo lugar donde se requiera una limpieza, antes de excavar o colocar materiales o disponer de los materiales de desecho.

Asimismo se deberá destapar y extraer de tales áreas todo el material vegetal, tierra vegetal, tierra negra, materiales finos, gredas y otros materiales inapropiados, libre de vegetación hasta terminar las operaciones de excavación en ese área. Los materiales provenientes del destape y excavación que no resulten apropiados como materiales para la construcción, serán depositados en áreas adyacentes a los préstamos y una vez finalizados los trabajos de excavación se utilizarán para cubrir el área excavada uniforme y prolijamente.

IV.5.4.2.2.- Excavación.

Los materiales serán excavados y seleccionados en forma tal de mantener dentro de un mínimo las variaciones de granulometría. Esto requerirá que la excavación sea llevada a cabo de tal modo, que los materiales de profundidades diferentes en el área de préstamo sean continuamente mezclados y acopiados en filas de tamaño suficientemente grande para asegurar el carácter homogéneo del material antes de su transporte a la zona de obra.

A efectos de impedir que los materiales de los yacimientos tengan un contenido de humedad en exceso respecto a lo adecuado para la construcción de los terraplenes, se deberá drenar efectivamente todas sus áreas de préstamo.

Los materiales granulares extraídos bajo agua pueden ser acopiados en tiempo suficientemente largos antes de su transporte para reducir el contenido de agua.

Algunos materiales podrían requerir ser procesados antes de su colocación en los terraplenes para obtener las granulometrías adecuadas.

IV.5.4.3.- Ejecución de Terraplenes

Esta cláusula cubre todo el trabajo de colocación, distribución y compactación de los materiales necesarios para la construcción de los rellenos y terraplenes. Se deberá colocar los materiales dentro de las zonas y áreas indicadas en los planos, así como en aquellas dispuestas por la Dirección, desparramarlo, humedecerlo, escarificarlo, perfilarlo y tratarlo de acuerdo con los requerimientos.

Cualquier material colocado dentro de una de estas zonas y que no satisfaga los requerimientos especificados para la misma, será retirado y enviado al área de escombreras. Dentro de cada zona, los materiales serán colocados de acuerdo con los requerimientos. No será colocado dentro de los terraplenes ninguna raíz, maleza, suelo vegetal u otra materia orgánica.

La distribución y gradación de los materiales colocados dentro de cada zona será tal, que estos terraplenes queden libres de lentes, bolsones o capas de materiales que difieran substancialmente en textura o gradación de los materiales que lo rodean.

El efecto combinado de la descarga con desparramo será tal, que los materiales se mezclen para asegurar homogeneidad en cada una de las zonas. Las sucesivas cargas de material deberán ser descargadas en sus respectivas zonas o ubicaciones en forma de producir la mejor y más practicable distribución.

Los tamaños de material mayores que el máximo permitido especificado deberán ser retirados antes que estos materiales sean compactados y serán colocados en zonas apropiadas.

La descarga y desparramo de los materiales será realizada con las unidades de transporte y distribución de tal manera de no dejar espacios en el mismo entre las sucesivas descargas. Los vehículos de transporte deberán ser dirigidos en forma tal de no seguir las mismas huellas, y desparramar el material regularmente sobre la superficie.

IV.5.4.3.1.- Preparación de las Superficies de Fundación.

No se colocará material alguno en ninguna parte de la fundación, hasta que la superficie de la misma haya sido definida como adecuada para la colocación del material.

Salvo expresa indicación en contrario, no se colocará ningún material en parte alguna de las fundaciones, hasta que dicha parte de la fundación esté desagotada. Toda excavación o cavidad existente dentro del área a ser cubierta por la obra y que se extienda por debajo de la superficie destinada a la fundación, deberá ser llenada con material que cumpla con los requerimientos indicados para la zona ubicada inmediatamente encima de dicha fundación.

Cuando estas superficies de fundación sean demasiado secas o demasiado lisas para constituir el contacto apropiado con la primera capa del material a colocarse sobre ellas, las mismas serán humedecidas y trabajadas con escarificadores, rastras u otro equipo adecuado, en la profundidad y extensión suficientes para proveer una superficie de contacto satisfactoria, antes de colocar la primera capa de material.

Cuando esta superficie de fundación así preparada, sea demasiado húmeda para la compactación apropiada de las primeras capas de material a ser colocado sobre ellas, el material superficial deberá ser removido para permitir que se seque, o trabajado con rastras, escarificadores u otro equipo apropiado para reducir el contenido de agua a límites aceptables, y luego recompatado antes de colocar la primera capa del material.

El material suelto será retirado de la totalidad del área indicada, a fin de exponer un área adecuada.

Para superficies de fundación en material aluvional, se aceptará como superficie de apoyo aquella zona del aluvión que reúne los requisitos del material a colocar encima.

IV.5.4.3.2.- Distribución y Compactación.

Los materiales, una vez acondicionados y descargados, serán desparramados en capas continuas aproximadamente horizontales y compactados con el número de pasadas necesario. Se podrá incrementar o disminuir el espesor de capa o número de pasadas dependiendo de los resultados de compactación.

Se define como una cobertura de acción lograda, cuando todas las posiciones de la superficie de una capa han sido cubiertas una vez por la superficie de compactación del compactador. Una pasada está definida como el movimiento continuo del compactador en una sola

dirección.

La compactación de cada capa de material deberá ser ejecutada en forma continua, ordenada y sistemática de modo de asegurar la cobertura especificada para los compactadores. El compactado, en general, será realizado paralelo a la colocación del material. Se deberá emplear compactadores especiales en los lugares y ubicaciones donde es impracticable el uso del equipo y procedimiento normales. Estas ubicaciones incluirán las partes del terraplén adyacentes a estructuras, materiales colocados para rellenar excavaciones adicionales para fundación de estructuras, relleno sobre tuberías, etc..

Se deberán tomar las debidas precauciones cuando opera el equipo de compactación en zonas adyacentes a estructuras para evitar daños a las mismas, las que en ese caso deberán ser reparadas.

A fin de minimizar el efecto de las precipitaciones sobre el material ya colocado, para las épocas de lluvia, la superficie deberá ser nivelada, lo que facilitará un adecuado drenaje cuando deban suspenderse las operaciones debido a las precipitaciones.

Toda capa o capas, ya colocadas y compactadas, que haya sufrido cambios de densidad por efecto de las precipitaciones, equipos o cualquier otra razón, deberá ser retirada, colocada nuevamente y recompactada antes de que se reinicien las operaciones de colocación.

No se construirán terraplenes o rellenos contra estructuras de hormigón que no hayan alcanzado la edad de 28 días.

IV.5.4.3.3.- Ejecución de Terraplenes de Canalizaciones

Son incluidos dentro de la presente sección los trabajos necesarios para ejecutar los terraplenes a lo largo del canal de limpieza del desarenador y de protección lateral para la conducción de derivación.

Para este caso en particular el material utilizado para la ejecución de los trabajos será el procedente de las excavaciones, siempre que las características del material permitan el logro de condiciones aptas a los efectos del objetivo que deben cumplir el terraplén.

En todos los casos, y previo a la iniciación de los terraplenamientos, se procederá a la limpieza de las superficies de apoyo, lo que quedará incluido dentro de las tareas específicas. En este caso particular la excavación del suelo vegetal se hará exclusivamente en la zona correspondiente al canal y al terraplén lateral. A partir de la cota de fundación, posteriormente se iniciará la ejecución de los mismos, teniendo en cuenta que el material empleado para su ejecución no podrá ser en ningún caso material correspondiente a la capa vegetal superior, la que será retirada y posteriormente utilizada en zonas de parquización o forestación.

IV.5.4.4.- Lecho de Asiento del Rip-Rap.

El material para asiento de rip-rap se obtendrá por cribado y clasificación del aluvión del río Saltón.

Los constituyentes mineralógicos de las rocas que formen el material deberán ser suficientemente estables bajo las condiciones de trabajo a que estarán destinadas.

El material de filtro se colocará cuidadosamente, de tal manera de lograr idénticas condiciones de densidad relativa en la fundación y el asiento del rip-rap.

IV.5.4.5.- Materiales para Protecciones contra Erosión

IV.5.4.5.1.- Escollero o Rip-Rap

Excepto cuando se estableciera de otro modo en los planos del proyecto, la escollera o rip-rap consistirá en fragmentos de roca de la calidad o gradación especificados. Los fragmentos individuales de roca serán densos, sanos y resistentes a la abrasión, estarán libres de grietas, vetas u otros defectos que pudieran aumentar indebidamente su susceptibilidad a la destrucción por acción del agua y las heladas. Los fragmentos de roca del rip-rap serán de forma angulosa y no lajosa.

Los límites de las protecciones pueden estar sujetos a variación, para la mejor distribución de los materiales provenientes de canteras y/o adaptación a las cotas del terreno natural y de la fundación.

No se deberá incluir ningún material o resto de origen vegetal como ser raíces, troncos o maleza ni tampoco suelos de origen orgánico.

No se iniciará la colocación de los materiales que constituyen las protecciones hasta tanto se haya limpiado o acondicionado el área de fundación, aún cuando se trabaje bajo agua.

Cuando sea posible, los materiales apropiados para la construcción serán colocados directamente en su lugar definitivo. De no ser esto posible, se formarán pilas de almacenamiento para ser utilizados en el momento oportuno.

IV.5.4.5.1.1.- Colocación y Compactación de los Materiales para Protección

Los materiales de protección se colocarán en los espesores nominales señalados en este estudio. Los fragmentos de roca no serán compactados, sino volcados y colocados de manera de asegurar que los fragmentos mayores de roca queden uniformemente distribuidos, que los fragmentos más chicos sirvan para rellenar los espacios entre los fragmentos más grandes y que resulten capas compactas y uniformes de escollero de los espesores especificados, sin segregaciones.

El trabajo incluye la utilización de barretas y otras herramientas manuales de cantera, y equipos mecánicos adecuados, para la acomodación de las piedras de todo tamaño en la posición más favorable.

A los efectos que se posea una guía visual permanente de la granulometría a utilizarse antes de iniciar su construcción, es conveniente revestir un área patrón de por lo menos 20 metros cuadrados de enrocado del espesor indicado, constituido por un material que cumpla exactamente con estas especificaciones, para lo cual el tamaño de cada una de las piedras será medido individualmente, combinándolas luego, en las proporciones adecuadas.

IV.5.4.5.2.- Gaviones de Piedra Embolsada con Alambre Tejido

Se construirán en todas las zonas indicadas en los planos del proyecto. En general están previstos para controles de erosión y, cuando se prevean para umbrales de fondo, deberá colocarse un geotextil que cumpla las condiciones de un material de filtro.

Relleno: El relleno es conveniente que sea efectuado manualmente, dejando el mínimo porcentaje de vacíos, asegurando así el máximo de peso. Para los gaviones caja, se realizará el relleno de las extremidades hacia el centro.

Colocación de Tirantes: Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas, deben ser reforzados mecánicamente, para evitar que se deshile la malla y para que adquiera mayor resistencia.

Para los gaviones caja, durante el relleno, deberán ser colocados tirantes de alambre de la siguiente manera: se rellena cada celda del gavión hasta un tercio de su altura y se colocan dos tirantes perpendiculares uniendo las paredes opuestas, con los extremos atados alrededor de dos nudos de la malla. Se repite este procedimiento cuando el gavión este lleno hasta dos tercios.

En caso que los gaviones sean llenados previamente, y se levantan para su colocación; deben colocarse tirantes horizontales entre las paredes de cada celda y tirantes verticales entre el fondo y la tapa.

Cierre: Una vez llenados los gaviones se doblará la tapa, y en el caso de las colchonetas, se colocará la tapa sobre la base. Posteriormente se cose la tapa a los borde superiores de la base y de los diafragmas.

En el caso de los gaviones saco, se cierra con costura continua uniendo los bordes laterales.

Los gaviones caja vacíos, colocados arriba de una camada ya terminada, deben ser cosidos a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos para lograr un contacto continuo entre los mismos que asegure la monoliticidad de la estructura.

IV.5.4.5.3.- Geotextiles.

El geotextil a utilizar por debajo de gaviones cumplirá al menos con las siguientes características y normas: resistencia mínima a la tracción (carga concentrada), 700 N (ASTM D 4632, Método Grab); elongación mínima en la ruptura: 60 %, resistencia mínima al punzado: 440 N (ASTM D 4833), resistencia mínima al reventado: 2,00 Mpa (ASTM D 3786).

Con respecto a las propiedades hidráulicas, tendrá una abertura de filtración comprendida entre 0,21 y 0,10 mm (AFNOR G 38017), y una permeabilidad normal mínima de 0,15 cm/s (ASTM D 4491).

Se deberá tener especial cuidado en verificar que las mantas estén exentas de defectos tales como zonas raleadas, agujeros o acumulación de filamentos.

Si durante o posteriormente a la colocación del geotextil, este sufriera deterioros, deberá ser cambiado.

IV.5.4.5.3.1.- Colocación

Para la colocación del geotextil, el terreno deberá estar libre de todo elemento punzante y/o cortante que pudiera dañarlo. Todo material extraño deberá ser removido y toda hendidura rellenada, manteniendo una superficie lisa y uniforme.

El terreno, después de la excavación prevista, deberá compactarse para asegurar un buen asentamiento, y estará en condiciones sólidas, limpio, seco y liso.

Durante la colocación se deberá evitar la formación de arrugas y ampollamientos con contenido de aire u otro material, debiendo quedar la superficie del geotextil colocado perfectamente alisado.

Se respetarán las recomendaciones sobre longitudes de empalmes indicadas por el fabricante para el tipo de geotextiles a proveer.

IV.5.5.- Caños de Hormigón Simple

Los caños de hormigón simple serán ejecutados dentro de moldes de esmerada construcción. Los moldes ofrecerán la debida resistencia para evitar deformaciones durante la ejecución de los caños y el proceso de fraguado. El hormigón empleado debe poseer una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa en probetas cilíndricas ensayadas a los 28 días.

La cantidad de cemento será de 400 kg/m³, y la cañería responderá a la *Norma para la*

fabricación y recepción de caños y piezas de conexión de mortero de cemento y de hormigón simple" de Obras Sanitarias de la Nación.

En lo que respecta a longitudes y medidas externas, las cañerías y piezas especiales se ajustarán a la *Planilla de tipificación de caños y piezas de conexión de mortero de cemento y de hormigón simple* de O.S.N.. Los espesores de los caños que estarán en función del diámetro interno, serán determinados por Norma IRAM N° 1517, siendo además de aplicación la Norma IRAM N° 11513.

Los caños podrán utilizarse en obra, una vez transcurridas cuatro (4) semanas desde su hormigonado.

Respecto a las dimensiones internas del enchufe y externa de la espiga, serán establecidas por la Dirección, quien deberá aprobar tanto los caños como las piezas especiales, antes de comenzar la instalación de los mismos.

Se emplearán en todos los casos materiales de primera calidad. De no satisfacer los materiales las especificaciones precedentes los mismos serán considerados no aptos para su empleo en obra y retirados de inmediato.

Los accesorios y juntas a utilizarse responderán íntegramente a las indicaciones dadas en los planos correspondientes y/o la Dirección.

IV.5.5.1.- Acondicionamiento de Zanja

La cañería debe asegurar un buen servicio, sin deficiencias, durante la vida útil del proyecto, por lo que se requiere asegurar un alojamiento de la cañerías adecuado realizado de acuerdo con los lineamientos siguientes.

El fondo de zanja debe ser regular y uniforme, obedeciendo a la pendiente prevista en el proyecto. Las eventuales depresiones deben ser rellenadas con material granular adecuado, convenientemente compactado, de modo de obtenerse las mismas condiciones de resistencia del fondo.

Cuando el fondo de la zanja estuviese constituida por arcilla, y a los fines de evitar el

asentamiento de los caños, deberá ser ejecutada una fundación, como por ejemplo una capa de hormigón pobre o de ripio convenientemente dispuesta y compactada capaz de asegurar que no habrá asentamientos.

En el caso de rocas, o donde existan grandes piedras sueltas, las excavaciones deberán hacerse hasta debajo del nivel inferior de la cañería, para que sea posible la ejecución de una zanja de material granular por lo menos de 20 cm. bajo de los caños.

En general los conceptos principales a tener en cuenta por el Encargado de Obra con relación a la ejecución de zanja para cañerías son:

1.- Ancho de excavación: En caso de tener que practicarse sobreexcavaciones al cajero del canal existente para la colocación de las tuberías, el ancho de zanja debe ser el menor posible compatible con un correcto trabajo de ejecución de los trabajos de colocación, y teniendo en cuenta que en el futuro se podrá ejecutar paralelamente una conducción similar.

2.- Subexcavación: Cuando por razones de seguridad, por la naturaleza del terreno u otras, sea necesario cavar zanjas con paredes laterales inclinadas, o zanjas que sean considerablemente más anchas que lo estrictamente imprescindible para colocar el caño, se deberá ejecutar una subexcavación angosta. De esta forma se minimizará el empuje vertical sobre el caño, en zonas donde se prevé la conducción enterrada, puesto que el ancho de zanja que interviene en el cálculo de la carga es medido sobre la generatriz superior del caño.

