

**DEPTO. ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE-DAGMA**

**DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DE LOS RIOS LILI,
MELENDEZ Y CAÑAVERALEJO (CALI)**

VOLUMEN I

INFORME FINAL Y ANEXOS A, B, C y D



CALI, NOVIEMBRE DE 1997



HIDRO ESTUDIOS LTDA.



HIDRO ESTUDIOS LTDA.

**DEPTO. ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE-DAGMA**

**DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DE LOS RIOS LILI,
MELENDEZ Y CAÑAVERALEJO (CALI)**

VOLUMEN I

INFORME FINAL Y ANEXOS A, B, C y D

CALI, NOVIEMBRE DE 1997

**DEPTO. ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE-
DAGMA**

**DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DE LOS RIOS LILI,
MELENDEZ Y CAÑAVERALEJO (CALI)**

INDICE

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION
2. OBJETIVOS
3. LOCALIZACION
4. HIDROLOGIA
5. TOPOGRAFIA
6. METODOLOGIA, JUSTIFICACION Y TIPO DE OBRA DE PROTECCION
7. ESTUDIO DE SUELOS
8. HIDRAULICA
9. ANALISIS DE INUNDABILIDAD Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION
10. CRONOGRAMA
11. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INDICE DE ANEXOS

VOLUMEN I:

ANEXO A HIDRAULICA

ANEXO B CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

ANEXO C ESPECIFICACIONES

ANEXO D PLANOS

VOLUMEN II:

ANEXO E GEOMORFOLOGIA

ANEXO F MEMORIA TECNICA

ANEXO G HIDROLOGIA

ANEXO H SUELOS

DEPTO. ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE- DAGMA

DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DE LOS RIOS LILI, MELENDEZ Y CAÑAVERALEJO (CALI)

INFORME FINAL

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

El DAGMA ha estado trabajando, en el cumplimiento de sus funciones, identificando los requerimientos de la población de la ciudad de Cali en lo que tiene que ver con el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y propiciando el mantenimiento de los recursos naturales, respetando el principio del desarrollo sostenible.

Desde hace algunos años, las comunidades de los rios Lili, Melendez y Cañaveralejo han requerido planes de prevención y de mitigación, y acciones concretas mediante soluciones basadas en obras específicas diseñadas dentro de un plan maestro o concepto global que tenga en cuenta las protecciones apropiadas a proponer en cada caso.

A partir de un planteamiento integral existente para los rios Lili y Melendez (y en menor grado para el Cañaveralejo), se ha identificado la necesidad de unas obras sentidas por la comunidad, como respuesta a eventos de crecientes y desbordamientos de los rios mencionados, que han causado daño, constituyéndose en grave amenaza para las comunidades ribereñas, para los recursos naturales y para la infraestructura adyacente.

2. OBJETIVOS

2.1 Generales-

Identificar los eventos que están causando las inundaciones y diseñar las obras de protección necesarias en los ríos Lili y Meléndez, específicamente en los barrios Ciudad Jardín y Valle del Lili (río Lili) y la Playa y el Ingenio (río Meléndez).

Igualmente, se formulará un diagnóstico del comportamiento de la Quebrada Cañaveralejo en el sector de los Mangos, barrio La Sirena, y los aspectos que la afectan.

2.2 Específicos.-

- 2.2.1 Recopilar, clasificar y evaluar la información básica y estudios existentes.
- 2.2.2 Elaborar la topografía detallada y el estudio de suelos que permitan complementar la información básica para los diseños.
- 2.2.3 Con base en la hidrología existente y en la información básica, efectuar la revisión y actualización de la hidrología de los ríos Lili y Meléndez y proyectar la visualización de la hidrología de la Quebrada Cañaveralejo.
- 2.2.4 Transitar las crecientes de diseño de los ríos en los sitios de interés para diferentes períodos de retorno y establecer su interrelación con los desbordamientos de las margenes adyacentes.
- 2.2.5 Efectuar un análisis de inundabilidad del sector, determinando sitios vulnerables y aplicación de criterios de protección.
- 2.2.6 Diseñar las obras de protección de los ríos Lili y Meléndez en los sectores mencionados.
- 2.2.7 Recomendar acciones a seguir para el manejo de la Quebrada Cañaveralejo.
- 2.2.8 Establecer un cronograma de ejecución de obras.

- 2.2.9 Elaborar las especificaciones técnicas de las obras a ejecutar.
- 2.2.10 Elaborar las cantidades de obras y presupuesto de las obras diseñadas.
- 2.2.11 Elaborar un plan de manejo ambiental y paisajístico de las obras.
- 2.2.12 Formular las conclusiones y recomendaciones para optar por las alternativas más convenientes y aplicables para las protecciones.