3.- Fondo de excavación: El fondo de zanja debe ser plano y estar libre de materiales de gruesa granulometría, y después deberá ser compactado convenientemente respetando la pendiente prevista en el proyecto.

4.- Lecho: En este caso de cañerías de hormigón, el fondo de zanjas debe ser regular y uniforme, obedeciendo el declive previsto en el proyecto. Sobre el fondo de zanja y a los fines de acondicionarla proveyendo un adecuado apoyo uniforme longitudinal al caño se ejecutará un "lecho" de un espesor de entre 20 y 30 cm, con la debida compactación. En ningún caso podrá tener un espesor del lecho menor a 20 cm en su tendido.

Las eventuales depresiones deben ser rellenadas con material granular adecuado, convenientemente compactado, de modo de obtenerse las mismas condiciones de resistencia del

fondo de zanja normal, antes de la ejecución del lecho.

Sobre el lecho, en correspondencia con cada junta y donde el actual canal excavado no tenga dimensión suficiente, serán previstos nichos para permitir el apropiado ensamble de los caños cuidando que el resto de los mismos apoye uniformemente en dirección axial.

5.- *Cuna*: El factor más importante que afecta el comportamiento del caño y su deflexión (ovalamiento) es la llamada zona de acunado y su densidad. Se requiere por lo tanto el mayor cuidado en la ubicación y consolidación del material debajo del caño. Si se hubiera utilizado como lecho material de grano grueso, se deberá continuar con el mismo en la zona de la cuna por lo menos hasta alcanzar el nivel del diámetro horizontal del caño.

6.- *Relleno inicial*: El relleno inicial, en los tramos de tuberías enterradas, será continuado hasta una altura de 15 cm sobre el nivel de la clave del caño. Si el relleno final tuviere piedras con diámetros superiores a 15 cm que eventualmente pudieren dañarlo por impacto, sea en la tarea de colocación o en la accidental caída desde los taludes laterales, se aumentará la altura exigida a partir de la clave a 30 cm.

7 - *Suelo circundante al caño* : Los materiales utilizados como envolventes al caño, en los tramos de tubería enterrada, serán objeto de la mayor consideración, utilizándose a estos fines arenas o suelo granular.

En orden en su aptitud, salvo especificación en contrario de la Dirección, los suelos que podrán utilizarse son:

- a) Material pétreo de 6 a 20 mm graduado . En caso de zanjas en suelos finos al tamaño máximo se limita a 6 mm.
- b) Arena gruesa y grava (GW , GP , SW y SP) , tamaño máximo 30 mm . Las arenas y gravas limpias o en el límite entre limpias y con fino , es decir aquellas cuya fracción fina está acotada entre el 5 y el 12% , pueden ser incluidas en esta clase de materiales.
- c) Arena fina , mezclas de gravas arcillosas - arenas finas , mezclas arcillas - arenas (GM, GC , SM, SC) . Tamaño máximo 30 mm .

- d) Limo , arcillas limosas , arcillas . Se consideran en esta categoría limos y arcillas inorgánicas de medios y altos índices de plasticidad y limite líquido (MH, ML , CH y CL). Estos tipos de suelo comprometen un cuidadosísimo análisis en el diseño y elección tanto del grado como el método de compactación.

No se debe utilizar bajo ningún concepto suelos orgánicos así como suelos que contienen terrones, escombros o piedras mayores de 30 cm.

IV.5.5.2.- Compactación de Zanjas

1.- Métodos de Compactación.

Se enuncian a continuación de los métodos de compactación que podrán utilizarse en las zonas de tubería enterrada, de modo de asegurar la estabilidad a la deflexión u ovalamiento de las cañerías.

- a) Angular, procesado, materiales granulares: En la generalidad de los casos con su caída libre se logra una densidad aceptable, aunque se deberá tener especial cuidado durante la ejecución de la cuna a los efectos de asegurar suficiente material en esa zona .
- b) Suelos granulares, limpios (fracción fina $<5\%$): La máxima densidad se logrará por apisonado, vibración o saturación. Si se recurre a vibradores internos la altura de cada una de las sucesivas capas de relleno estará limitada a la penetración de aquellos. En el caso de usarse superficiales, el relleno se ubicará en capas de 15 a 30 cm de profundidad.

La alternativa de saturar estará estrictamente condicionada a la capacidad filtrante del material existente y deberá ser expresamente autorizada por la Dirección.

- c) Suelos de grano grueso conteniendo o no pequeñas cantidades de fino .

Suelo de grano grueso con finos ($5\% < \text{fracción fina} < 12\%$): Para esta tipología de suelos, la densidad de diseño se alcanza mediante apisonado manual o mecánico, saturación o vibración en capas de 15 a 20 cm de profundidad cada una .

Suelo de grano grueso con finos (fracción fina $>12\%$): La compactación de diseño se

alcanza mediante apisonado manual o mecánico . El relleno deberá ser en capas de 10 a 15 cm de espesor cada una .

- d) Suelos de granos finos : Se compactarán mediante apisonado manual o mecánico.

2.- Sistemas de Compactación.

- a) Apisonado y vibración: Los suelos que requieren este tipo de compactación, generalmente alcanzan una densidad máxima con un mínimo esfuerzo, siempre y cuando se controle el contenido óptimo de humedad.
- b) Saturación: Si el método adoptado para densificar un suelo fuere su inundación, deberá tenerse cuidado de proveer el correspondiente drenaje, además de tomarse las medidas correspondientes para impedir la flotación de la cañería tendida, usándose solamente el agua necesaria para lograr la saturación del suelo. Durante su ejecución también se evitará que el flujo del agua erosione el apoyo de las cañerías. Entre cada operación de inundación se deberá esperar el tiempo necesario para permitir el drenaje y solidificación del suelo , por lo menos para que este admita el peso de los operarios
- c) Proceso y equipo de compactación: Se debe tener cuidado de evitar el contacto entre el equipo de compactación y el caño.

El relleno inicial será continuado hasta una altura de 15 cm por encima de la clave del caño.

Si el material para el relleno final contuviera piedras de más de 15 cm de tamaño máximo que eventualmente pudieran dañar el caño por impacto durante el proceso de rellenado se aumentará la altura a 30 cm sobre la clave del caño.

Es importante destacar que se realizará muy poca o ninguna compactación en la proyección vertical del caño para evitar perturbar su apoyo. Además debe tenerse presente que por el "efecto arco" esta zona no contribuye a su capacidad portante.

No se usará equipo de apisonado directamente en la vertical del caño hasta que haya sido ubicado suficiente relleno como para asegurar que no lo dañará.

IV.5.5.3.- Carga Transporte y Descarga

Se deberá tener especial cuidado por un correcto ordenamiento de los caños en la caja de los vehículos que las transporten, de manera de evitar las roturas o deterioros en el curso del transporte.

Al producirse la descarga se evitarán los movimientos violentos, así como las cargas importantes sobre los tubos y choques con objetos duros y cortantes.

Los caños deben ser levantados y en ningún caso arrastrados por el suelo.

Se deben almacenar lo más cerca posible del lugar de trabajo.

El suelo donde se acopian los caños debe ser preparado nivelándolo y limpiándolo cuidadosamente.

IV.5.5.4.- Instalación de Cañerías

Las cañerías deben ser transportadas hasta la zanja con los mismos cuidados observados en la descarga y almacenamiento, debiendo permanecer a lo largo de la zanja el menor tiempo posible, a fin de evitar accidentes y roturas.

Los caños deben bajarse a la zanja impidiéndose su arrastre por el suelo y principalmente choques en sus extremidades con cuerpos rígidos.

Los caños deben ser colocados con su generatriz inferior, coincidiendo con el eje del lecho de la zanja, de modo de que las hembras queden en las excavaciones previamente preparadas, asegurando un apoyo continuo del cuerpo del tubo .

IV.5.5.5.- Inspección

Los caños serán examinados y limpiados con esmero, antes de proceder a su colocación con especial atención. Los caños serán trasladados con cuidado y asentados en el fondo de las zanjas con enchufe en dirección opuesta a la pendiente. En el fondo de las zanjas se habrán dejado los huecos correspondientes a las salientes de los enchufes para permitir que el caño descansa sobre el suelo, con toda su longitud. A los huecos se le darán las dimen-

siones convenientes para permitir con comodidad la ejecución de las juntas.

Se tendrá especial cuidado de dar a las cañerías la pendiente indicada en los planos , calzando luego de practicadas las inspecciones hidráulicas de práctica, todas las cabezas y ramales para evitar el asentamiento de las cañerías al cubrirlas con tierra, donde así se ejecute.

En caso de decidirse por juntas de aro de goma, estas responderán a la norma IRAM N° 113.047.

La inspección de los caños en fábrica por la Dirección no exime al Encargado de Obra de la obligación de efectuar las reparaciones o cambio de los caños que acusaran fallas o pérdidas al efectuar las pruebas de las cañerías colocadas.

Las cañerías, de ser posible, se probarán en obra con cañería colocada en zanja sin relleno y la presión de 0,2 kg/cm².

La primer prueba, en zanja abierta, se efectuará llenando con agua la cañería y una vez eliminado todo el aire, llevando el líquido a la presión de prueba de dos metros de columna de agua que deberá ser medida sobre el intradós del punto más alto del tramo que se prueba.

Si algún caño o junta acusara exudaciones o pérdidas visibles, se identificará la misma descargándose la cañería y procediéndose de inmediato a su reparación. Las juntas que pierdan deberán ser rehechas totalmente, cualquiera sea el material de las mismas .

Los caños rotos o que acusen pérdidas considerables deberán ser cambiados .

Una vez terminadas las reparaciones se repetirá la prueba después de haber transcurridos por lo menos veinticuatro (24) horas , repitiéndose el proceso las veces que sean necesarias hasta alcanzar un resultado satisfactorio.

En el caso de que la Dirección hubiere decidido la utilización de juntas de hormigón, una vez comprobada la ausencia de fallas, se mantendrá la cañería con la presión de prueba constante de dos (2) metros de columna de agua durante dos (2) horas si las juntas fuesen

de mortero de cemento, determinándose la absorción y pérdidas no visibles. Si no se alcanza los límites permisibles, se mantendrá la cañería en presión un tiempo prudencial y se repetirán las determinaciones .

La presión de prueba deberá medirse como antes sobre el intradós del punto más alto del tramo que se prueba.

Debe cuidarse que durante la prueba se mantenga constante el nivel en el dispositivo que se emplea para dar a la presión indicada .

La merma de agua debida a las pérdidas no se deberán medirse por descenso del nivel en el dispositivo, sino por la cantidad de agua, que sea necesario agregar para mantener el nivel constante durante los lapsos indicados.

Si las pérdidas sobrepasan los valores admisibles se ejecutarán los trabajos necesarios para subsanar las deficiencias , repitiéndose la prueba las veces que sea necesario hasta alcanzar resultados satisfactorios .

IV.5.6.- Demoliciones

En lo referente a demoliciones, deberá preverse todo lo referente a mano de obra y equipos necesarios para la remoción de las obras de las estructuras señaladas, total o parcialmente.

Las demoliciones deberán realizarse, salvo previsión en contrario, sin la utilización de explosivos. En general no se especifica en este trabajo en lo que respecta a medios o sistemas de trabajos a emplear para ejecutar las demoliciones, por ello deberán ajustarse a las características de las estructuras a demoler.

Podrán utilizarse martillos neumáticos manuales o martillos montados sobre equipos hidráulicos, cuñas, barretas, etc. Deberá tenerse especial cuidado ante cualquier daño, desperfecto o perjuicio directo o indirecto, sea ocasionado a personas, a las obras mismas o a edificaciones e instalaciones próximas, derivado del empleo de sistemas de trabajos inadecuados y de falta de previsión.

Deberá seleccionarse de antemano el lugar de deposición o el destino que se dará a los

materiales provenientes de las demoliciones.

En todos los casos se deberá completar las demoliciones antes de realizar ningún trabajo de hormigonado.

IV.5.7.- Alambrados y Tranqueras

En todos los lugares que decida la Dirección, por razones de seguridad tanto en la obra de cabecera como en la conducción, se ejecutarán alambrados con tranqueras de acceso.

Los alambrados se construirán de cinco (5) hilos, de los cuales cuatro (4) serán lisos y el segundo hilo, a partir del superior, será de púas. Los alambres lisos serán de acero galvanizado, ovalado, de alta resistencia, calibre 17/15. El de púa será también de la misma calidad, calibre 16/14, con cuatro (4) púas separadas no mas de setenta y seis milímetros (76 mm).

Los alambrados serán colocados en línea perfectamente recta o en curvas continuas, de acuerdo a la zona a proteger. La altura sobre el terreno natural de los hilos y cabeceras de los postes, debe ser uniforme.

Los postes serán de madera dura. Se colocarán a 10,00 m de distancia entre poste y poste. Serán medio reforzados, de 2,20 m de largo y de 0,33 m de circunferencia, medida a los 0,86 m del pie del poste. Deben ser enterrados como mínimo 0,80 m.

Los postes terminales, esquineros y torniqueteros, también de madera dura, tendrán 2,40 m de longitud mínima y 0,43 m de circunferencia, medida a los 0,86 m del pie del poste, debiendo ser enterrados como mínimo 1,00 m.

Todos los postes de madera que vayan enterrados, serán tratados previamente en su extremo inferior y en una longitud suficiente, para evitar su putrefacción, salvo los de quebracho colorado que no necesitan tratamiento.

Los varillones y varillas, serán también de madera dura, lapacho, cebil, horco cebil, etc.. Los varillones serán de sección cuadrada de 0,05 m de lado y 1,40 m de largo, e irán colocados entre poste y poste. Las varillas, cuya sección será de 0,05 m x 0,038 m y 1,20 m de

largo, se colocarán dos entre cada poste y varillón.

Todo poste terminal tendrá una tornapunta, y todo poste esquinero dos en la dirección de los alambrados, colocados con una inclinación no superior a cuarenta y cinco grados (45°) con la horizontal, apoyadas a 0,40 m más bajo de la extremidad superior del poste, y con zapata enterrada a 0,70 m como mínimo.

Todos los postes, varillas y varillones, tendrán agujeros por donde pasarán los alambres correspondientes. Estos serán estirados por medio de torniquetes dobles N° 1½ colocados a cada tiro de alambre (en los esquineros y terminales) y de cajón N° 2 para los arranques de alambrados.

Los alambres lisos pasarán por los agujeros de los postes, varillones y varillas y deberán ser atados a éstos por medio de alambre dulce galvanizado con cinco vueltas en cada extremo, perfectamente ceñidas, en tanto que el alambre de púa, será solo atado en la misma forma.

Los postes, varillas y varillones serán de primera calidad, tolerándose únicamente un cinco por ciento (5%) con pequeños taladros, nudos, etc., y que no afecten su resistencia. Dentro del cinco por ciento (5%) de tolerancia indicada, están comprendidos los postes con una sola curvatura, descartándose aquellos que tengan una flecha mayor de 0,10 m, o que presenten más de una curvatura.

Se podrá también, como alternativa, colocar alambrados con postes de acero y trabillas metálicas, de cinco hilos.

La tranquera, confeccionada en madera dura, tendrá 3,50 m de largo y 1,10 m de alto. El cabezal de las bisagras y el de cierre serán de 0,100 x 0,075 m; los dos largueros de 0,075 x 0,075 m; dos parantes de 0,075 x 0,075 m; tres diagonales de 0,075 x 0,075 m; el poste principal será de 0,20 x 0,20 metros; y el de cierre de 0,15 x 0,15 m. Los herrajes serán reforzados y las riendas de doble hierro redondo, de 16 mm de diámetro, con tensores de regulación.

La tranquera deberá tener cierre a cadena y candado de calidad y marca reconocidas, apto para su uso a la intemperie, con tres llaves para el candado.

IV.5.8.- Forestación

Comprende esta sección los trabajos a ser efectuados según se determina en las presentes especificaciones. Se debe considerar la previsión de mano de obra, materiales, equipos y todos los trabajos necesarios para la concreción de la forestación en las zonas a definir.

Previo a la iniciación de los trabajos serán relevadas las áreas destinadas a forestación, sobre las que se determinarán las especies autóctonas que deben ser conservadas, las que se indicarán expresamente.

A partir de este relevamiento y en función de los suelos de la zona se definirán las especies a implantar para lo que se tendrá en cuenta como criterio general lo siguiente:

- Conservación de la flora del lugar que presente valor desde el punto de vista biológico.
- Implantación de especies que dentro de las condiciones actuales, puedan reproducir las condiciones históricas del lugar.
- Desarrollo de una parquización sobre ambas márgenes del tramo de conducción que permanece sin remodelar.
- Sobre planos a escalas adecuadas se determinarán las especies de forestación a implantar, acompañadas de una planilla donde se indicarán especies, número, ubicación general en el predio y condiciones de crecimiento. Esta propuesta será elevada a la Dirección a los efectos de su aprobación.

Las tareas de forestación serán llevadas adelante durante y después del período de obra, ubicándose de forma tal de ejercer mínima interferencia sobre los trabajos. A los efectos serán definidas las áreas con menores movimientos en general.

Las especies serán implantadas de acuerdo a la época del año y en las mejores condiciones climáticas, tratando en todos los casos de disminuir los porcentajes de reposición de especies.

A partir de la forestación las especies serán mantenidas por el Responsable de Irrigación,

debiendo en todos los casos contarse con ejemplares que muestren un desarrollo que garantice su crecimiento.

IV.5.8.1.- Preparación del Terreno

En las áreas definidas se realizará previamente una preparación del terreno la que consistirá esencialmente de las siguientes tareas:

Limpieza

Consistirá en el acarreo de todo tipo de materiales (escombros, palos, piedras, tierra, arena, maderas) consideradas como residuos o desechos fuera del sector destinado a forestación y en el corte, desarraigo de malezas y pastos de las áreas donde la Dirección lo determine.

Estos trabajos de corte y desarraigo de pastos y malezas se realizarán en forma mecánica y/o manual. Este corte se realizará al iniciar los trabajos y se concretará con la frecuencia necesaria dependiendo de la época del año.

El corte manual se efectuará en todos aquellos lugares en los cuales no puede operarse con equipos mecánicos, alrededor de mojones, zonas de construcción, alambrados, etc.

La altura de corte estará en el orden de los 0,05 m sobre la superficie de suelo. Se procederá al desarraigo de los cubresuelos que no convenga para completar las operación de forestación.

El producto del corte manual y/o mecánico de la limpieza general, deberá ser retirado de inmediato después de haber realizado el corte y depositado en el lugar apropiado. Quedará totalmente prohibido encender fuego dentro o fuera del predio a los efectos de la eliminación de los producto de corte y/o para el control de malezas, debiendo determinarse los métodos para concretar estos objetivos.

Nivelación de Superficie

Una vez realizada la primera limpieza y previo a la forestación y parquización de las áreas se procederá a:

- Alisar la superficie general del terreno retirando bordes y llenando depresiones.
- Nivelación del terreno de forma que el escurrimiento de las lluvias se facilite, dando para ello las pendientes adecuadas y dirigida hacia los sistemas de desagüe pluvial.
- Compactado del terreno en aquellas áreas necesarias y en donde posteriormente se distribuirá tierra vegetal.

Provisión y Colocación de Tierra Negra

Tierra Vegetal: se define como aquella apta para la forestación y sembrado de especies vegetales, de buen calidad, texturas medias y rica en materia orgánica (2 a 4%) y menos del 10% de cal, con un ph entre 6 – 7%. Ningún elemento mayor de 5 cm. Composición química en porcentajes mínimos Nitrógeno: 1000 ppm – Fósforo total: 150 ppm y Potasio: 80 ppm.

La tierra vegetal deberá estar libre de escombros, piedras, malezas, etc., o cualquier otra impureza que atenta a su fin. La tierra negra deberá ser obtenida de los lugares apropiados y teniendo presente la distancia de transporte.

La tierra negra será distribuida y colocada en los hoyos de plantación como mezcla en un 50% con la tierra extraída en el área de trabajo.

IV.5.8.2.- Forestación

Una vez aprobado el plan de forestación presentado a la Dirección y definidas las especies y la densificación de la misma se iniciarán las tareas de plantación.

Se trasladarán al lugar los ejemplares con un tiempo de antelación que permita garantizar la calidad en el momento de su plantación.

Se procederá a su distribución por especies y se procederá a su riego y cuidado periódico hasta la plantación. El período de permanencia en el lugar nunca será mayor de 7 días.

Las especies deberán llegar al lugar perfectamente identificadas a los efectos de proceder en forma ordenada a su posterior plantación.

Los árboles y arbustos deberán responder a las especies botánicas definidas por la Dirección. Todos los árboles deberán ser ejemplares fuertes y derechos, con un solo fuste y con las formas propias que caracterizan a la especie.

Los árboles serán bien formados, con follaje denso y uniformemente desarrollado. Las especies deberán estar en perfectas condiciones sanitarias, no tener ramas quebradas y las puntas terminales deberán estar completas.

Todas las plantas que se consigan con capellón o pan de tierra serán protegidas con un adecuado embalaje o envase. En todos los casos el envase debe quitarse al realizar la plantación, tomando las precauciones adecuadas para evitar la rotura de los panes.

La altura del fuste de los árboles hasta la primera ramificación, no debe ser inferior a 1,80m.

Una vez las especies en el lugar, se procederá a realizar el replanteo en el lugar a los efectos de definir los sitios de plantación.

A partir del replanteo se ejecutarán los hoyos, los que deberán adaptarse conforme a la especie, siendo como mínimo de 0,50 x 0,50 x 0,50 m para el caso de plantas de gran desarrollo.

Presentado el vegetal en su hoyo de plantación se procederá al rellenado del mismo con tierra vegetal, apisonando convenientemente hasta cubrir la totalidad del hoyo y la planta quede firmemente incorporada en el suelo.

El cuello de los árboles deberá quedar a 0,10 m a nivel del terreno circundante y se construirá una palangana con tierra vegetal alrededor del terreno de un diámetro que oscilará entre los 0,60 y 1,00 m con un borde de 0,20 m de altura que impida el escurrimiento del agua de riego.

Todas las plantaciones deberán realizarse en la época adecuada conforme al tipo que se trate, en general teniendo en cuenta que para las plantas de raíz desnuda resulta la época invernal la más propicia y en el caso de plantas con pan de tierra el otoño o la primavera resulta la mejor época de plantación.

En el caso de todas las especies que lo necesiten se deberán agregar tutores los que se construirán de madera dura con una longitud mínima de 2,50 m para las especies mayores. Los tutores serán colocados desde el fondo del hoyo de plantación y paralelo al tronco de la planta cuidando el detalle de la verticalidad.

Las ataduras de las plantas se realizará con hilo vegetal siendo la sujeción tal que permita que el tutor y la planta no se toquen. Este tutor deberá estar situado del lado del tronco desde el cual lo defiende de los vientos dominantes o del sol poniente.

Riego

El riego se efectuará con agua dulce empleando mangueras o métodos similares no debiendo producirse en ningún caso erosiones que descalcen la planta o destruyan la palangana.

Una vez realizada la plantación se deberá regar inmediatamente, con un volumen mínimo de 30 litros por ejemplar. La periodicidad de riego establecida posteriormente responderá a las condiciones climáticas imperantes.

Durante la operación de riego se tendrá especial cuidado en mantener la verticalidad de las plantas evitando una posible inclinación y si una vez escurrida el agua de riego se observará grietas u orificios en la superficie del hoyo, se procederá a colocar nuevamente tierra vegetal para su relleno.

IV.5.8.3.- Mantenimiento

La conservación de ejemplares plantados y del césped en el período que se efectúen estará a cargo del Encargado del Dique, debiéndose reponer todas las especies que resulte necesario conforme su desarrollo, y que puedan considerarse secas o malogradas.

Se entiende por *planta seca* a todo ejemplar que manifiesten signos de total o parcial deshidratación en su follaje y además presente las yemas de crecimiento sin turgencia tisular y las ramas principales, se mostrarán opacas y secas al ser raspadas su corteza.

Se entenderá por *planta malograda* a todo ejemplar que por cualquier causa, pierda el equilibrio de su ramaje y la forma natural que caracteriza a la especie o variedad, todo ello

a efectos de su aplicación.

Durante el período de obra y del complejo en operación, el césped será cortado y realizado el desmalezado del sector. A su vez se procederá al carpido de las cazuelas de los árboles.

En forma permanente los sectores destinados a forestación permanecerán limpios por lo que se realizarán las tareas que resulten necesarias.

A partir de la implantación de especies se procederá al riego de las mismas, de acuerdo a condiciones climáticas y necesidades de las especies implantadas.

Se revisarán y se restituirán tutores en caso necesario. Y siempre que se trate de especies que lo requieran se procederá a la poda de las mismas en las épocas adecuadas para posibilitar el rebrote.

Control de Plagas y Enfermedades

La plantación y cubresuelos deberán mantenerse libre del ataque de las plagas, animales, enfermedades y se procederá al desmalezado para lo cual se llevará a cabo labores de prevención y lucha que corresponda en cada caso.

La Dirección aconsejará sobre el producto y el equipo a utilizar en los tratamientos, como así también las dosis correspondientes y su momento de aplicación, suministrando el equipo necesario.

IV.5.9.- Equipamiento Hidromecánico

IV.5.9.1.- Normas y Códigos.

Los materiales a emplear y la calidad de los trabajos, deberán ajustarse a las indicaciones de la última edición o revisión publicadas de las normas establecidas por los organismos siguientes: IRAM, ASTM, AWS, DIN.

IV.5.9.2.- Materiales.

Todos los materiales deberán estar de acuerdo con lo mencionado en el punto anterior. El

hecho de que el material hubiera sido aceptado, por haber sido satisfactorios los ensayos especificados, y de haber respondido sus características a los requisitos exigidos, no eximirá al fabricante de solucionar los defectos que aparecieran durante su empleo en la construcción.

IV.5.9.3.- Aceros

Todos los componentes estructurales serán de acero de calidad estructural, con resistencia a la tracción garantizada y buenas condiciones de soldabilidad. El carbono equivalente del material a utilizar deberá cumplir con la norma IRAM 503.

Ningún acero a emplear en la fabricación de partes hidromecánicas será de calidades inferiores a la del F 24, clasificación IRAM - IAS U500 - 503.

IV.5.9.4.- Juntas de Estanqueidad

Las juntas de estanqueidad para la compuerta de limpieza serán de caucho sintético, dispuestas en líneas continuas. Los sellos inferiores serán de sección rectangular. Los sellos laterales serán del tipo "J" (nota de música).

Las esquinas de los sellos se moldearán en una sola pieza. Los empalmes se efectuarán mediante adhesivos adecuados, que serán tratados para protegerlos de la acción del agua. Las superficies de sellado serán lisas, rectas y estarán libres de residuos de caucho.

Los sellos apoyarán sobre superficies continuas, soldadas a la estructura y mecanizadas. Se perforarán en conjunto las placas de asiento, los sellos y las planchuelas prensa burletes. Los agujeros serán pasantes para uniones con tornillo y tuerca, en cuyo caso deberá preverse una estanqueidad adecuada. Las uniones entre tablero y sellos permitirán el ajuste de estos durante el montaje, incluyendo la posibilidad de efectuar precompresiones.

Los bordes de las estructuras, placas y barras se redondearán donde fuera necesario para evitar daños en los sellos.

IV.5.9.5.- Protección Superficial

Después de terminada la fabricación y reparación de los distintos componentes y retirados todos los medios y accesorios temporarios utilizados para el montaje, se aplicará a los mismos un adecuado revestimiento protector.

Todas las pinturas serán aplicadas sobre superficies limpias, secas y en condiciones de humedad y temperatura ambiente adecuadas. En ningún caso se harán trabajos con temperaturas menores a 7° C. Las pinturas con base epoxídica solo se aplicarán con temperaturas superiores a los 10° C.

Todas las pinturas y productos empleados deberán ser normalizados, de fabricantes conocidos y tendrán que aplicarse conforme a las instrucciones del mismo fabricante.

Las superficies que no necesitarán ser recubiertas, pero que fueran adyacentes a superficies que debieran ser limpiadas y pintadas, así como las superficies recién recubiertas, serán protegidas de daño o contaminación durante las operaciones de limpieza y recubrimiento.

Los recubrimientos aplicados que hubieran sido dañados, serán sustituidos mediante su eliminación con chorro de arena y aire hasta llegar a metal desnudo y reaplicación de esos recubrimientos de acuerdo a los requisitos de este apartado.

La pintura deberá aplicarse a pincel. El pintado se dará en pinceladas largas y se extenderá de inmediato, antes de que se produzca una evaporación del solvente y de manera de no dejar marcas, debiendo quedar la superficie después de cada mano, libre de chorreaduras, grumos, ampollas o zonas no cubiertas. Antes de aplicar la mano siguiente, se esperará el secado o endurecimiento de la mano anterior.

Toda acumulación excesiva de pintura o el polvo adherido a la superficie de la mano anterior, serán retirados por métodos aprobados por la Dirección antes de aplicar la mano siguiente.

Todos los trabajos se registrarán por un programa de colores aprobado por la Dirección. Se presentará un informe referente a los recubrimientos protectores que se habrá de utilizar. Este informe deberá incluir:

- Los procedimientos, equipos y útiles a emplear en cada parte de las Obras.
- La nómina de tipos, marcas y especificaciones de pinturas que se programe utilizar en cada caso particular, adjuntando los folletos comerciales con las recomendaciones del fabricante para su aplicación.
- Las normas o recomendaciones a que se ajustarán ciertos procesos tales como la limpieza con aire forzado y abrasivo, etc.

Las superficies que sobresalgan del hormigón serán pintadas hasta 75 mm por debajo del nivel del mismo. Más allá de este nivel no se aplicará revestimiento.

Todas las pinturas a utilizar de un determinado tipo se comprarán a un solo fabricante y serán del tipo ya mezclado listo para usar.

Todas las pinturas deberán ser entregadas en el lugar de empleo en sus recipientes intactos, los que deberán indicar el fabricante, el nombre con que se designa la pintura, su fórmula, el número de especificación, el color, la fecha de fabricación y el número de partida. Todos esos datos deberán ser perfectamente legibles en el momento de usar el material. Todos los materiales serán almacenados adecuadamente y protegidos de toda exposición perniciosa. Se comprará la pintura en envases originales de fábrica, de contenido no superior a 25 litros.

La preparación de la superficie deberá hacerse por medio de arenado. La granulometría deberá ajustarse a la calidad de limpieza y rugosidad exigidas. La arena no podrá utilizarse mas de un ciclo y deberá reunir las siguientes condiciones:

- Con 90 a 100 % de sílice en su composición.
- Libre de granos calcáreos.
- Libre de sílice orgánica (diatomeas).
- Libre de sales (cloruros, sulfatos, y carbonatos, etc.).

Después de terminados estos trabajos y antes de aplicar recubrimientos, las superficies

tratadas deberán limpiarse hasta quitar todo resto de partículas pulverulentas, empleando aire limpio y seco y cepillos no metálicos. El aire a emplear no deberá contener humedad ni aceite.

El área de aplicación será para superficies sumergidas permanentemente bajo agua con o sin circulación de la misma.

El tiempo máximo de aplicación de la primera mano luego del arenado será de 6 a 8 horas. Se aplicará una mano de Zinc Rich, con un espesor de película seca de 65 a 70 micrones. La riqueza de zinc en la película seca será de $89\% \pm 4\%$.

Luego se aplicarán dos manos de Epóxi bituminoso poliamídico, con un espesor de la primera mano de 150 a 170 mm de la película seca. El espesor total de ésta protección será de 300 a 340 mm.

La aplicación tanto de la imprimación como del Epóxi bituminoso, podrá también hacerse con equipo de atomizar pintura sin aire. La medición de los espesores se realizará mediante la utilización de aparato magnético.

IV.6.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HORMIGONES

IV.6.1.- Alcance.

Comprende esta sección todos los trabajos relativos a la ejecución de hormigones simples y armados, elaborados y colocados de acuerdo con las metodologías tradicionales.

Están incluidos en estos trabajos: mano de obra, materiales, equipos, encofrados, transporte, colocación, terminación, curado y todo lo necesario, relacionado con los trabajos de hormigonado, en un todo de acuerdo con las reglas del arte, con las especificaciones de este Pliego y las órdenes de la Inspección de Obra.

IV.6.2.- Generalidades.

El hormigón estará compuesto de cemento portland, agua, áridos finos y gruesos e incorporadores de aire. En caso de que lo ordene la Inspección de Obra, o lo autorice de acuerdo a las solicitudes emanadas del Contratista, podrá contener también agentes plastificantes y retardadores. En casos especiales podrá contener pigmentos y/o algún componente que ordenara la Inspección de Obra, para cumplir fines específicos y en aplicaciones particulares.

La composición del hormigón se controlará de manera de lograr una combinación práctica de materiales con la que se obtenga la durabilidad, resistencia requerida en el hormigón endurecido y el mínimo calor de hidratación del cemento disipable con los métodos y dispositivos previstos.

Las proporciones de los componentes y la relación agua - cemento adecuada, se determinará sobre la base de obtener un hormigón que tenga trabajabilidad, densidad, impermeabilidad, durabilidad adecuadas y las resistencias exigidas.

Los materiales a ser utilizados en la elaboración del hormigón responderán a las especificaciones contenidas en este Pliego y lo que disponga la Inspección de Obra.

El Contratista presentará a la Inspección de Obra detalles de todas las construcciones tem-

porarias y equipos de construcción que se proponga usar para la elaboración, manipuleo, transporte y almacenamiento de los elementos constitutivos del hormigón y para el mezclado, transporte y colocación del hormigón en las obras.

Como norma general, todos los trabajos que realice el Contratista, a menos que específicamente se indique lo contrario en este Pliego, deberán ejecutarse de conformidad con lo que especifique las últimas ediciones del Reglamento CIRSOC 201 y Anexos y el Pliego de Normas Técnicas Generales relativas a la construcción de Diques de Hormigón (A y EE). En caso de controversias se aplicarán los criterios y técnicas expuestos en el informe ACI 207 (Abril 1970) "Hormigón Masivo para Diques y otras Estructuras Masivas"

IV.6.3.- Mezclas.

IV.6.3.1.- Composición de la Mezcla.