3. LOCALIZACION

RIO LILI (VER PLANO 152-01-01)

Los sectores del Rio Lili identificados para este estudio son:

- Calles 20 a 23, margen izquierda del Rio Lili, Barrio Valle del Lili, sector ubicado entre el Barrio Ciudad Jardín y la vía Panamericana. El tramo de estudio es de aproximadamente 200 metros, y corresponde en su margen derecha a terrenos con pastos sin ningún uso en la actualidad, y en la margen izquierda al Barrio Valle del Lili, el cual termina prácticamente en la ribera del río, donde no existe vía, sino una separación de zona verde entre las casas y el cauce.
- Calle 16 ó Avenida Cañasgordas, con carreras 102 y 103 del Barrio Ciudad Jardín de Cali. Corresponde al sector en el que el Rio Lili entra propiamente a la zona urbanizada de Cali, y donde la pendiente del rio tiene su punto de inflección, para cambiar sus características de geometría y velocidad de un rio de montaña o parte alta-media de la cuenca, a la parte media-baja. El tramo de estudio mide aproximadamente 200 metros, medidos a partir de los puentes de la Av. Cañasgordas y hacia aguas arriba. En las dos márgenes existe zona verde con un espacio razonable para las obras de protección, a excepción de las dependencias de la Estación de Policia de Ciudad Jardín, la cual está cerca del puente de la Av. Cañasgordas.

RIO MELENDEZ (VER PLANO 152-02-01)

- Calle 5 con carrera 96, ambas márgenes del rio, en un tramo aproximado de 200 metros. En las dos margenes se encuentra el Barrio La Playa. Las casas existentes limitan en su parte posterior con las riberas del Rio Melendez, el cual tiene a esas alturas las características propias de una pendiente moderada, al haber entrado a la parte urbana y relativamente plana de Cali.

- Carreras 80 y 83 con calle 25 ó Avenida Simón Bolívar, Barrio El Ingenio. El sector está rodeado de zonas verdes, y no existen construcciones distintas a los puentes, uno vehicular de la Av. Simón Bolívar, y el otro peatonal que hace parte de la ciclovia que pasa por encima del Río Meléndez.

RIO CAÑAVERALEJO (VER PLANO 152-03-01)

- La diagonal 51 oeste conduce al sector sur-oeste de Cali. Al llegar al Barrio La Sirena existe un crucero de vías en el que se generan tres puentes sobre el Río Cañaveralejo y sus afluentes. En las márgenes de la denominada Quebrada Cañaveralejo, existen dos carretables y algunas viviendas cercanas. Este sector tiene todavía una pendiente de cierta importancia, puesto que el Río Cañaveralejo todavía no ha disminuído su pendiente, y no se considera aún en la parte plana.

4. HIDROLOGIA (Ver anexo G)

El resumen del estudio hidrológico muestra los caudales para diferentes períodos de retorno en los sitios de interés, así:

4.1 Río Lili

SITIO DE CONTROL	CAUDALES (m³/sg)		
	1:2.33 años	1:25 años	1:50 años
Desembocadura Q. El Burro	19.61	74.06	99.82
Desembocadura Q. Gualí	26.20	89.90	118.30
Puente Autopista Cali-Jamundí	28.90	99.20	130.00

4.2 Río Meléndez

SITIO DE CONTROL	CAUDALES (m³/sg)		
	1:2.33 años	1:25 años	1:50 años
Calle Quinta	44.20	99.30	116.50
Canal Nápoles	52.30	119.30	141.30

Los caudales de diseño usados corresponden a los determinados en el punto de control del Canal Nápoles.

4.3 Río Cañaveralejo

Haciendo uso de los datos existentes sobre caudales máximos presentados en el río Cañaveralejo, en la estación Limnigráfica El Jardín de CVC, se calcularon los caudales de diseño para diferentes períodos de retorno.

Estos datos (anexos) se procesaron mediante el método estadístico de Gumbel, es decir la ley de distribución de valores extremos.

A continuación se resumen las características de la estación utilizada, y se describe la metodología de los cálculos máximos probables en el río Cañaveralejo.

ESTACION EL JARDIN

CUENCA	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	CATEGORIA
Cañaveralejo	Cali	03:25 N	76:34 W	997 msnm	L.G.