La Contratista realizará los estudios y ensayos previos para la determinación de la composición de las mezclas correspondientes a los distintos tipos de hormigones a utilizar en Obra. Para realizar estos estudios y ensayos el Contratista deberá disponer de todos los materiales, equipos, mano de obra e instrumental que fuere necesario.

La Inspección de Obra podrá ordenar el ajuste de las proporciones de las mezclas durante el transcurso de la Obra si lo considera necesario.

Si el Contratista lo estima necesario podrá hacer uso de aditivos del tipo retardadores de fraguado. En este caso hará todos los ensayos que sean necesarios para ajustar el contenido de aditivos, teniendo presente el mantener las condiciones de resistencia fijadas en el presente Pliego. Tanto los ensayos, como el costo del agregado de aditivos a la mezcla, será de exclusiva cuenta del Contratista y deberán contar con la aprobación de la Inspección de Obra tanto en el tipo como en la cantidad a ser utilizada en cada caso.

IV.6.3.2.- Tipos De Hormigones.

Serán utilizados en Obra distintos tipos de hormigones, cuyas características se detallan en la Planilla I.

Todos los hormigones detallados en Planilla I quedan sujetos a confirmación o cambios de acuerdo a los resultados de los estudios de mezclas especificados en esta Sección y a las órdenes que imparta la Inspección de Obra.

En todos los casos se procurará utilizar mezclas con el mayor tamaño máximo de agregado grueso que resulte compatible con los requisitos de trabajabilidad y con la correcta ejecución de las distintas partes de la Obra. Los tamaños máximos no excederán la cuarta parte de la menor dimensión de la estructura, nunca será mayor de 75 mm y en hormigón armado no contendrá más del 10% de granos de tamaño mayor que la mínima separación horizontal o vertical libre entre dos grupos de barras paralelas o del recubrimiento libre de las armaduras.

Todos los hormigones tendrán un contenido de aire incorporado igual a 5 ± 1 (%) por ciento medido en la fracción que pasa tamiz 38 mm.

Los hormigones a ser utilizados en estructuras hidráulicas cumplirán las siguientes exigencias en cuanto a densidad mínima y coeficiente de permeabilidad máximo admisible:

Densidad: $>2,5 \text{ t/m}^3$

Permeabilidad: $<10^{-8} \text{ cm/s}$

Para los restantes hormigones no se prescriben exigencias especiales en cuanto a su densidad y permeabilidad, debiendo ser las mezclas siempre bien compactadas para asegurar la obtención de hormigones densos y uniformes. En casos especiales se deberán cumplir las instrucciones que imparta la Inspección de Obra.

IV.6.4.- Equipos.

IV.6.4.1.- Generalidades.

Los equipos para la dosificación, mezclado, transporte, colocación y curado del hormigón deberán tener una capacidad efectiva de producción mínima de $10 \text{ m}^3/\text{hora}$.

El equipo que el Contratista utilice en Obra deberá ser nuevo o estar en óptimas condicio-

nes de funcionamiento, y ser capaz de ejecutar a satisfacción de la Inspección de Obra el trabajo que motiva la presente Sección.

Dentro de los 30 días de la puesta en vigencia del Contrato, el Contratista presentará a la Inspección de Obra para su aprobación, un ajuste definitivo del equipamiento presentado en la Oferta para la ejecución del hormigón.

No obstante, durante la ejecución de las obras la Inspección de Obra tendrá derecho a ordenar por escrito y en cualquier momento, el retiro de cualquier equipo y accesorios que, en su opinión no estuvieran de acuerdo con las especificaciones de este Pliego o fueran defectuosos, al punto de afectar el ritmo o la calidad de los materiales o trabajos. En tal caso el Contratista deberá acatar dicha orden perentoriamente, procediendo al reemplazo del equipo por otro a satisfacción de la Inspección de Obra.

IV.6.4.2.- Planta Hormigonera.

IV.6.4.2.1.- Generalidades.

El Contratista seleccionará y determinará el tipo de planta de hormigón que se utilizará, así como la ubicación y disposición de la misma.

La planta deberá quedar instalada y en condiciones de funcionamiento por lo menos 15 días antes de iniciarse las operaciones de hormigonado.

Cada sector de la planta, incluyendo todos los equipos y maquinarias propuestas, deberá ser adecuadamente calibrado y controlado antes del comienzo del hormigonado y luego periódicamente, mediante ensayos adecuados, en función de cuyos resultados el Contratista hará los ajustes, reparaciones o sustituciones que puedan ser necesarias para asegurar una correcta y satisfactoria operación. El grado de eficiencia, capacidad y flexibilidad de la planta deberá ser adecuado en todo momento a la calidad de los hormigones especificados.

IV.6.4.2.2.- Documentación a Presentar.

Dentro de los 30 días de la vigencia del Contrato, el Contratista someterá a aprobación de la Inspección de Obra los planos correspondientes a la distribución esquemática de la

planta hormigonera, especificaciones sobre la planta, capacidad y datos de producción normal y de pico.

Esta presentación deberá incluir además una memoria descriptiva donde se detalle metodología de manejo y control de agregados, agua y material cementicio, así como el sistema de acopios a ser utilizado. Se complementará la documentación con las especificaciones y condiciones de mezclado, descarga, transporte y colocación del hormigón.

El Contratista adjuntará, además, planos de ubicación de las instalaciones de la planta y acopios, respetando la cota mínima que brindará protección ante las eventuales crecidas del río durante la construcción de la Obra.

IV.6.4.2.3.- Ubicación de la Planta Hormigonera y Acopios.

La planta de hormigón y el acopio de agregados para este hormigón serán ubicados en un lugar a elección del Contratista, dentro de las áreas de emplazamiento y deberá contar con la aprobación de la Inspección de Obra. La presentación de esta ubicación se realizará en forma conjunta con la especificada en el punto correspondiente.

Todas las instalaciones provisionarias deberán ser desmontadas una vez finalizada la Obra según lo especificado y las instrucciones de la Inspección de Obra.

IV.6.4.2.4.- Depósitos.

El Contratista deberá proveer en las proximidades de la planta hormigonera de un sistema de:

- Depósitos separados para cada grupo de agregados.
- Depósitos de Cemento Portland Normal y Puzolánico.

En caso que se utilicen silos para el cemento, estos deberán estar separados entre sí para permitir la libre circulación de aire.

Sus dimensiones serán amplias para asegurar los volúmenes necesarios a las demandas de Obra, y como mínimo, su capacidad será suficiente para almacenar la cantidad de cemento

que se utilice en un mes de máxima producción.

IV.6.4.2.5.- Dosificador de Agua.

Se deberá disponer de un dosificador que permita medir el agua de mezclado, en masa ó en volumen, con la precisión establecida en las presentes especificaciones. El dispositivo indicado para entrega de agua deberá estar exento de pérdidas o filtraciones.

IV.6.4.2.6.- Control de Humedad.

La planta dosificadora deberá estar equipada con medidores de humedad de las arenas y un medidor de consistencia. La planta dosificadora deberá ser capaz de combinar los agregados, cemento, aditivos y agua en una mezcla con ajustes rápidos para compensar la variación de humedad de los agregados o variar dosificaciones, mediante un sistema apropiado, contando previamente con la aprobación de la Inspección de Obra.

IV.6.4.2.7.- Dosificador de Aditivos.

Se utilizarán medidores para cada aditivo. Los medidores volumétricos se utilizarán solamente para aditivos líquidos y la planta deberá estar adecuadamente equipada para poder dosificar y verificar con exactitud los aditivos que se incorporen a la mezcla, en forma permanente. Cada sistema debe poder adaptarse rápidamente para que se pueda variar la cantidad de aditivos que se van a medir.

Los sistemas deberán contemplar la posibilidad de incorporar los aditivos al agua o directamente a la mezcla, según las recomendaciones del fabricante o lo que determine la Inspección de Obra.

IV.6.4.2.8.- Balanzas.

La planta deberá contar con balanzas que indicarán en forma exacta la carga en todas las etapas de operación de pesaje, desde o hasta la capacidad total y deberán incluir indicadores superiores e inferiores que muestren la escala en equilibrio sin carga y cargada.

Las balanzas deberán ser verificadas semanalmente o en plazos menores si se lo requiere y

los informes deberán ser presentados a la Inspección de Obra. El Contratista deberá hacer cualquier ajuste, reparación o cambio necesario y ordenado por la Inspección de Obra para garantizar una operación satisfactoria.

A los efectos de las verificaciones de las balanzas se aplicarán las recomendaciones de la Organización de Metrología Legal (DIML) y el Decreto Reglamentario de la Secretaría de Comercio - Resolución N° 2307.

El Contratista deberá tener a disposición de la Inspección de Obra un juego de pesas patrón para la verificación de la exactitud de los sistemas de pesadas.

IV.6.4.2.9.- Operaciones para la Preparación de Pastones.

La medición de cada material que se incorpora a la hormigonera, comenzará cuando se accionen los mecanismos de puesta en marcha y cesará cuando la masa de cada material haya alcanzado el valor previsto. Los mecanismos estarán conectados de tal manera que el dispositivo de descarga no pueda abrirse hasta que la cantidad de material alcance el valor especificado dentro de las tolerancias correspondientes. Estos requisitos de control deberán cumplirse mediante un sistema de producción de pastones. La disposición de la planta permitirá la inspección de todas las operaciones en cualquier momento.

La entrega de materiales deberá mantenerse dentro de las siguientes tolerancias:

| MATERIAL | PORCENTAJE |
|-----------------|-------------------|
| Cemento | $\pm 1 \%$ |
| Agua | $\pm 1 \%$ |
| Agregados | $\pm 2 \%$ |
| Aditivos | $\pm 3 \%$ |

IV.6.4.2.10.- Mezcladoras.

Las mezcladoras deberán poder mezclar los distintos materiales en forma uniforme y descargar la mezcla sin segregación de los mismos. Las mezcladoras deberán estar provistas de un mecanismo aceptable para mantener el dispositivo de descarga cerrado hasta que

haya transcurrido el tiempo de mezcla requerido. Las mezcladoras deberán operarse a la velocidad de tambor indicada en la placa del fabricante y no deberán cargarse por sobre la capacidad recomendada. En caso que no se disponga de datos sobre resultados de pruebas de uniformidad, el tiempo de mezclado mínimo después de haber colocado todos los materiales sólidos y siempre que se adicione toda el agua antes de transcurrida la cuarta parte del tiempo mínimo de mezclado, deberá ser dos y medio minutos para mezcladora con capacidad de hasta 2 m³. Para mezcladoras de mayor capacidad, el tiempo mínimo de mezclado se determinará agregando al anterior 30 segundos por cada metro cúbico adicional o fracción.

Los períodos de mezclado especificado están basados en un control adecuado de la velocidad de rotación del tambor o de las paletas y en la introducción oportuna de los materiales en la mezcladora. El tiempo de mezclado deberá aumentarse siempre que sea necesario para asegurar la uniformidad y consistencia requeridas en el hormigón. El índice de variabilidad promedio de una serie de tres muestras de prueba de hormigón proveniente de la parte superior, media e inferior del pastón, aplicando los criterios establecidos por el CRD-C55/78 no serán menores a los indicados a continuación:

| ENSAYOS | INDICE DE VARIABILIDAD (Mínimo) |
|---|--|
| Contenido de agua de la mezcla porcentaje en masa | 90 % |
| Contenido de Agregado Grueso del hormigón, porcentaje en masa | 90 % |
| Masa Unitaria del mortero sin aire (kg/m ³) | 98 % |
| Contenido de Cemento de toda la mezcla, porcentaje en masa | 90 % |
| Asentamiento, mezclas con asentamiento mayor de 10 cm | 85 % |

Para mezclas con asentamiento igual o menor de 10 cm, la diferencia de los asentamientos podrá ser como máximo 2 cm.

Cuando el Contratista proponga cambiar el tiempo de mezclado, se ejecutarán tres pruebas de uniformidad con el nuevo tiempo propuesto, con gastos por cuenta del Contratista, a fin de determinar si se puede producir una mezcla que cumpla con las especificaciones. No se

permitirá sobremezclado que requiera adición de agua. Las mezcladoras deberán mantenerse en condiciones de funcionamiento satisfactorio y sus tambores deberán estar libres de hormigón endurecido. Las paletas deberán ser reemplazadas cuando se hayan desgastado más del 10% de su espesor, o cuando a criterio de la Inspección de Obra su estado de conservación pudiera afectar el correcto mezclado. En caso de que cualquier mezcladora, en cualquier momento, produzca resultados no satisfactorios, se suspenderá su utilización hasta que sea reparada.

IV.6.4.2.11.- Instalaciones de Muestreo.

El Contratista deberá proveer las instalaciones y mano de obra adecuada para la obtención de muestras representativas de los materiales en los acopios, en los sistemas de alimentación, antes de ingresar a la mezcladora y a la salida de la misma. Estas instalaciones deberán incluir todas las plataformas, herramientas y equipos necesarios para la obtención de las muestras en forma confiable, y de acuerdo a los requerimientos de las presentes Especificaciones.

IV.6.4.2.12.- Laboratorio de Control de Producción.

De acuerdo a lo previsto en estas especificaciones, el Contratista deberá contar, no imprescindiblemente en zona de obras, con un Laboratorio de Control de Producción a los efectos de permitir la realización de todos los ensayos.

Las dimensiones y características de este Laboratorio responderán a las necesidades planteadas por la Inspección de Obra. El mismo deberá contar con las instalaciones de todos los sistemas que permitan el manipuleo de probetas dentro del Laboratorio y su carga en vehículos para transportarlas.

IV.6.4.3.- Transporte de Hormigón.

IV.6.4.3.1.- Generalidades.

El hormigón será transportado desde la mezcladora hasta el punto de su colocación tan rápido como sea posible, mediante métodos que controlen la segregación, la contaminación

y la humedad. Los métodos y equipos empleados para el manejo, transporte y colocación de la mezcla, deberán estar sujetos a la aprobación de la Inspección de Obra.

Cualquier transferencia de hormigón de un elemento de transporte a otro deberá realizarse mediante equipos apropiados para evitar la segregación, siempre y cuando exista aprobación previa de la Inspección de Obra. En ningún caso el hormigón se dejará caer verticalmente desde una altura superior a los 2 metros.

IV.6.4.3.2.- Transporte en Camiones.

IV.6.4.3.2.1.- Generalidades.

Para el transporte del hormigón por camiones se deberá disponer de equipo que en el transporte y descarga reduzca al mínimo la segregación.

En el caso de que los camiones que transportan el hormigón, los mismos deberán mantenerse en condiciones de funcionamiento adecuado y no se permitirá que derramen o dejen caer aceite, grasa u otras sustancias contaminantes.

IV.6.4.3.2.2.- Agitadores en Tránsito.

Los agitadores en tránsito que se utilicen en la Obra tendrán que ser nuevos y de modelos que no tengan más de dos años de antigüedad. Los camiones sobre los cuales los agitadores estuvieran montados deberán ser de potencia adecuada y estar en condiciones óptimas de funcionamiento. El volumen del pastón transportado en el agitador no podrá superar el 80% del volumen total del tambor. La agitación del hormigón se mantendrá al mínimo necesario para obtener un producto homogéneo en el momento de la descarga.

Se considera que serán suficientes las revoluciones a velocidad de agitación mas dos minutos a velocidad de mezclado.

El tiempo máximo permitido para la descarga será de 60 minutos desde el momento de elaboración en la planta hormigonera.

En ningún caso se aceptará segregación del hormigón durante la descarga de estos camio-

nes.

IV.6.4.3.2.3.- Camiones sin Agitación.

Las cajas de los camiones sin agitación para transporte de hormigón serán lisas, preferentemente de formas redondeadas, impermeables y con dispositivos que permitan el control y la descarga rápida del hormigón.

El tiempo máximo permitido para la descarga será de 30 minutos.

De acuerdo a lo que disponga la Inspección de Obra, se practicarán ensayos de asentamiento con muestras individuales, tomadas durante la descarga, aproximadamente en el primer cuarto y en el tercer cuarto de la misma. El asentamiento no deberá diferir en más de 2 cm.

IV.6.4.3.2.4.- Baldes.

Se podrá transportar hormigón en baldes u otros recipientes adecuados y estancos sobre camiones playos. Los camiones y los baldes deberán estar en condiciones de funcionamiento impecable al comienzo de las obras y ser adecuadamente mantenidos.

De ser utilizada esta metodología para el transporte del hormigón, la misma deberá ser aprobada por la Inspección de Obra.

IV.6.4.3.3.- Cintas Transportadoras.

Podrá permitirse el uso de cintas transportadoras, pudiendo la Inspección de Obra autorizarlas siempre que el Contratista demuestre, que las mismas no provocan segregación del hormigón ni aumento de temperatura o pérdida de asentamiento superior a los que se producen en el transporte con alguno de los métodos indicados anteriormente. No se permitirá el uso de canaletas como medio de transporte del hormigón.

IV.6.4.3.4.- Bombas.

El hormigón podrá ser conducido por una bomba de desplazamiento positivo, previa aprobación de la Inspección de Obra.

El equipo de bombeo deberá ser del tipo de pistón o del tipo de presión por pulsación (squeeze type).