La expresión general y la metodología para estimar caudales máximos de acuerdo con Chow es:

$$Q_{\text{máx}} = \bar{Q} (1 + KC_v)$$

Donde:

$$\bar{Q} = \text{Caudal medio de la serie (m}^3\text{/seg)}$$

$$K = \text{Coeficiente de frecuencia}$$

$$K = \frac{-1}{\sigma n} \ln [-\ln (\frac{T_r - 1}{T_r})] - \frac{Y_n}{\sigma n}$$

Y_n y σn Son parámetros estadísticos que dependen de la longitud de la serie, se obtienen en los manuales de hidrología.

C_v = Coeficiente de variación

$$C_v = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \frac{(Q_i - \bar{Q})^2}{\bar{Q}}}{n} \right]^{1/2}$$

Q_i = V/r de caudal para el año i ésimo

n = Número de elementos de la serie

Una vez determinados el caudal máximo esperado para cada frecuencia de diseño, se estimaron los intervalos de confianza de los cálculos anteriores, mediante las deducciones de Kaczmarek, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\Delta Q = \pm t_{\alpha} Se$$

$\Delta Q =$ Limite de confiabilidad

$t_{\alpha} =$ Valor de "t" en la distribución de Student para un nivel de confianza $\alpha=90$ ($t_{\alpha}= 1,32$).

$Se =$ Coeficiente

$$Se = (1 + 1.3K + 1.1 K^2)^{1/2} \times \frac{\sigma}{n}$$

Los parámetros K, σ , n ya fueron definidos.

El caudal de diseño para cada frecuencia, resulta de sumar el caudal máximo calculado con el intervalo de confianza.

A continuación se resumen dichos cálculos:

Tr (años)	K	Qmáx (m³/seg)	$\Delta Q = t_{\alpha} \times Se$ (m³/seg)	Qmáx Diseño (m³/seg)
2.33	0.3886	33.22	1.3688	34.59
5	0.8956	42.84	1.8481	44.69
10	1.5934	56.07	2.5640	58.63
20	2.2628	68.77	3.2761	72.05
50	3.1292	85.20	4.2138	89.41
100	3.7785	97.52	4.9227	102.44

AÑO	CAUDAL MAXIMO (mm)	$\frac{(Q_i - 1)^2}{Q}$
*1974	22.10	
1975	34.10	0.1018
1976	78.76	4.1887
1977	16.34	0.1354
1978	38.40	0.2356
1979	26.86	1.5222
1980	16.27	0.1374
1981	39.10	0.2626
1982	18.06	0.0908
1983	19.94	0.05229
1984	12.40	0.2707
1985	23.60	0.00758
1986	58.00	1.5465
1987	42.56	0.4177
1988	18.36	0.08397
1989	29.13	0.01608
1990	28.43	0.00995
1991	5.48	0.6210
1992	6.20	0.5778
1993	9.00	0.4249
1994	20.70	0.0397
1995	7.58	0.4995
1996	19.46	0.06113
*1997	13.41	
TOTAL		11.3033
n=22		
$\bar{Q} = 25,8514 \text{ m}^3/\text{seg}$ $\Sigma Q = 568.73 \text{ m}^3/\text{seg}$ $C_v = 0.7337$ $\sigma = 17.6445 \text{ m}^3/\text{seg}$ Para $n=22 \Rightarrow \sigma_n = 1.0754$ $Y_n = 0.5368$ * Registros descartados por ser datos parciales o incompletos.		

5. TOPOGRAFIA

Con el reconocimiento de los sectores a estudiar, se planeó la topografía planimétrica y altimétrica. El levantamiento detalla los contornos de cauces, barrancos, viviendas, calles, cercos, muros, puentes y obras en general. Las secciones transversales presentan el suficiente detalle para hacer los cálculos y precisiones hidráulicas.

Los equipos utilizados son distanciómetro, nivel de precisión y otros equipos accesorios.

Las plantas y secciones se aprecian en los planos y en el anexo A de hidráulica.

6. METODOLOGIA, JUSTIFICACION Y TIPO DE OBRA DE PROTECCION

6.1 Metodología.-

La metodología que se plantea en el presente estudio consiste en recopilar la información básica existente, estudiar y analizar los diferentes estudios y proyectos existentes, actualizar la información básica, plantear con base en lo anterior y en las visitas a terreno, unas hipótesis del comportamiento de los cauces y de los fenómenos que lo explican, para luego definir qué información básica adicional es necesaria y qué tipo de evaluaciones deben hablarse, para a partir de allí, formular las soluciones concretas que deben diseñarse y proceder a tal detalle como objetivo final del estudio y los diseños.