Cuando se empleen bombas y tuberías para el transporte del hormigón se deberá verificar que la mezcla proporcionada en el extremo de la conducción cumpla las condiciones requeridas de uniformidad y ausencia de segregación, debiéndose realizar las verificaciones con la frecuencia necesaria y obligatoriamente cada vez que se modifique la longitud y demás condiciones de la conducción.

La distancia de bombeo no deberá exceder los límites recomendados por el fabricante del equipo. El diámetro de la tubería deberá ser por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso del hormigón a ser bombeado. El agregado grueso de máximo tamaño o el asentamiento del hormigón no podrá ser modificado para ajustarse a las características de las bombas o los conductos.

IV.6.4.5.- Equipos de Compactación.

Los equipos de compactación a ser utilizados serán exclusivamente vibradores de inmersión de no menos de 8.000 vibraciones por minuto. Los mismos serán manejados en forma manual o bien montados en un número variable sobre algún dispositivo o maquinaria adecuada.

En todos los casos la metodología de trabajo y el equipamiento a ser utilizado deberán contar con la aprobación de la Inspección de Obra.

IV.6.5.- Encofrados.

IV.6.5.1.- Generalidades.

El Contratista tendrá la plena responsabilidad del diseño y eficacia de todos los encofrados y andamiajes necesarios durante la Obra. Los sistemas a ser utilizados serán sometidos previamente a la aprobación de la Inspección de Obra. Todos los encofrados y andamiajes serán inspeccionados por la Inspección de Obra antes de la colocación del hormigón. Los encofrados deberán tener la suficiente resistencia para soportar la presión resultante de la

colocación y vibración del hormigón.

En todos los casos deberán ser suficientemente rígidos y mantenerse en posición para que la terminación del hormigón quede dentro de las tolerancias.

Los encofrados deberán ser lo suficientemente estancos para impedir pérdidas de mortero. Cualquier calafateo que sea necesario, deberá ser efectuado con materiales aprobados por la Inspección de Obra.

Se deberán colocar chanfles en las esquinas de los encofrados para formar bordes chanfleados en los ángulos exteriores de superficies de hormigón permanentemente expuestas.

Se podrán utilizar hojas metálicas en los encofrados para los tipos de terminaciones F1 y F2. Para el tipo de terminación F3, eventualmente, la Inspección de Obra podrá autorizar su empleo en caso que se demuestre el cumplimiento de los requisitos especificados.

Todos los encofrados deberán ser fabricados con materiales sanos, libres de defectos de cualquier tipo que puedan afectar la resistencia de los mismos o la apariencia del hormigón una vez retirados.

Los encofrados contruidos para hormigonar un gran número de elementos deberán ser contruidos de manera tal de mantener las tolerancias dimensionales especificadas.

Se deberán proveer aberturas en los encofrados donde sea necesario para facilitar la inspección, limpieza y vibración del hormigón. Todas las aberturas provisorias en los encofrados con fines constructivos deberán estar sujetas a la aprobación previa de la Inspección de Obra.

Se emplearán dispositivos adecuados en la unión de las diversas partes de los encofrados para que pueda hacerse el desencofrado sin dañar el hormigón.

En caso de utilizar repetidas veces un mismo encofrado, se exigirá que se conserven en buen estado y después de cada utilización se limpiará y rectificará cuidadosamente, sustituyendo las partes que hubiesen quedado dañadas o deformadas.

Si fuera necesario antes de utilizar el encofrado y con antelación suficiente se lo someterá a

un tratamiento superficial que impida la adherencia del hormigón. Se exigirá la condición de que el producto empleado para este tratamiento superficial no produzca pigmentación ni alteración del hormigón.

El material y la posición de cualquier tensor que atraviese el hormigón deberán ser aprobados por la Inspección de Obra. La totalidad o parte del tensor podrá ser retirada de manera tal que ninguna parte permanentemente embebida en el hormigón se encuentre más cerca de la superficie del hormigón que el espesor especificado de recubrimiento de las armaduras. Todo agujero dejado después del retiro de los tensores deberá ser llenado con hormigón o mortero de composición aprobada.

IV.6.5.2.- Materiales.

IV.6.5.2.1.- Encofrados de Madera.

Todo el entablado de los encofrados de madera deberá ser de un solo tipo y calidad o deberá estar revestido y tratado de manera tal que no exista un deterioro químico o de coloración de las superficies moldeadas de hormigón.

IV.6.5.2.2.- Encofrados de Acero.

El revestimiento de los encofrados de acero deberá ser de chapa de acero con un espesor no menor de 5 mm. Todas las cabezas de bulones y remaches deberán estar embutidas. Las abrazaderas, varillas y otros elementos de conexión deberán ser diseñados para mantener a los encofrados rígidamente unidos y permitir su remoción sin dañar el hormigón.

Las juntas entre las chapas metálicas deberán ser lisas y tan perfectas como sea posible. No se permitirá la utilización de encofrados con abolladuras, zonas deformadas u otras irregularidades superficiales ni el corte de agujeros para ataduras.

IV.6.5.3.- Clases de Acabado.

Las clases de acabado que se exigirán para las superficies de los hormigones se detallan en Planilla I que se agrega en este apartado. Las clases de acabado podrán corresponder a superficies encofradas o no y corresponden a las descripciones que siguen.

IV.6.5.3.1.- Superficies Encofradas.

Clase F1: Este acabado es para superficies contra las cuales se efectuará relleno o después se colocará hormigón. Los encofrados consistirán en tablas aserradas, chapas de acero, o cualquier otro material adecuado que evite la pérdida de lechada cuando el hormigón es vibrado. La corrección de las irregularidades superficiales se requerirá solamente para depresiones que excedan de 0,025 m.

Clase F2: Este acabado es para superficies que están permanentemente expuestas a la vista, pero donde no se requiere la máxima calidad de acabado. Para los encofrados se utilizará madera cepillada de espesor controlado con aristas vivas. Podrán ser usados tableros de madera laminada o paneles metálicos si están libres de defectos que pudieran perjudicar la apariencia general del acabado. Las juntas entre tablas y paneles serán horizontales y verticales si no se indicara de otra manera. Las irregularidades superficiales no deberán exceder los 8 mm para las abruptas y 15 mm para las graduales.

Clase F3: Este acabado es para superficies muy expuestas a la vista, donde una buena apariencia tiene primordial importancia. Para obtener este acabado que deberá estar libre de marcas de tablas, el encofrado estará revestido con madera laminada o con un material equivalente en grandes láminas (Las láminas estarán dispuestas según un esquema uniforme y aprobado, las juntas entre láminas se ubicarán de forma de coincidir con las características arquitectónicas, umbrales o cambio de dirección de las superficies. Todas las juntas entre paneles serán verticales y horizontales sino fuera indicado de otra forma). No se permitirán tableros cepillados sin enchapar o paneles comunes de acero. Donde se usen encofrados de paneles de acero, estos deberán ser fabricados especialmente para asegurar que se obtenga un acabado equivalente al obtenido con laminados de madera. Las irregularidades superficiales no deberán exceder los 3 mm para las abruptas y 6 mm para las graduales.

Clase F4: Este acabado es similar al requerido para la Clase F3, pero es para superficies expuestas al escurrimiento de agua a gran velocidad, es decir, donde el alineamiento y lisura de superficie son de importancia capital para eliminar los efectos destructivos de la acción dinámica del agua. Los tableros para superficies alabeadas serán de láminas machimbradas que proporcionen una superficie hermética, a la cual se dará la curvatura requerida

mediante cepillado y lijado.

Las alturas de las irregularidades locales, como ser protuberancias, hoyos u ondulaciones locales, no deben exceder de 3 mm. En relación con las irregularidades graduales, toda diferencia de inclinación en un punto dado debe ser igual o inferior a 1:50.

Por su parte, las desviaciones respecto al perfil teórico de diseño no deberán ser superiores a 30 mm.

IV.6.5.3.2.- Superficies sin Encofrados.

Se designa con los símbolos U1, U2, U3, y U4 a las clases de terminación para superficies no moldeadas de hormigón. Las superficies interiores deberán tener pendientes para drenajes donde se indique en los planos o según lo ordene la Inspección de Obra.

Tipo U1: Es un acabado de emparejamiento para superficies de caminos y fundaciones, lechos, losas y miembros estructurales a ser cubiertos con relleno, etapas ulteriores de construcción, hormigón para rodamiento o lechos de mortero de cemento que recibirán pavimentos y en superficies expuestas de pavimento donde un acabado superior no es requerido. Es la primera etapa para las terminaciones U2 y U4. Las operaciones de acabado consistirán en nivelación y emparejamiento del hormigón para producir una superficie uniforme, plana o estriada, eliminándose el hormigón excedente mediante una regla inmediatamente después de la compactación. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 10 mm.

Tipo U2: Este es un emparejado grueso para superficies de lechos y losas que recibirán pavimento de mastic, o pavimento de bloques, o baldosas asentadas en mastic y para superficies expuestas de pavimentos donde no sea necesario un alisado con fratás metálico de la superficie. El emparejado grueso se efectuará solo después que el hormigón haya endurecido suficientemente, y puede efectuarse a mano o a máquina. Deberá tenerse cuidado que el hormigón no se trabaje más de lo necesario para producir una superficie uniforme libre de marcas de emparejamiento. Las irregularidades superficiales no deberán exceder los 10 mm para las graduales y 5 mm para las abruptas.

Tipo U3: Este será un alisado fino con fratas metálico para superficies de pavimento de hormigón, coronamiento de muros, coronamiento en general y otros elementos expuestos al clima, superficies de lechos y losas que debieran recibir láminas flexibles y delgadas, y pavimentos de baldosas asentadas con adhesivos y asientos para placas de apoyo y similares cuando el metal estuviese en contacto directo con el hormigón. El fratasado no comenzará antes que la película de humedad hubiere desaparecido y el hormigón hubiere endurecido lo suficiente, como para evitar un afloramiento de lechada excesiva en la superficie como consecuencia del trabajo. Las superficies serán emparejadas con presión firme y estarán libres de marcas de emparejamiento. Las irregularidades superficiales no deberán exceder los 6 mm para las graduales y 3 mm para las abruptas.

Tipo U4: Esta terminación será similar al tipo U3 excepto que las tolerancias serán menores y se utilizará para superficies expuestas al agua en escurrimiento. Las alturas de las irregularidades locales, como ser protuberancias, hoyos u ondulaciones locales, no deben exceder de 3 mm. En relación con las irregularidades graduales, toda diferencia de inclinación en un punto dado debe ser igual o inferior a 1: 50. Por su parte, las desviaciones respecto al perfil teórico de diseño no deberán ser superiores a 30 mm.

IV.6.5.4.- Desencofrado.

Los encofrados deberán ser retirados cuidadosamente a fin de no dañar el hormigón. Se deberán usar cuñas de madera entre las superficies del hormigón y del encofrado, donde sea necesaria la fuerza para separarlos. No se deberán usar con este fin cuñas metálicas, barras o herramientas similares.

El uso de aceites para moldes u otro material para facilitar el desencofrado estará sujeto a la aprobación de la Inspección de Obra.

No se deberán retirar los encofrados antes que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para prevenir daños, en ningún caso antes del vencimiento de los plazos indicados más abajo. Tampoco se deberán dejar los encofrados por tiempos prolongados.

Los plazos de descimbrados y desencofrado estarán de acuerdo con las condiciones particulares, tales como tipo de cemento, sustancias que se le hayan agregado, cantidad de agua

en el hormigón y temperatura ambiente.

Salvo otra aprobación de la Inspección de Obra, los tiempos mínimos que deben transcurrir entre la terminación del hormigón y el desencofrado serán los siguientes:

| Posición del Encofrado | Tiempo mínimo para desencofrado sobre la base de una temperatura ambiente mínima de 5 °C |
|--|---|
| Hormigón masivo (paramentos permanentemente expuestos) | 48 hs. |
| Soleras y estructuras livianas. | 72 hs. |
| Muros de gravedad en general. | 10 días |

No se permitirá el calentamiento de encofrados de hormigón con vapor o por otros medios, para reducir los plazos de desencofrado, salvo para elementos de hormigón premoldeado.

IV.6.6.- Tolerancias Constructivas.

Las desviaciones en alineaciones, pendientes, cotas y dimensiones de las estructuras con respecto a los planos del proyecto ejecutivo deberán mantenerse dentro de las tolerancias indicadas a continuación. La Inspección de Obra se reserva el derecho de disminuir las tolerancias que aquí se especifican si las mismas afectan la acción estructural o la función operativa de una estructura. Donde no se establezcan tolerancias en los planos, para cualquier estructura individual o parte de la misma, las desviaciones permisibles serán interpretadas de acuerdo con lo estipulado en este punto. Los trabajos de hormigón que excedan los límites de tolerancia que a continuación se especifican, deberán ser separados o removidos y reparados sin costos adicionales en la forma que lo ordene la Inspección de Obra.

Las tolerancias de construcción para el hormigón masivo no deberán exceder los siguientes límites:

Variación del contorno lineal construido respecto de la posición establecida en Planos

Para 6 m: 13 mm.

Para 12 m: 19 mm.

Variaciones de dimensiones de estructuras individuales de las posiciones establecidas.

Para 24 m o más: 32 mm.

Variaciones de la verticalidad de la inclinación especificada, o de las superficies curvas de todas las estructuras, incluyendo cantos y superficies de paredes, pilas, ranuras de juntas verticales y salientes visibles.

Para 3 m: 13 mm.

Para 6 m: 19 mm.

Para 12m o más: 32 mm.

Variación del nivel o de las pendientes indicadas en los planos en pisos, soleras, salientes visibles.

Para 3 m: 6 mm.

Para 9 m o más: 13 mm.

Variación de la verticalidad en el hormigón de segunda etapa en estructuras para compuertas.

En altura total: 10 mm.

Las tolerancias de construcción para conducciones de agua en todas las estructuras no deberán exceder los siguientes límites:

Desviación del alineamiento o pendiente establecida: 13 mm.

Las tolerancias de construcción para la colocación de armaduras no deberán exceder los siguientes límites:

Para los casos en que el recubrimiento sea 50 mm o menos: 5 mm.

Para los casos en que los recubrimientos sean mayores de 50 mm: 10 mm.

Espaciamiento entre barras (cualquier diámetro):

25 mm.

Las tolerancias no abarcan todos los casos, ya que muchas veces están especificadas en planos, o en caso que la Inspección de Obra ordenara tolerancias especiales primarán éstas sobre las establecidas en el presente rubro.

IV.6.7.- Preparación para Colocación de Hormigón.

IV.6.7.1.- Generalidades.

Antes de colocar hormigón, toda el agua, desechos, barro, nieve, hielo y otras sustancias extrañas serán retiradas de los lugares que serán ocupados por el hormigón y de las superficies que estuvieren en contacto con el hormigón.

El agua corriente deberá ser dirigida con medios efectivos, controlada o drenada si pasare a través de un lugar donde se colocará hormigón o si se originare en la superficie que estará en contacto con el hormigón.

No se deberá colocar el hormigón hasta que todos los encofrados, preparación de superficie, instalación de elementos embutidos, instrumentos y armaduras hayan sido aprobados por la Inspección de Obra.

IV.6.7.2.- Superficies de Fundación.

Las fundaciones de todas las estructuras de hormigón deberán ser colocadas sobre superficies limpias.

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón todas las superficies de fundación sobre o contra la cual se colocará el hormigón, deberán estar limpias y libres de agua, barro, basuras, aceites y todo otro recubrimiento objetable y fragmentos parcialmente sueltos o defectuosos.

Las superficies de fundaciones absorbentes contra las que se colocará el hormigón deberán ser muy bien humedecidas de manera tal que no le quiten humedad al hormigón recién colocado.

Las superficies para fundaciones sobre tierra o granulares se compactarán cuidadosamente y se humedecerán con anterioridad a la colocación del hormigón.

IV.6.8.- Colocación.

IV.6.8.1.- Generalidades.

El hormigón será colocado en las posiciones y secuencias indicadas en los planos del proyecto ejecutivo, en las especificaciones, o según lo ordene la Inspección de Obra. Excepto cuando se indique de otra manera, el hormigón no será colado sin que la Inspección de Obra o su representante estén presentes y hayan examinado y aprobado previamente la ubicación, fijación y condiciones de la armadura y todos los otros elementos empotrados en el hormigón como así también la limpieza, alineación y buenas condiciones de las superficies que tendrán que recibir el hormigón.

El hormigón será depositado lo más cerca posible de su posición final trabajando desde las esquinas y extremos de los encofrados, hacia el centro.

El Contratista deberá proveer los equipos y emplear metodologías de colocación que reduzcan la segregación de los áridos gruesos del hormigón al mínimo. El equipo deberá ser capaz de manipular y colocar con facilidad el hormigón con el asentamiento mínimo compatible con la calidad especificada.

El Contratista notificará a la Inspección de Obra con una anticipación mínima de 24 hs el lugar y momento en que colocará el hormigón. Si el hormigón hubiere sido colocado sin conocimiento y aprobación previa de la Inspección de Obra, éste ordenará su demolición y sustitución por cuenta del Contratista. No se colocará hormigón cuando las condiciones climáticas fueran en opinión de la Inspección de Obra demasiado severas, salvo que se cumplan los requisitos de hormigonado en tiempo frío o caluroso establecido en las cláusulas correspondientes.