6.2 Justificación de procedimientos.-

Del análisis de los numerales anteriores y de conformidad con la metodología que se acaba de plantear, se establece la necesidad de transitar el caudal de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo y encontrar los niveles de creciente en los sitios de interés, los cuales a su vez debe transitarse su caudal con y sin remanso y conocer así los niveles de agua en su recorrido para definir y diseñar las protecciones tanto en las obras de arte como en sus márgenes.

6.3 Tipo de obra de protección.-

De estos planteamientos preliminares, surge el requerimiento de un estudio de suelos para la cimentación apropiada de posibles muros marginales de concreto que protegerán no solo del movimiento lateral del cauce, sino de los desbordamientos de las crecientes.

De estas consideraciones también se deduce que el tránsito de caudales descrito permitirá conocer las alturas de unas eventuales protecciones marginales, y el efecto que tienen algunos obstáculos ya identificados.

7. **ESTUDIO DE SUELOS (Ver anexo H, el cual se explica por sí solo).**

8. HIDRAULICA

8.1 Generalidades.-

El paso más importante del análisis lo constituye la necesidad de conocer los perfiles de agua para el caudal de diseño teniendo en cuenta todo el entorno de los cauces. Para ello se utiliza el HEC RAS programa que permite analizar detalladamente los componentes responsables del flujo del agua a través de los cauces y simula unas condiciones lo mas reales posibles logrando así conocer al efecto de las obras de arte y en general de los espacios disponibles en los cauces sobre el nivel del agua en una creciente. Así se determina la magnitud y sitios de los desbordamientos y sus causas primordiales, y se visualizan las soluciones.

8.2 Metodología.-

En razón a que los cauces presentan un comportamiento de flujo no uniforme, es necesario utilizar para el tránsito de caudales un modelo de aplicación para flujo gradualmente variado, que refleje el comportamiento de los niveles de agua al transitar un caudal de determinada frecuencia por el cauce.

El modelo a usar es el HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center River Analysis System) y fue elaborado por el cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S.A - COE). Sus principios matemáticos se basan en la Ecuación de la Energía y en la Ecuación del Momentum lo cual le permite operar bajo las siguientes condiciones de trabajo (simultáneas o individuales):

- Flujo permanente y gradualmente variado en corrientes naturales o canales artificiales.
- Aplicable a un tramo aislado, a un sistema dendrítico o a una red completa de canales (circuitos cerrados).
- Flujo subcrítico, supercrítico o régimen combinado.
- Basado en la solución de la ecuación de la energía para flujo a superficie libre, conjuntamente con la ecuación de continuidad.
- Pérdidas por fricción consideradas a través de la ecuación de Manning.

- Pérdidas locales por expansión y contracción.
- Ecuación de la cantidad de movimiento: Utilizada para casos de flujo rápidamente variado.
 - + Régimen combinado (resalto hidráulico).
 - + Puentes, alcantarillas (culverts), confluencias y desviaciones.
- Se puede considerar el efecto de obstrucciones en el flujo.
- Análisis y manejo de planicies de inundación.

8.3 Aplicación.-

Este tipo Software por pertenecer a lo que se denomina "Próxima Generación de Programas", le permite al usuario mantener un contacto gráfico y directo con el programa facilitando no solamente el manejo operativo sino sus resultados de aplicación.

Los datos a ingresar al programa son:

- Secciones topográficas: Individuales, no es necesario sectorizar el cauce.
- Distancia entre secciones.
- Variación del coeficiente de rugosidad.
- Coeficientes para evaluar pérdidas locales (contracción y expansión).
- Definición de bancas (orillas) a criterio.
- Entrada de datos de flujo (diferentes frecuencias de diseño) y opción para modificar el flujo en un tramo específico.
- Condiciones de borde:
 - Supercrítico (aguas arriba)
 - Subcrítico (aguas abajo)
 - Régimen combinado (ag.arriba y ag.abajo)
- Involucrar obras: Puentes, culverts, vertederos, etc,

Estos datos se pueden introducir en unidades métricas ó inglesas.

Del análisis de los numerales anteriores y de conformidad con la metodología y enfoque que se acaban de plantear, se establece la necesidad de transitar los caudales de diseño de los ríos y conocer así los niveles de agua en su recorrido para definir las protecciones a lo largo del tramo analizado. Este procedimiento involucra las obras y obstáculos que tienen los cauces en la longitud de análisis.

8.4 Coeficiente de rugosidad.-

Se pretende hacer en este numeral una especial atención a la forma como el programa de computador determina la rugosidad equivalente. Existen muchas hipótesis para el cálculo de esta rugosidad definidas por diferentes autores: Pavlovskii, Muhlhofer, Banks, Lotter, etc.; el modelo HEC-RAS usa las recomendaciones de Horton y Einstein que se basa en el supuesto de considerar que cada sub-área tiene la misma velocidad e igual a la velocidad media de la sección con lo cual se obtiene que,

$$n_c = \frac{[\sum (P_i n_i^{1.5})]}{P}^{2/3}$$

Donde: n_c = Rugosidad equivalente
 n_i = Rugosidad de la sub-área
 P, P_i = Perímetros mojados del área total y subáreas

El procedimiento consiste en dividir la sección hidráulica en las partes que sean necesarias y asignarles un valor "n" de rugosidad según corresponda a su naturaleza física de oposición al flujo para lo cual se usan las diversas recomendaciones que se dan mediante tablas, fotografías y ensayos de laboratorio. Como las secciones están geométricamente definidas, el modelo evalúa con la fórmula anterior el valor de rugosidad equivalente, ver los capítulos 2 y 3 del manual del HEC-RAS (páginas 2-6, 2-7 y 3-12 a 3-16) y el libro Hidráulica de Canales Abiertos, V.T. Chow (páginas 108 a 120 y página 135).

8.5 Resultados.-

Los resultados que arroja el programa pueden ser gráficos (parciales, totales, etc.) y tablas. Ambos pueden ser editados por el usuario en la medida que requiera mayor o menor información.

Los resultados presentados en el anexo A de este estudio son una porción, la más representativa, de todo el cúmulo de información obtenida.

9. ANALISIS DE INUNDABILIDAD Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Para todos los casos se trabajó con una frecuencia de diseño de 1:50 años para las crecientes de los ríos, y teniendo en cuenta los efectos de aguas arriba y aguas abajo tanto por aportes de caudal como por reflujos, y por supuesto las obstrucciones de las obras de arte y puentes en cada caso.

En las alternativas de solución se contemplaron diferentes tipos de muros y diques, y varios niveles de protección. Se consideraron también protecciones bajas con frecuencia mínima de 1:2.33 años y bordos libres desde 1.0 a 1.5 mts.

El análisis de inundabilidad y las alternativas consideradas se resumen a continuación:

9.1 Rio Lili – Barrio Valle del Lili.-

Con el reciente desmonte del puente del ferrocarril, la condición de restricción de paso de agua cambió considerablemente, permitiendo ahora un flujo con menores restricciones y en consecuencia menores niveles de inundación. La simulación bajo estas condiciones arroja unos niveles de 1:50 años muy cercanos al terreno izquierdo, por lo que debe construirse una protección únicamente como bordo libre por medio de un murete de concreto que podría ser reemplazado, en los lugares donde haya espacio, por un dique en tierra compactada de similar altura de corona. En razón a que se encontró la necesidad de reemplazar el muro existente en el barranco izquierdo del cauce, se plantea un muro de concreto de baja altura, complementado con una rectificación de la sección transversal.

Se descartó por inconveniente el uso de muros de gavión ó materiales diferentes a concreto reforzado. También se descartó la posibilidad de hacer un solo muro desde el cauce hasta la protección contra inundación, siendo mucho más razonable el planteamiento de los dos muros.

9.2 Río Lili - Barrio Ciudad Jardín.-

El desmonte del puente del ferrocarril es también una condición favorable para los niveles en este sector, ayudada por el desmonte que se hará próximamente por parte de Emcali, de la tubería de alcantarillado sanitario atravesada en el río Lili muy cerca de la desembocadura de la Quebrada Gualí. En estos momentos Emcali está construyendo el pase bajo el lecho del cauce del río Lili del colector Eureka, el cual reemplazará al tubo atravesado que se eliminará antes de concluir 1997, según Emcali. Adicionalmente, Emcali eliminó los ductos telefónicos atravesados por los dos cajones o tajeas laterales del puente de la Avenida Cañasgordas y que estaban generando también obstrucciones.

Estas nuevas condiciones mejoraron los niveles de crecientes en el puente de la Avenida Cañasgordas, hasta el punto que la protección requerida corresponde al bordo libre necesario, el cual se proveerá con muretes y diques, dentro de los cuales se estudiaron varias alturas, tamaños y alineamientos.