La capacidad de colocación será tal que se mantenga el ritmo de trabajo de manera de evitar las juntas frías o juntas de construcción no previstas.

No deberán transcurrir más de 45 minutos desde la fabricación del hormigón y hasta su

colocación y en total no más de una hora hasta completar la compactación. En ningún caso se admitirá la colocación de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

Una vez que se ha comenzado la colocación de hormigón en una colada, aquella no deberá ser interrumpida hasta que se haya completado la colada programada. Sin embargo, en caso de que no se pueda evitar una "junta fría" debido a una lluvia repentina, fallas de equipos o a cualquier otra situación anormal, se deberán tomar las siguientes precauciones:

Tan pronto ocurra una anormalidad y se considere que no se puede continuar la colocación, el Contratista inmediatamente deberá vibrar todos los extremos expuestos de la capa que se está colocando formando una rampa de pendiente (1:1). Todo el agregado suelto deberá ser removido.

Si la colocación es reanudada cuando aún se puede plastificar el hormigón colocado anteriormente mediante la cabeza del vibrador no se requerirá ningún tratamiento de la junta. Cuando la interrupción es de 3 a 6 hs., se ejecutará una prueba con el vibrador, si el vibrador penetrase bajo su propio peso, no se requerirá tratamiento. Si la colocación es reanudada cuando el hormigón colocado previamente no puede ser plastificado con el vibrador, el Contratista deberá tratar la junta dándole rugosidad mediante un chorro de agua y aire a presión. Si la colocación es reanudada después de transcurridas 12 hs desde la detención, la junta deberá ser tratada en la forma especificada en la cláusula correspondiente a juntas de construcción, antes de reanudar el hormigonado.

Cada capa de hormigón deberá ser compactada hasta la máxima densidad posible, deberá estar libre de nidos de agregado grueso, deberá llenar completamente todos los rebajes en los encofrados y alrededor de elementos empotrados debiendo estar libre de vacíos. El hormigón deberá ser compactado y trabajado dentro de todos los rincones y ángulos de los encofrados y alrededor de las armaduras y elementos empotrados, impidiendo la segregación de los materiales componentes de la mezcla.

Una vez colocada cada colada, se deberán llevar a cabo cuidadosas verificaciones para constatar que todos los elementos que requieren un posicionado preciso no hayan sido desplazados. Cualquier elemento empotrado que esté fuera de posición o de su alineamiento,

deberá ser corregido inmediatamente en la forma que lo ordene la Inspección de Obra. Si cualquier elemento empotrado resultase desplazado, será corregido a satisfacción de la Inspección de Obra.

Cuando se hormigone muros o columnas que deba ser continua y monolítica con losas, se deberá hacer un intervalo que permita el asentamiento del hormigón inferior, antes de colocar el hormigón que constituye el elemento superior. La duración del intervalo depende de la temperatura y de las características de fragüe del hormigón, pero será tal que la vibración del hormigón del primer elemento no vuelva a la condición plástica al hormigón profundo, ni produzca un nuevo asentamiento del mismo.

Al colocar el hormigón a través de armaduras, se deberán tomar todas las precauciones para impedir la segregación del agregado grueso. En la parte inferior de muros y losas, donde la armadura es más densa y puede haber dificultades en su colocación, se distribuirá una capa de un espesor de 3 cm de hormigón con tamaño máximo de árido igual al especificado en la estructura, y un porcentaje de mortero del 5% en más, con la misma resistencia del hormigón que deba ser colocado y con anterioridad a este último, para cubrir la superficie de los encofrados y de base de la tongada. Si se colocare hormigón con baldes de descarga inferior se cuidará que se cumpla lo siguiente:

- Se evite la segregación durante el llenado de los baldes.
- Los baldes permitan la descarga de hormigones de asentamiento lo más bajo posible, que puedan ser consolidados por vibración al colocarlos.
- Los baldes descargaran el hormigón con rapidez y desde la altura necesaria para que el hormigón no sufra segregación.
- Los baldes sean de un tamaño adecuado tal que su descarga se pueda hacer en una forma y con una frecuencia tal que el hormigón se pueda colocar en capas prácticamente horizontales, mientras la capa inferior todavía sea moldeable y no haya iniciado su fragüe.

Las coladas sucesivas se colocarán en forma tal que el hormigón pueda consolidarse cui-

dadosamente mediante vibradores de inmersión.

Los baldes de fondo volcador deberán ser tales que el área de la apertura de la compuerta o el área libre de la garganta de la compuerta no deberá ser inferior a un tercio del área horizontal máxima del balde.

La pendiente interior de la tolva no deberá ser menor de 70° sobre la horizontal. A su vez la dimensión mínima del área libre de la compuerta deberá ser por lo menos 5 veces el tamaño máximo del agregado. Las compuertas para los baldes deberán ser esencialmente estancas contra el escurrimiento de la lechada de cemento, del tipo bivalvo, y operadas neumática o hidráulicamente. El mecanismo de abrir las compuertas deberá estar diseñado de forma que ellas cierren automáticamente cuando el control es desenganchado o cuando las conducciones neumáticas o hidráulicas sufran desperfectos.

El hormigón deberá caer verticalmente en el centro de cualquier elemento que debiere contenerlo, y nunca desde una altura superior a 1,50 m.

Cuando debiere caer dentro del encofrado o en una tolva o balde la porción inferior del derrame será vertical y libre de interferencia. Excepto en partes interceptadas por juntas de contracción, el hormigón será colocado en capas continuas. Cada capa será vibrada.

IV.6.8.2.- Plan de Colocación.

El Contratista deberá presentar a la Inspección de Obra para su revisión y aprobación el cronograma de hormigonado correspondiente a cada zona de la Obra, ajustado sobre la base de la presentación definida para la Oferta, teniendo presente además, la Fecha Prevista para la iniciación de estos trabajos.

El cronograma será presentado por lo menos 30 días antes de la fecha programada para la colocación en cada zona o frente de trabajo, y cumplirá con todos los requisitos fijados para la metodología de estos planes, de acuerdo a lo previsto por el Pliego.

Dentro de los 15 días de receptado el Plan, la Inspección de Obra emitirá su respuesta, vencido el cual se considerará aprobado.

El Plan contemplará ritmo de producción diaria, teniendo presente que se realizarán una vez en proceso de colocación, ajustes periódicos que permitirán determinar avances reales de hormigonado en cada zona de la Obra. Si por cualquier razón el Contratista no cumpliera con el Plan Aprobado, inmediatamente se tomarán las medidas necesarias para que la producción vuelva al ritmo establecido. Además, si después de estas medidas la producción no retoma el ritmo necesario, la Inspección de Obra se reserva el derecho de ordenar un cambio de metodología en las etapas de producción y/o colocación, sin que esto motive incrementos en los precios del Item correspondiente.

El Plan de Trabajo, deberá incluir además las siguientes presentaciones:

1. Detalle de suministro del cemento normal, indicando:
 - a. Nombre y dirección del abastecedor
 - b. Fábrica de cemento
 - c. Superficie específica, composición química del cemento
 - d. Montos, cantidades y procedimiento de entrega
 - e. Garantía de utilización de silos en fábrica y permisos especiales o nombre de la Inspección de Obra para efectivizar el control de calidad en fábrica
2. Decisiones respecto a la utilización y ensayos de fuentes de agregados.

IV.6.8.3.- Temperatura de Colocación del Hormigón.

Las temperaturas máximas de colocación de todos los hormigones serán inferiores a los que resulten necesarios para evitar que se produzcan fisuras, de acuerdo a los estudios que el Contratista realizará en cumplimiento de lo especificado en este Pliego.

No obstante lo expresado en el párrafo precedente, la temperatura del hormigón recién colocado y/o compactado será menor o igual que el valor especificado en las presentes especificaciones. Este valor será de aplicación aún en el caso de que de los estudios referidos en el párrafo precedente indiquen la posibilidad de utilizar un límite más elevado.

El Contratista deberá emplear métodos efectivos y aprobados para cumplir con estas prescripciones, no teniendo derecho a recibir compensación adicional alguna derivada de los mismos.

IV.6.8.3.1.- Condiciones Climáticas.

IV.6.8.3.1.1.- Generalidades.

A fin de poder adoptar las precauciones que más adelante se indican, el Contratista deberá presentar, con una antelación de treinta (30) días al período en que ordinariamente se producen condiciones climáticas como tiempo frío o caluroso, la documentación atinente a las instalaciones y equipos que dispondrá para cumplimentar las medidas precautorias que a continuación se indican. La Inspección de Obra se expedirá dentro de los quince (15) días de recibida la documentación. La aprobación por parte de la Inspección de Obra no releva de responsabilidad alguna al Contratista.

IV.6.8.3.1.2.- Hormigonado en Tiempo Frío.

Se considera tiempo frío, a los efectos de la ejecución del hormigonado, para estas Especificaciones, cuando la temperatura media diaria de 3 días consecutivos sea inferior a 5°C.

En estas circunstancias la Inspección de Obra ordenará la suspensión o la no iniciación del hormigonado, salvo que el Contratista demuestre que dispone de los elementos necesarios en condiciones de uso, de manera tal que ante la disminución de la temperatura antedicha, pueda adoptar las precauciones apropiadas que aseguren que el fraguado del hormigón se realiza en forma satisfactoria.

En ningún caso podrá extenderse el hormigón sobre superficies con hielo o nieve. Deberán tratarse previamente las superficies con vapor o con agua caliente hasta que la temperatura de la superficie sea igual o mayor que la del hormigón fresco que se coloque encima. La temperatura de la superficie se medirá dejando pasar un tiempo de 5 minutos después de terminar el tratamiento.

De acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, es factible predecir la producción de

temperaturas mínimas, inferiores de 0°C, en lapsos cortos de tiempo, y dependiendo de la época del año en que se realice la obra. Ante estas condiciones deberán adoptarse precauciones en la preparación y transporte de hormigones, de manera tal que la temperatura del mismo al ser colocado sea la que resulte del siguiente cuadro:

| Mínima Dimensión de la Sección (m) | Temperatura Mínima del Hormigón (°C) | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| | A la salida de la hormigonera | Inmediatamente de colado |
| Mayor que 1,50 | 8 | 5 |
| De 0,30 a 1,50 | 13 | 10 |
| Menor que 0,30 | 18 | 15 |

En ningún caso la temperatura del hormigón a la salida de la hormigonera superará en mas de 10 °C los límites establecidos en el cuadro anterior, para evitar ulteriores retracciones fuertes teniendo en cuenta las bajas temperaturas ambientes, y para evitar una aceleración del fragüe prematuro. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de 5°C, no se permitirá la elevación de la temperatura del hormigón mediante el calentamiento del hormigón amasado, debiendo adoptarse los medios adecuados para calentar los agregados y/o el agua de mezclado, o sino garantizar que la temperatura del hormigón que sale del mezclador no sea inferior a los valores indicados en el cuadro. A estos efectos, deberá cumplir con los requisitos que a continuación se detallan:

Calentamiento del agua: la temperatura del agua no deberá exceder los 60 °C, debiendo echarse en la hormigonera procurando que no entre en contacto brusco con el cemento

Calentamiento de los áridos: se permitirá que los áridos para hormigones sean calentados hasta 50 °C y las arenas para morteros hasta 70 °C. La operación se efectuará únicamente con agua caliente o vapor de agua, quedando completamente prohibido el uso de lanzallamas para calentamiento de áridos.

Para el curado en tiempo frío se adoptarán las precauciones necesarias para que durante el fraguado del hormigón su capa superficial esté siete (7) días permanentemente a una tem-

peratura igual o mayor que 5 °C en todas las estructuras. Esta condición deberá mantenerse hasta que una probeta cilíndrica sometida a las mismas condiciones que el hormigón de la estructura, dejada a este efecto en el mismo medio ambiente, haya adquirido una resistencia a la compresión mayor o igual que 5 Mpa. Dicha condición también podrá verificarse mediante el ensayo de testigos extraídos de la estructura.

Para satisfacer la condición antedicha en las caras laterales, los encofrados deben proporcionar suficiente abrigo. En todos los casos debe demostrarse con pruebas prácticas que las medidas adoptadas por el Contratista logran satisfacer las prescripciones establecidas.

IV.6.8.3.1.3.- Hormigón Helado.

Se denomina hormigón helado aquel que no ha sido protegido de manera de cumplir con las normas establecidas para tiempo frío y que, además, ha estado sometido, durante cualquier lapso del período de protección establecido, a una temperatura ambiente por debajo de 0 °C.

La certeza sobre las temperaturas ambientes resulta de efectuar lecturas cada dos horas en termómetros instalados ex profeso en las vecindades de la estructura. Los termómetros serán provistos por el Contratista a su cargo y controlados en forma permanente con un termómetro patrón, siendo el alcance de los mismos entre -20 °C y 50 °C y su sensibilidad de un quinto de grado.

De verificarse la condición de hormigón helado el Contratista procederá al retiro inmediato de la tongada, salvo que pueda demostrar mediante ensayos a 28 días, de probetas correspondientes a testigos del área en conflicto, que la resistencia a la compresión es la exigida en cada estructura en particular. En este último caso deberá detener el hormigonado hasta tanto haya sido verificado y aprobado por la Inspección de Obra. De no cumplirse a los 28 días las condiciones previstas la Inspección de Obra ordenará el retiro del material.

Todas las operaciones que demande el retiro de material y/o los ensayos necesarios de verificación de calidad serán de exclusiva cuenta del Contratista.

IV.6.8.3.1.4.- Hormigón Observado.

Se denomina hormigón observado, aquel que no ha sido protegido de manera de cumplir con las normas establecidas para tiempo frío y que además, ha estado sometido durante cualquier lapso del periodo establecido de protección, a una temperatura ambiente comprendida entre 2 °C y 5 °C.

En el caso que los registros indiquen temperaturas comprendidas dentro de los 2 °C y 5 °C se detendrá el hormigonado hasta tanto se adopten decisiones sobre el particular. De continuar hormigonando se extraerán testigos, en un número de seis y se verificará la resistencia a la compresión a los 28 días, si no se verificara el valor mínimo en cada caso se retirará el hormigón observado, siendo estos trabajos a cargo exclusivo del Contratista.

IV.6.8.3.1.5.- Hormigonado en Tiempo Caluroso.

Se considera tiempo caluroso, a los efectos de la ejecución del hormigonado, para estas Especificaciones, cuando la temperatura ambiente supera los 30°C.

En todas las estructuras, en tiempo caluroso, la temperatura del hormigón al salir de la hormigonera deberá ser en todos los casos menor que 15°C.

El Contratista tomará las medidas necesarias para ello, mediante el almacenamiento de los áridos protegidos del sol, riego del agregado grueso, enfriamiento del agua, uso del hielo como parte del agua de mezclado, mantenimiento del cemento en los silos a la menor temperatura posible.

Inmediatamente antes de colocar el hormigón, los encofrados, armaduras, fundación o lugar específico de colocación, serán regados con agua a la menor temperatura posible. Las operaciones de colocación y terminación serán iniciadas tan pronto como sea posible, después del mezclado, tomándose todas las precauciones para reducir durante estas etapas los aumentos de temperatura.

Los registros de temperaturas responderán a las mismas especificaciones de hormigones helados.

Para evitar que se formen juntas de contracción y también el agrietamiento que se produce cuando el hormigón está aún en estado plástico por efecto de una gran evaporación y secado, las superficies expuestas del hormigón fresco deberán mantenerse continuamente humedecidas mediante riego con agua en forma de niebla, arpilleras húmedas u otros medios adecuados. En caso necesario las superficies expuestas serán protegidas contra la acción del viento y el sol.

Las superficies de muros, columnas y otras superficies verticales se mantendrán continuas y completamente humedecidas antes y durante las operaciones de desencofrado. Para ello se aplicará riego con agua, en la parte superior de los elementos estructurales mencionados, de modo que el agua circule entre el encofrado y el hormigón.

IV.6.8.4.- Vibrado y Compactación.

El hormigón deberá ser consolidado hasta la máxima densidad posible libre de cavidades o de aire atrapado y con buen contacto contra todas las superficies del encofrado, los elementos empotrados y alrededor de todas las armaduras, asegurándose que no se produzcan desplazamientos.

La compactación del hormigón deberá ser lograda mediante vibradores de inmersión los que deberán ser previamente aprobados por la Inspección de Obra. La frecuencia mínima de los vibradores será de 8000 r.p.m.. En todo momento el número de vibradores disponible en un frente de trabajo deberá ser superior al mínimo necesario para asegurar el ritmo de trabajo previsto.

Los vibradores deberán penetrar la profundidad total de la capa, y cuando la capa inferior fuere de hormigón fresco deberá penetrar y vibrar nuevamente esa capa, para asegurar que capas sucesivas tengan buena continuidad. Se evitará la vibración excesiva que cause segregación, afloración de lechada a la superficie, o pérdida a través del encofrado. Los vibradores de inmersión se extraerán lentamente para evitar la formación de cavidades, no pudiendo utilizarse para trasladar el hormigón a lo largo de los moldes.

Los vibradores se insertarán a distancias uniformemente espaciadas entre sí. La separación entre los puntos de inserción será levemente menor que el doble del radio del círculo, den-

tro del cual la vibración es visiblemente efectiva. Al realizar la operación no deben quedar porciones de hormigón sin consolidar. El tiempo de aplicación de la vibración en cada lugar dependerá de la consistencia del hormigón, de su composición y de la potencia del vibrador. La vibración será interrumpida tan pronto como se observe la cesación del desprendimiento de grandes burbujas de aire y la aparición de lechada en la superficie.

La inmersión deberá ser ejecutada en una posición cercana a la vertical. Al vibrar hormigón masivo la vibración deberá continuar hasta que las burbujas de aire atrapada hayan dejado de salir. No se deberán sobreponer capas adicionales de hormigón hasta haber vibrado completamente la capa colocada anteriormente.

IV.6.8.5.- Curado.

En todo lo referente al curado en lo que se oponga a las presentes especificaciones serán de aplicación las disposiciones del Artículo 10.4.2. del CIRSOC 201. Se tendrá así mismo en cuenta las prescripciones correspondientes a las cláusulas "Condiciones Climáticas".

El hormigón deberá ser protegido durante la primera etapa del endurecimiento contra los efectos perjudiciales de los rayos solares, vientos secos, frío, lluvia o agua en escurrimiento. La protección se aplicará tan pronto como fuera posible después de terminar la colocación, mediante uno de los siguientes métodos:

- Cubriendo la superficie expuesta con una capa de arpillera, lonas o material absorbente similar, o con una capa de arena, que deberán ser mantenidas húmedas continuamente.
- Cubriendo con una capa de papel impermeable o lámina plástica, mantenidos firmemente en contacto con la superficie del hormigón.
- Por aplicación de un compuesto líquido para la formación de una membrana de curado, a base de solvente y listo para ser usado en obra.
- Por inundación o inmersión total.
- Por rociado continuo con agua.

El Contratista podrá elegir cualquiera de estos métodos de curado, los que deberán ser previamente aprobados por la Inspección de Obra. La aplicación de compuesto líquido para la formación de membrana no se deberá realizar en los siguientes casos:

- Si a la superficie en cuestión hay que adherirle posteriormente hormigón.
- Si a la superficie se le deben aplicar baldosas, pinturas, impermeabilización u otra terminación superficial.

En el caso de usar compuesto líquido para formación de membrana el Contratista deberá presentar certificados de calidad de la misma e información técnica sobre características y propiedades, pudiendo la Inspección de Obra exigir la realización de pruebas de eficiencia según el procedimiento establecido en la norma ASTM C-156, debiendo obtenerse un índice de eficiencia mayor del 90% para su aceptación.

Respecto a los tiempos de curado se tendrá en cuenta que excepto el hormigón a ser cubierto por más hormigón, todo hormigón tratado por el método de "curado por agua", deberá ser curado durante un mínimo de quince días consecutivos, después de los cuales el material de cobertura deberá ser dejado en su lugar durante cuatro días adicionales. Cuando se trate de curado con membranas, el tiempo mínimo para esta operación será de 28 días consecutivos, y se deberá reparar cualquier daño que se tenga durante dicho período.

IV.6.9.- Juntas.

IV.6.9.1.- Juntas de Dilatación y Contracción.

Se ejecutarán juntas de dilatación y contracción en los lugares indicados por los planos del proyecto ejecutivo o donde la Inspección de Obra lo ordenare o aprobare, de acuerdo con las especificaciones de esta cláusula.

Las juntas de dilatación y contracción serán ejecutadas en forma tal que el hormigón de un lado de la junta no se adhiera con el del otro lado.

Cuando lo indiquen los planos o lo ordene la Inspección de Obra, las juntas de dilatación o contracción se dispondrán con llaves, y en todas las estructuras que retengan o por las que

circule o fluya agua se colocarán juntas estancas, en un todo de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego.

El Contratista respetará las disposiciones o detalles especiales de las juntas que se indican en los planos de proyecto y si deseara aplicar soluciones alternativas deberá obtener previamente la aprobación de la Inspección de Obra.

IV.6.9.2.- Juntas de Construcción.

Una junta de construcción es una superficie de hormigón fraguado contra la cual se colocará hormigón fresco que deberá adherirse a ella monolíticamente.

Las juntas de construcción se dispondrán de forma tal de reducir los efectos de contracción del hormigón y estarán ubicadas en las posiciones más convenientes con respecto a los esfuerzos en las estructuras y preferiblemente dispuestas en forma alternada.

El Contratista deberá planificar la posición de las juntas de construcción que deberá ser aprobada por la Inspección de Obra.

Estas juntas deberán ser tratadas para eliminar la capa de lechada y/o mortero superficial que las cubriere hasta dejar parcialmente al descubierto el agregado grueso. Esto podrá lograrse mediante lavado con agua a presión cuando el hormigón recién hubiere completado su fraguado o mediante lavado con chorro de agua a alta presión luego que el material hubiere endurecido.

Cualquiera fuere el procedimiento utilizado para el tratamiento de las juntas, éstas deberán ser arenadas y lavadas previamente al hormigonado, a efectos de eliminar toda suciedad depositada sobre la junta.

IV.6.9.3.- Material para Sellado para Juntas

IV.6.9.3.1.- Descripción.

Estas especificaciones son válidas para un sellador plastoelástico premoldeado en tiras de 20 x 20 mm de sección, a base de bitumen-caucho de color negro, para usar en el sellado de juntas

de canales revestidos con hormigón.

IV.6.9.3.2.- Material.

El compuesto deberá ser un material resiliente y adhesivo capaz de sellar las juntas en forma efectiva, impidiendo la infiltración de humedad aún después de ciclos repetidos de expansión y contracción. Su consistencia, deberá ser tal que permita colocarlo a 21 °C (70°F) con facilidad, previéndose una imprimación previa. Su composición deberá permitir que no fluya fuera de las puntas una vez colocado. La Dirección deberá dar previamente su aprobación sobre el tipo y calidad del material a ser utilizado.

IV.6.9.3.3.- Exigencias de Comportamiento

Las exigencias que deberá cumplir el material para sellado de juntas en el canal de hormigón se resumen a continuación:

- Deberá ser resistente y estanco al agua.
- Deberá sellar en forma permanente juntas de dilatación y contracción de moderados movimientos.
- No deberá sufrir alteraciones irreversibles con los cambios térmicos comprendidos en el entorno de –15 °C y +70 °C.
- Debe resistir perfectamente los cambios climáticos y la influencia de la intemperización.
- No debe modificarse por contacto con soluciones de sales, ácidos no oxidantes diluidos, álcalis diluidos, aguas residuales, etc.
- Debe adherir perfectamente sobre las paredes de la junta de hormigón.

IV.6.9.3.4.- Requerimientos para la Colocación

Los principales requerimientos para la colocación del material para sellado de juntas se especifican a continuación, debiendo los mismos ser aprobados previamente por la Direc-

ción.

- Las paredes de las juntas deberán estar limpias, firmes, secas y exentas de cualquier material extraño a la naturaleza de las mismas. Para ello se recomienda la utilización de métodos como arenado, cepillado, aire comprimido, etc.
- Una vez preparada la superficie de la junta colocar material de relleno si fuera necesario, y aplicar a pincel, en las paredes de la misma, un producto de imprimación de reconocida calidad y aprobado por la Dirección.
- Colocar el sellador dentro de la junta haciendo presión con un elemento de madera o metal previamente calentado en agua. Mientras se coloque el sellador la imprimación deberá estar pegadiza al tacto, de no ser así se deberá repintar.
- Perfilar la superficie con una espátula caliente.
- Distribuir arena sobre la superficie final para eliminar la pegajosidad.

Se deberá asimismo tomar en cuenta que:

- En juntas con movimiento debe evitarse la adherencia del sellador al fondo de la misma.
- En caso de colocarse con bajas temperaturas se deberá acondicionar el sellador a 30 °C para facilitar la aplicación.
- Para una buena estanqueidad es imprescindible el uso de una imprimación de reconocida calidad.

IV.6.10.- Control de Calidad.

IV.6.10.1.- Generalidades.

La Inspección de Obra establecerá y mantendrá un programa de control de calidad del hormigón colocado en obra, para lo que se implementarán distintos medios y procedimientos de supervisión en las sucesivas etapas de producción, colocación, compactación,

curado, etc., que estarán orientados a asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos en el presente Pliego.

Los controles que se realizarán y los períodos en que se tomarán las muestras se detallan en la presente Sección.

A los efectos de la extracción de muestras el Contratista proveerá equipo y personal calificado en los momentos que lo requiera la Inspección de Obra, considerándose los gastos que demanden estos trabajos de exclusivo cargo del Contratista.

Siempre que sea necesario detener el proceso constructivo por deficiencias de calidad, el Contratista asumirá todos los gastos correspondientes a esta detención y a su nueva puesta en servicio.

IV.6.10.2.- Granulometría de los Agregados.

Por lo menos una vez, por cada turno de colocación de hormigones y por cada turno de producción de agregados, será controlada la granulometría de éstos.

La Inspección de Obra definirá el punto donde se realizará el muestreo, correspondiendo a personal del Contratista realizar las tareas conforme a las indicaciones que se le brindarán en cada oportunidad, las que dependerán del punto seleccionado.

Siempre que un resultado de ensayos, esté fuera de los límites establecidos en Sección Materiales de este Pliego, se tomarán otros muestreos para la realización de nuevos ensayos. Si de estos ensayos resultan confirmados los primeros valores se considerará como un proceso "fuera de control", el Laboratorio comunicará en forma inmediata a la Inspección de Obra, quien exigirá al Contratista la rectificación del proceso.

En función de los resultados que se obtienen, puede a criterio de la Inspección de Obra, suspenderse la colocación del hormigón hasta tanto haya sido rectificado el proceso definido como "fuera de control". En este caso todos los costos ocasionados por la paralización de las tareas, dada como consecuencia de materiales inadecuados, correrán por cuenta del Contratista.

IV.6.10.3.- Humedad de los Agregados.

Se determinará la humedad de los agregados gruesos, por lo menos una vez al día.

En las arenas la determinación se realizará con una frecuencia de una determinación por hora, como mínimo.

Verificada la humedad, se determinarán las correcciones a ser aplicadas en los dosajes de la hormigonera.

Cuando se verifiquen diferencias la Inspección de Obra exigirá el inmediato ajuste del proceso de producción pudiendo incluso detener el mismo.

IV.6.10.4.- Forma de las Partículas.

Durante el periodo inicial de producción de agregados, serán tomadas muestras por lo menos dos veces por turno de producción, periodo que se reducirá a una vez por día cuando se compruebe la homogeneidad del proceso y la Inspección de Obra así lo autorice.

Los ensayos serán realizados sobre la base de la norma IRAM 1681, definiéndose la cubi-
cidad correspondiente a las distintas fracciones.

Cuando de los ensayos de cubi-
cidad resulten dos fallas sucesivas para una misma fracción, la Inspección de Obra, ordenará al Contratista la realización de correcciones a efectos de superar los inconvenientes planteados. La Inspección de Obra podrá ordenar detener el proceso de producción hasta tanto haya sido ajustado el proceso y lograda la cubi-
cidad dentro de los límites prefijados en estas especificaciones.

IV.6.10.5.- Ensayos de Calidad de Agua.

Por lo menos una vez por semana será muestreada y analizada el agua a ser utilizada en la elaboración de los hormigones, a efectos de cumplimentar condiciones físicas y químicas de aptitud para su empleo.

Siempre que los resultados, estén fuera de los límites correspondientes, se tomarán nuevos muestreos y se ejecutarán los ensayos sobre los mismos. Si los valores resultan confirma-

dos, la Inspección de Obra exigirá la inmediata aplicación de medidas correctivas para el ajuste de la situación planteada, pudiendo incluso exigir un cambio de fuente de aprovisionamiento.

IV.6.10.6.- Ensayos de Calidad de Cemento.

IV.6.10.6.1.- En Fábrica.

El Contratista deberá asegurar que los ensayos de cemento en fábrica cumplan con las siguientes normas:

| ENSAYO | NORMA A APLICAR |
|--|------------------------|
| Material retenido sobre Tamiz 75 µm | IRAM 1621 |
| Superficie específica | IRAM 1623 |
| Pasta de consistencia normal | IRAM 1612 |
| Tiempo de fraguado | IRAM 1619 |
| Falso fraguado | IRAM 1615 |
| Densidad Absoluta | IRAM 1624 |
| Constancia de volumen por expansión en autoclave | IRAM 1620 |
| Resistencia a flexión y compresión a (3,7 y 28 días) | IRAM 1622 |
| Requerimiento de agua | IRAM 1654 |
| Contracción por secado | IRAM 1651 |
| Contenido de aire en el mortero | IRAM 1634 |
| Calor de Hidratación | IRAM 1617-1665 |

IV.6.10.6.2.- En Obra.

La Inspección de Obra podrá tomar muestras de cemento según lo crea conveniente, en los medios de transporte, en los lugares de almacenamiento o en la planta hormigonera cuando tenga razones para dudar de la calidad del cemento que se está utilizando.

Sobre estas muestras efectuará cualquiera o todos los ensayos que se especifican a conti-

nuación:

| ENSAYO | NORMA A APLICAR |
|--|-----------------|
| Material retenido sobre Tamiz 75 µm | IRAM 1621 |
| Superficie específica | IRAM 1623 |
| Pasta de consistencia normal | IRAM 1612 |
| Tiempo de fraguado | IRAM 1619 |
| Falso fraguado | IRAM 1615 |
| Densidad Absoluta | IRAM 1624 |
| Constancia de volumen por expansión en autoclave | IRAM 1620 |
| Resistencia a flexión y compresión a (3,7 y 28 días) | IRAM 1622 |
| Requerimiento de agua | IRAM 1654 |
| Contracción por secado | IRAM 1651 |
| Contenido de aire en el mortero | IRAM 1634 |
| Calor de Hidratación | IRAM 1617-1665 |

IV.6.10.6.3.- Ensayos de Calidad de Adiciones Activas.

La Inspección de Obra definirá el sistema de control de calidad a implementar para este suministro. Se tendrá en consideración las características, origen y modalidad de producción y entrega del material propuesto por el Contratista.

El sistema de control y la frecuencia de muestreo serán similares a los especificados para el cemento.

IV.6.10.7.- Controles en Planta Hormigón.

IV.6.10.7.1.- Control de Balanzas.

La Inspección de Obra verificará la exactitud de las balanzas semanalmente, para ello contará con un juego de masas patrón que el Contratista pondrá a su disposición cuando éste lo requiera.

Estas pruebas serán repetidas cuando haya variaciones en la mezcla de hormigón que podrían tener su origen en un error de proporciones de los distintos materiales.

Por lo menos cada 40 operaciones de pesada, se deberán examinar las balanzas.

En todos los casos mencionados se registrará la masa teórica y la realmente registrada.

Toda vez que se determinan variaciones entre los valores teóricos y los reales, la planta detendrá su proceso operativo hasta que no se hayan realizado los ajustes correspondientes.

IV.6.10.7.2.- Control de Mezclado.

En este caso serán verificados los Índices de Variabilidad mínimos de la mezcla, aplicando los criterios establecidos por el CRD-C55/78 y especificados en este Pliego.

Las muestras serán tomadas en un número de tres para un mismo pastón, a la salida de la hormigonera, en un todo de acuerdo al procedimiento indicado por la Inspección de Obra. Para cada mezcladora, se extraerán como mínimo una muestra por semana y en toda oportunidad que la Inspección de Obra detecte anomalías en el mezclado.

IV.6.10.7.3.- Control de Temperatura de la Mezcla.

Por lo menos, una vez por turno serán determinadas las temperaturas de la mezcla en la planta de hormigón y en el lugar de colocación.

Cuando la temperatura ambiente sea menor de 1°C (en tiempo frío) o supere los valores indicados en Cláusula de Tiempo Caluroso, será detenido el proceso de hormigonado a menos que se adopten medidas preventivas para la colocación, compactación y curado. Estas medidas deberán contar con la aprobación de la Inspección de Obra. De colocarse hormigón fuera de estos límites, sin aplicación de medidas preventivas, se ordenará el retiro inmediato del material de la zona de Obra.

Se llevarán registros de las temperaturas de la mezcla y de aire durante el periodo de colocación, fraguado y curado. Estos registros se incluirán en los informes periódicos de Control de Calidad.

IV.6.10.8.- Control del Hormigón.

La Inspección de Obra operará un Laboratorio para ensayos de hormigón en el Emplazamiento y ejecutará todos los ensayos de rutina y extraordinarios del hormigón fresco y endurecido, a efectos de verificar el cumplimiento de las Especificaciones de la presente Sección.

Las muestras serán tomadas de acuerdo a lo especificado a continuación, siendo ejecutados los ensayos en las condiciones y tiempos que a los efectos sean acordados con la Inspección de Obra.

El Contratista proveerá equipamiento y mano de obra necesarios para extracción de muestras, elaboración de probetas, ensayos y toda operación que la Inspección de Obra considere necesario para llegar a definir las características de los hormigones.

IV.6.10.8.1.- Controles sobre Hormigón Fresco.