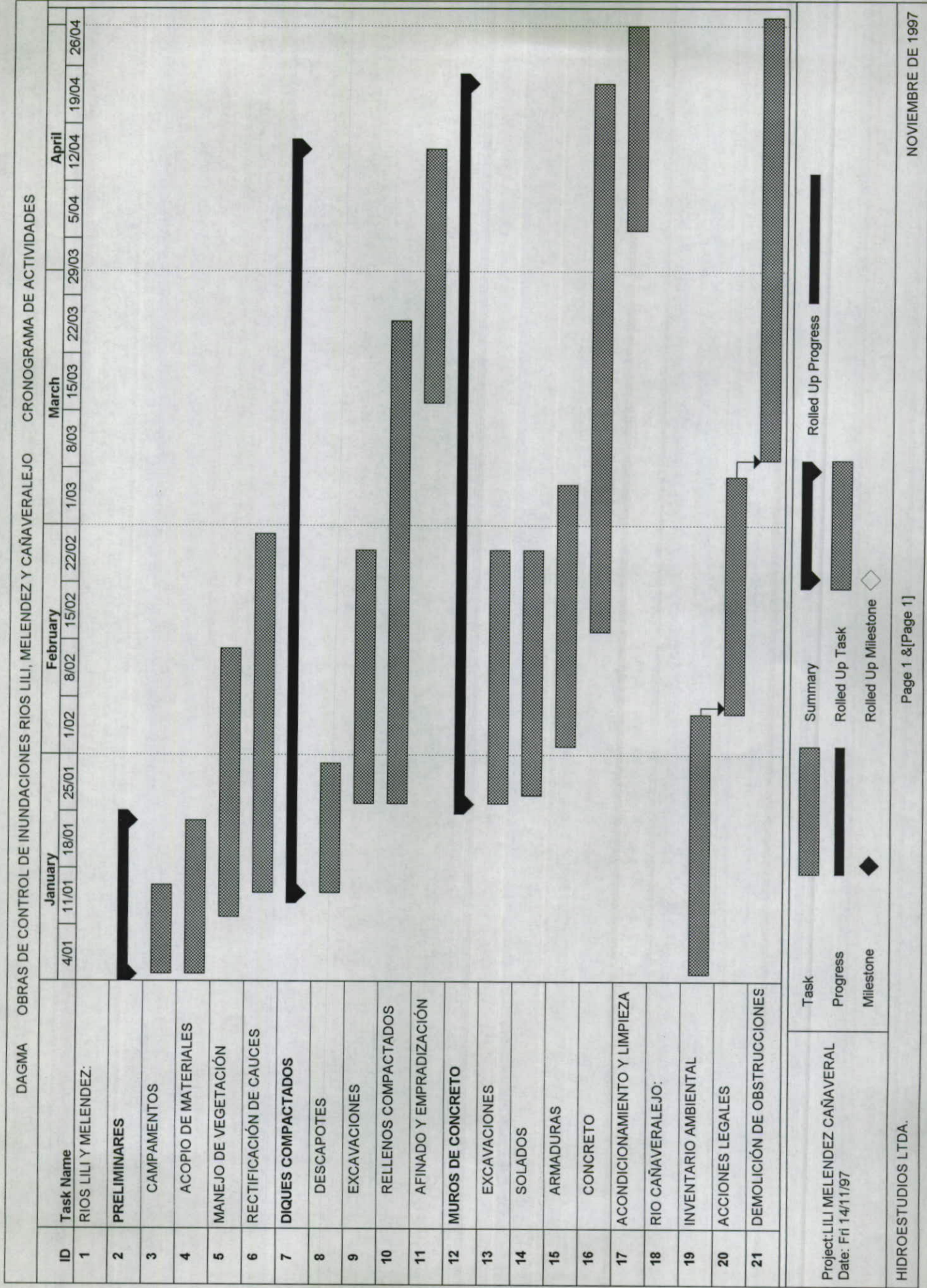
9.3 Río Meléndez – Barrio La Playa.-

Los niveles de agua de la simulación muestran la necesidad de proteger diferentes sectores en ambas márgenes del cauce, con muros de concreto y su respectivo bordo libre. Dado el poco espacio disponible, no hubo alternativa diferente a plantear tales muros en los barrancos, y aprovecharlos para la respectiva protección de orilla. Otro tipo de muros y/o de protección quedaron descartados por el poco espacio y por la naturaleza del problema.

9.4 Río Meléndez – Barrio El Ingenio.-

Los niveles de creciente indican la necesidad de subir el puente, encontrándose como alternativa más viable el hacer rampas a manera de aproximación en relleno compactado, con estribos de contención para las mismas, y donde quedará apoyado el puente reubicado.