Sobre el hormigón recién elaborado serán realizados ensayos de asentamiento y contenido de aire en un todo de acuerdo con las especificaciones de la presente Sección.

a. Asentamiento

Para cada tipo de hormigón, será verificada la consistencia en forma permanente mediante observación visual y ensayos. En hormigones normales será aplicada la Norma IRAM 1536 y para hormigones de asentamiento nulo será empleada la mesa Vebe en un todo de acuerdo con la metodología definida en ACI 211.4.75 "Hormigones de Asentamiento Nulo".

El ensayo será realizado diariamente al iniciarse las operaciones de hormigonado y posteriormente con una frecuencia de dos ensayos por hora, en cada tipo de hormigón.

También se efectuará el mismo cuando de la observación visual se intuya el no-cumplimiento de las condiciones establecidas, y cuando la Inspección de Obra así lo disponga.

Cuando se moldean probetas para la realización de ensayos sobre hormigones endurecidos, se verificará también el asentamiento.

b. Contenido de Aire

Cuando el hormigón contenga aditivos o se haya especificado o aprobado la incorporación de aire, será necesario controlar el contenido del mismo en el hormigón. Se aplicará la Norma IRAM 1602.

El ensayo será realizado diariamente al iniciar las operaciones de hormigonado y posteriormente con una frecuencia de un ensayo por hora, en cada tipo de hormigón.

Cuando se moldean probetas para la realización de ensayos sobre hormigones endurecidos, se verificará también el contenido de aire.

IV.6.10.8.2.- Controles sobre Hormigón Endurecido.

Para el control del hormigón endurecido se elaborarán probetas cilíndricas de 15 y 25 cm de diámetro, de acuerdo a la Norma IRAM 1534.

El Contratista deberá proveer las muestras de hormigón y colaborar con la Inspección de Obra en la preparación de las probetas. En caso que la Inspección de Obra lo requiera se extraerán testigos de los mismos diámetros en el hormigón endurecido. El Contratista suministrará todos los moldes cilíndricos necesarios y deberá proveer y operar una máquina sacatestigos de 15 y 25 cm para la extracción de las muestras correspondientes.

El curado de probetas se realizará en el Laboratorio designado por la Inspección de Obra en las condiciones de humedad y temperatura que establece la Norma IRAM 1534. La Inspección de Obra realizará los ensayos de compresión, tracción y todo otro que crea necesario para verificar que el hormigón cumple con lo especificado y verifica las características obtenidas a través de los estudios previos de las mezclas.

Para estos ensayos se tomará una muestra cada 100 m³ o fracción menor, por turno de trabajo y por tipo de hormigón.

En cada muestra de hormigón se moldearán, como mínimo, dos juegos de tres probetas

cada uno, de diámetro 15 x 30 cm, para ensayar a compresión, a dos edades a fijar por la Inspección de Obra.

En los hormigones con tamaño máximo 75 mm (3") se moldearán con hormigón tamizado por 38 mm (1½").

Al comienzo de la elaboración de los distintos tipos de hormigón, y luego cuando lo disponga la Inspección de Obra, se moldearán además otros dos juegos de tres probetas de diámetro 15 x 30 cm, para ensayar uno a compresión a una tercera edad, y el otro a tracción por compresión diametral a una edad a fijar por la Inspección de Obra.

Asimismo, en las mezclas de tamaño máximo 75 mm (3") se moldearán simultáneamente dos juegos de tres probetas de diámetro 25 x 50 cm con hormigón integral, para su ensayo a dos edades a fijar por la Inspección de Obra.

El Contratista deberá operar las plantas dosificadoras y demás equipos de hormigonado a efectos de producir hormigón cuyas variaciones de calidad con relación a las mezclas nominales estuvieren dentro de las tolerancias aquí establecidas.

A este efecto se evaluará el hormigón con los resultados en probetas, de una misma clase, correspondiente al número de ensayos consecutivos y producido en no más de 30 días corridos que indique la Inspección de Obra.

Se considerará que el hormigón colocado en ese período cumple estas Especificaciones, si a la edad de diseño de los hormigones (28 o la edad que indicare la Inspección de Obra), se verifica que:

La media aritmética de los resultados de los ensayos de resistencia será igual o mayor que la resistencia característica especificada mas 1,65 por la desviación normal de los resultados de los ensayos del hormigón de la obra.

$$\sigma'_{cm} \geq (\sigma'_{ck} + 1,65 \times \sigma_n)$$

La resistencia media móvil de todas las series posibles de tres ensayos consecutivos, correspondientes a un mismo día de hormigonado, es igual o mayor que la resistencia carac-

terística especificada.

$$\sigma'_{cm^3} \geq (\sigma'_{ck})$$

El resultado de cada uno de los ensayos será igual o mayor que el 85 % de la resistencia característica especificada.

$$\sigma'_{ci} \geq (0,85 \times \sigma'_{ck})$$

σ_n = desviación normal de los resultados de los ensayos de un mismo tipo de hormigón de la obra en ejecución, siempre que el valor móvil de los últimos quince ensayos se mantenga acotado dentro del rango $0,63 \sigma_n - 1,37 \sigma_n$. En caso contrario se utilizará el valor correspondiente a los resultados de ensayo en análisis.

Si no se cumple alguna de las tres condiciones anteriores, se considerará que el hormigón colocado en el período analizado resulta no estar de acuerdo con las Especificaciones (tal hormigón se denominará en adelante "hormigón defectuoso"), por lo que la Inspección de Obra podrá ordenar al Contratista tomar una o más de las siguientes medidas, todo a expensas del Contratista:

- a. Realizar en el hormigón defectuoso los nuevos ensayos que la Inspección de Obra requiriere o el Contratista pudiese proponer.
- b. Retirar el hormigón defectuoso y reemplazarlo con hormigón nuevo.
- c. Aumentar el contenido de cemento o acero de armadura de futuras tongadas de la misma clase de hormigón que el hormigón defectuoso, o adoptar alguna otra medida que la Inspección de Obra pudiese requerir o el Contratista pudiese proponer, siempre que la Inspección de Obra lo considere necesario. El mayor contenido de cemento debido a una dispersión excesiva será por cuenta del Contratista.
- d. No certificar el hormigón defectuoso.

TIPIFICACIÓN DE HORMIGONES

PLANILLA N° I

| Tipo de Hormigón | Grupo según Reglamento CIRSOC 201 | Clase según Reglamento CIRSOC 201 | Resistencia Característica f_{ck} | DESTINO |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| A | H-II | H-21 | 21 MN/m ² | <p>Obras sobre la Margen Derecha del dique: Canal de limpieza y vertedero del desarenador.</p> <p>Obras de la Conducción de Derivación: Cámara de alimentación. Cámaras de transición Tramos de la conducción en canal a cielo abierto Cámara salto Vértice N°8. Cámaras de entrada y salida del sifón Arroyo Sauce Huascho. Alcantarilla Vértice N°62.</p> |

IV.6.11.- Reparación del Hormigón Defectuoso.

El Contratista deberá corregir todas las imperfecciones de las superficies de hormigón, para obtener hormigones y superficies de hormigones que cumplan con los requisitos de estas Especificaciones. Las reparaciones de imperfecciones de hormigones moldeados se completarán tan pronto como fuere posible después del retiro de los encofrados, y cuando fuere posible dentro de las 24 horas después de dicho retiro. El Contratista mantendrá informado a la Inspección de Obra cuando se debieren ejecutar reparaciones al hormigón, las que se realizarán con la presencia de la Inspección de Obra, salvo autorización en contrario de este último en cada caso particular.

Las reparaciones serán realizadas sin afectar en forma alguna la seguridad de las estructuras y los fines a que están destinadas. Las reparaciones se iniciarán y terminarán sin interrupciones y todas las operaciones serán realizadas únicamente con mano de obra experta.

Se eliminarán con prolijidad todas las proyecciones irregulares o indeseables de las superficies de los hormigones, cuando se especifiquen las terminaciones U2, U3, U4, F2, F3 y F4.

En todas las superficies de hormigón, los agujeros, nidos de piedras, esquinas o bordes rotos y todo otro defecto, no serán reparados hasta que hubieren sido inspeccionados por la Inspección de Obra.

Después de esta inspección, y a menos que se ordenare otro tratamiento, se repararán todos los defectos extrayendo los materiales no satisfactorios, y colocando hormigón nuevo, mortero de cemento o mortero epoxi, según correspondiere, el que será vinculado al hormigón viejo mediante el uso de adhesivo epoxídico.

En las superficies de hormigón donde se especifiquen las terminaciones U2, U3, U4, F2, F3 y F4, la preparación para la reparación incluirá el corte con una sierra de diamante o carborundum alrededor del borde del área que debiere ser cortada y extraída. Las líneas de corte serán verticales, horizontales o paralelas a las líneas de encofrados o estructurales, según directivas de la Inspección de Obra. Los cortes tendrán como mínimo 30 mm de

profundidad, de manera que el resto del hormigón defectuoso pudiese ser extraído con cortafrío, sin descascaramientos y fuera de las líneas de corte.

El hormigón para reparaciones será de igual razón agua/cemento que el correspondiente a la estructura, colocado de acuerdo con las directivas de la Inspección de Obra.

Los vacíos y los agujeros, incluyendo aquellos dejados por el retiro de tensores, que queden en las superficies del hormigón donde se especificaren las terminaciones de los tipos F2, F3 y F4, serán cuidadosamente escariados y llenados con mortero para relleno seco preretraído, ejecutado de acuerdo con las instrucciones que imparta la Inspección de Obra.

Todas las superficies sobre las cuales se debiere colocar material de reparación deberán ser arenadas y sopleteadas con aire inmediatamente antes de dicha operación.

Las reparaciones se ejecutarán con los materiales indicados en la siguiente tabla, de acuerdo con la profundidad del defecto.

| Tipo de Imperfección | Reparación con: |
|---|--|
| Menor de 2 cm de profundidad | Mortero epoxídico |
| Mas de 2 cm y menos de 5 cm, sin escurrimiento de agua a alta velocidad | Mortero cemento con adhesivo epoxídico |
| Mas de 2 cm y menos de 5 cm, con escurrimiento de agua a alta velocidad | Mortero Epoxídico |
| Mas de 5 cm | Se deberá regularizar la imperfección hasta una profundidad mínima de 5 cm y usar hormigón cuyo tamaño máximo sea 1/3 del tamaño máximo utilizado en la estructura, y menor de 1/3 de la profundidad de la reparación, con adhesivo epoxídico. |

Cuando los defectos alcanzaren a la armadura, se deberá extraer material detrás de ella dejando espacio libre suficiente para que el hormigón nuevo la envuelva completamente.

La Inspección de Obra elaborará oportunamente las normas de detalle para la ejecución de las reparaciones, las que en lo fundamental se ajustarán a lo expresado más arriba.

IV.6.12.- Rechazo del Hormigón.

El hormigón que no cumpla con los requisitos especificados en la presente sección, será reemplazado con hormigón que cumpla con las mismas.

En ningún momento este material podrá ser utilizado nuevamente para elaborar hormigones. Respecto al mismo, debe ser transportado y acopiado en escombreras.

IV.6.13.- Hormigón Armado.

IV.6.13.1.- Generalidades.

Las estructuras de hormigón armado se construirán conforme a las dimensiones, disposición, tipo y secciones de armadura y calidad de hormigón previstos en los planos del proyecto ejecutivo, en estas especificaciones o las ordenadas por la Inspección de Obra.

Para estas estructuras son aplicables todas las especificaciones relativas a Materiales de este Pliego.

Son asimismo de aplicación las condiciones de calidad exigidas al hormigón en estas Especificaciones y en general las condiciones relativas a Plan de Hormigonado, puesta en obra del hormigón, hormigonado en tiempo frío y caluroso, juntas, etc. Para las circunstancias especiales que no estén contempladas en las presentes especificaciones serán de aplicación los criterios y normas que al respecto establece el Proyecto de Reglamento CIRSOC 201.

IV.6.13.2.- Armaduras.

El acero para armaduras deberá ser de dureza natural, conformado superficialmente y cumplirá lo establecido en las especificaciones de materiales de este Pliego.

Para doblado, limpieza, colocación, anclaje y empalmes de barras, regirán las disposiciones de CIRSOC 201, contenidas en los capítulos 13 y 18, salvo indicación expresa en planos, en esta especificación u órdenes de la Inspección de Obra.

Para los casos de nuevos materiales (nuevos tipos de aceros conformados) o innovaciones

en los métodos de anclaje, unión o empalme de barras, que no estén contemplados en las especificaciones del CIRSOC 201, serán de aplicación las disposiciones del respectivo Certificado de Empleo extendido por la Secretaría de Obras Públicas de la Nación.

El Contratista preparará los planos de detalle de todas las armaduras y las planillas de doblado de hierros, las que entregará a la Inspección de Obra con una antelación de 60 días a la construcción de la Obra. El Contratista podrá solicitar por escrito a la Inspección de Obra, con una anticipación mínima de 30 días, todas las aclaraciones e instrucciones que le fueren necesarios.

IV.6.13.3.- Disposiciones Constructivas.

Todas las armaduras deberán cortarse según su exacta longitud y doblarse exactamente de acuerdo con la forma indicada en planos y planillas. El doblado de las barras se efectuará mediante la aplicación de una presión lenta y constante. Las barras deberán ser dobladas en frío salvo otra indicación de la Inspección de Obra.

Toda armadura de acero después de doblada e inmediatamente antes de su colocación en las obras deberá limpiarse y estar perfectamente libre de sociedades, escamas, herrumbre suelta, pintura, aceite, lechada de cal o cualquier otra adherencia.

Los empalmes deberán ser por solape según lo indicado en el CIRSOC 201, salvo indicación contraria en los planos. Cualquier otro sistema deberá ser previamente aprobado por la Inspección de Obra.

Todos los solapes, ganchos y dobleces de las barras de armaduras deberán cumplir con los requisitos del CIRSOC 201. Las barras con empalme por solape deberán estar en contacto y ser atados para mantener las distancias mínimas a las barras adyacentes y los recubrimientos mínimos. Los empalmes por solape de barras muy cercanos, deberán ser alternados cuando sea posible o cuando lo requiera la Inspección de Obra.

IV.6.13.4.- Colocación de Armaduras.

Las armaduras serán ubicadas en posición, con una tolerancia de 2 cm comparada con la posición indicada en los planos, pero el hormigón de recubrimiento no variará en más de

0,5 cm del valor indicado en los planos o especificaciones del CIRSOC 201

Las armaduras serán perfectamente aseguradas en su posición, y se deberá garantizar que durante el hormigonado no ocurran desplazamiento más allá de los límites especificados anteriormente.

IV.6.14.- Sistemas Adhesivos a Base de Resinas Epoxídicas para Uso en Hormigones de Cemento.

IV.6.14.1.- Adhesivos para la Unión de Hormigones ya Endurecidos con Hormigones o Morteros Frescos.

Serán de dos componentes, a base de resinas epoxi, sin solventes y cumplirán las Norma ASTM C-881/83 para el tipo II.

Además, serán de la clase A, B o C, de acuerdo al rango de temperatura que corresponda a la del hormigón endurecido sobre el cual se aplicará.

Para el mezclado y procedimiento de aplicación deberán seguirse las instrucciones del fabricante, el que deberá indicar, para cada clase y temperatura, el tiempo de utilización ("post life").

El acopio se hará en lugares adecuados y a temperaturas que no produzcan la degradación del producto.

El hormigón endurecido deberá ser firme, quitando todo el material suelto con cortafrío. La superficie será tratada adecuadamente mediante cepillo de acero, arenado y lavada con agua presión, no debiendo quedar agua libre; no quedará polvo, grasitud ni suciedad. No se usará ácido.

La aplicación del adhesivo epoxi de acuerdo a la textura de la superficie se hará con pincel, pincelete, espátula flexible o pistola.

No deberá quedar exceso del producto en huecos.

Para la colocación del hormigón fresco, el adhesivo deberá estar pegajoso al tacto.

IV.6.14.2.- Morteros Epoxídicos para Reparación de Hormigones.

Estarán constituidos en un sistema epoxi de dos componentes, sin solventes, y el agregado de un material inerte, el que podrá estar o no incorporado a uno o ambos componentes.

Deberán cumplir la Norma ASTM C-881/83 para el tipo II. Se adecuarán a la clase A - B o C, de acuerdo al rango de las temperaturas que se usarán.

A tal efecto los fabricantes formularán las proporciones de los componentes e inertes, y darán las instrucciones referentes a los límites de temperaturas de uso y aplicación.

El acopio se deberá hacer en un lugar adecuado, y a temperatura entre 5 y 35°C, salvo indicación especial del fabricante.

La mezcla se hará en recipientes limpios, libres de materiales extraños, para obtener una mezcla totalmente uniforme y homogénea, mediante dispositivos mecánicos o manual, de acuerdo a la cantidad del producto en preparación, y de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

El hormigón endurecido a reparar deberá estar firme, quitando todo el material suelto con cortafrío, sin polvo, grasitud, suciedad. La superficie será tratada adecuadamente mediante cepillo de acero, arenado y lavada con agua presión, no debiendo quedar agua libre. No se usará ácido.

Antes de colocar el mortero epoxídico, se aplicará una imprimación con adhesivo epoxídico. Estando este pegajoso, se hará la colocación del mortero con espátula, llana o cuchara, compactándolo firmemente.

Se deberán cumplir las indicaciones del fabricante y las instrucciones de la Inspección de Obra.