10. CRONOGRAMA (Ver hoja siguiente)



11. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

11.1 Antecedentes y justificación.-

El DAGMA ha estado trabajando, en el cumplimiento de sus funciones, identificando los requerimientos de la población de la ciudad de Cali en lo que tiene que ver con el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y propiciando el mantenimiento de los recursos naturales, respetando el principio del desarrollo sostenible.

Desde hace algunos años, las comunidades de los ríos Lili, Melendez y Cañaveralejo han requerido planes de prevención y de mitigación, y acciones concretas mediante soluciones basadas en obras específicas diseñadas dentro de un plan maestro o concepto global que tenga en cuenta las protecciones apropiadas a proponer en cada caso.

A partir de un planteamiento integral existente para los ríos Lili y Melendez (y en menor grado para el Cañaveralejo), se ha identificado la necesidad de unas obras sentidas por la comunidad, como respuesta a eventos de crecientes y desbordamientos de los ríos mencionados, que han causado daño, constituyéndose en grave amenaza para las comunidades ribereñas, para los recursos naturales y para la infraestructura adyacente.

11.2 Objetivos.-

Formular las especificaciones ambientales y paisajísticas a tener en cuenta en los planes de manejo de las tres cuencas mencionadas, en sus puntos específicos del sur de la ciudad de Cali, identificadas como el Barrio Valle del Lili (margen izquierda del Río Lili, entre calles 20 y 23), Barrio Ciudad Jardín (ambas márgenes del Río Lili, calle 16, carreras 102 y 103), Barrio La Playa y (ambas márgenes del Río Melendez, calle 5, carrera 96), Barrio El Ingenio (margen derecha del Río Melendez, carreras 80 y 83, calle 25), Barrio La Sirena (ambas márgenes de la Quebrada Cañaveralejo, diagonal 51 Oeste).

Se elabora el plan de manejo urbano-ambiental en el cual se recomendará el uso específico, a nivel paisajístico y ambiental de los espacios

resultantes de la implementación de los diseños de las obras de protección contra inundaciones.

11.3 Localización.-

RIO LILI (VER PLANO 152-01-01)

Los sectores del Rio Lili identificados para este estudio son:

- Calles 20 a 23, margen izquierda del Rio Lili, Barrio Valle del Lili, sector ubicado entre el Barrio Ciudad Jardín y la vía Panamericana. El tramo de estudio es de aproximadamente 200 metros, y corresponde en su margen derecha a terrenos con pastos sin ningún uso en la actualidad, y en la margen izquierda al Barrio Valle del Lili, el cual termina prácticamente en la ribera del río, donde no existe vía, sino una separación de zona verde entre las casas y el cauce.
- Calle 16 ó Avenida Cañasgordas, con carreras 102 y 103 del Barrio Ciudad Jardín de Cali. Corresponde al sector en el que el Rio Lili entra propiamente a la zona urbanizada de Cali, y donde la pendiente del río tiene su punto de inflexión, para cambiar sus características de geometría y velocidad de un río de montaña o parte alta-media de la cuenca, a la parte media-baja. El tramo de estudio mide aproximadamente 200 metros, medidos a partir de los puentes de la Av. Cañasgordas y hacia aguas arriba. En las dos márgenes existe zona verde con un espacio razonable para las obras de protección, a excepción de las dependencias de la Estación de Policía de Ciudad Jardín, la cual está cerca del puente de la Av. Cañasgordas.

RIO MELENDEZ (VER PLANO 152-02-01)

- Calle 5 con carrera 96, ambas márgenes del río, en un tramo aproximado de 200 metros. En las dos márgenes se encuentra el Barrio La Playa. Las casas existentes limitan en su parte posterior con las riberas del Rio Melendez, el cual tiene a esas alturas las características propias de una pendiente moderada, al haber entrado a la parte urbana y relativamente plana de Cali.

- Carreras 80 y 83 con calle 25 ó Avenida Simón Bolívar, Barrio El Ingenio. El sector está rodeado de zonas verdes, y no existen construcciones distintas a los puentes, uno vehicular de la Av. Simón Bolívar, y el otro peatonal que hace parte de la ciclovia que pasa por encima del Rio Melendez.

RIO CAÑAVERALEJO (VER PLANO 152-03-01)

- La diagonal 51 oeste conduce al sector sur-oeste de Cali. Al llegar al Barrio La Sirena existe un crucero de vías en el que se generan tres puentes sobre el Rio Cañaveralejo y sus afluentes. En las márgenes de la denominada Quebrada Cañaveralejo, existen dos carreteables y algunas viviendas cercanas. Este sector tiene todavía una pendiente de cierta importancia, puesto que el Rio Cañaveralejo todavía no ha disminuído su pendiente, y no se considera aún en la parte plana.

11.4 Descripción ambiental del área del proyecto.-

Como parte integral del planteamiento de estrategias de mitigación de los impactos de las obras, y siempre con el propósito de desarrollar proyectos armónicos entre el medio ambiente y el bienestar de la comunidad, se describen los aspectos ambientales más importantes de estos sectores.

En general las áreas corresponden a zonas intervenidas de las márgenes de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo, con suelos aluviales de los conos de estos ríos, conformados principalmente por arcillas y conglomerados pedregosos origen aluvial.

El aire tiene una calidad típica de las zonas del sur de Cali, sin que exista una fuente de contaminación puntual o específica en los sitios del proyecto.

El agua ha sufrido, proporcionalmente al desarrollo urbano de Cali, un deterioro por los asentamientos humanos en las riberas, por los vertimientos sanitarios a los cauces, y por el bote de basura y la intervención en las partes media y alta de las cuencas.

El paisaje se ha modificado por los procesos de urbanización, no solo con las viviendas en sí, sino con las obras de infraestructura que existen en sus alrededores.

El ruido se presenta básicamente por los vehículos que transitan las vías aledañas, principalmente la vía Panamericana y la Avenida Cañasgordas en el río Lili, la Calle 5ª y la Avenida Simón Bolívar en el río Meléndez, y la diagonal 51 oeste en el río Cañaveralejo.

La flora y la fauna de estos sectores se ha restringido por su condición urbana a algunas especies nativas, dado el alto grado de intervención ya descrito.

Socio-económicamente los sectores a proteger corresponden en el río Lili a la Comuna 17, estratos 2 y 6, barrios Valle del Lili y Ciudad Jardín; en el río Meléndez a la Comuna 17, estratos 2 y 5, barrios La Playa y El Ingenio, y en el río Cañaveralejo a las Comunas 19 y 20, barrio La Sirena, estrato 2. Todos estos sectores cuentan con los servicios públicos esenciales y la infraestructura urbana acorde con su estrato.

11.5 Descripción de los eventos presentados.-

RIO LILI

Lluvias de alguna intensidad han generado crecientes que han causado desbordamientos con severos efectos en el sector. Estos eventos se han presentado en los últimos años, siendo el mas importante el del 29 de mayo de 1994.

En la Av. Cañasgordas se presentó la creciente de forma mas o menos súbita, y transportó material vegetal de importancia, al extremo que sobre el puente de la Av. Cañasgordas se presentó un represamiento por un tronco de un árbol que se atravesó sobre la estructura, y que fue removido solo al día siguiente. En este puente el agua desbordada pasó por encima de la losa durante dos horas aproximadamente. El agua que pasó a la Avenida Cañasgordas se encontró con el separador central, y se devolvió, encontrando el sector bajo de la carrera 102, el cual inundó, llegando a tener hasta 3 metros de profundidad en algunos puntos. También hubo desbordamientos en la margen izquierda del cauce, a unos 100 metros aguas arriba del puente.

En el Barrio Valle del Lili también se presentó el desbordamiento, generado por el alto caudal, el cual rebasó la capacidad de los puentes de la Vía Panamericana, produciendo una sobrealtura de niveles de agua que se

desbordó por ambas márgenes, causando daños sobre todo en la margen izquierda, que es la que está habitada.

La lluvia registrada el 29 de mayo de 1994 fue de 78 mm, y representó un 40.4% de la máxima precipitación registrada en la estación de aguas arriba, denominada La Ladrillera, y una humedad antecedente de 51 mm, que corresponde a la condición media de humedad antecedente. Para estos registros, y según las proyecciones realizadas, el caudal que debió presentar el Rio Lili en el puente de la Av. Cañasgordas es de 101 m³/seg., el cual superó la capacidad máxima del puente, calculada aproximadamente en 65 m³/seg.

Es de anotar que otros eventos se han presentado, y también han causado daños en estos sectores.

RIO MELENDEZ

De los varios eventos de lluvias fuertes acompañados de desbordamientos del Rio Melendez, se destacan los presentados en la Semana Santa de 1994 y el 29 de mayo del mismo año.

Estas lluvias han producido caudales del orden de 100 m³/seg., los cuales han pasado bajo los puentes de la calle 5, pero desde allí hacia aguas abajo, y en varios sectores, han registrado desbordamientos con severos efectos en la población y la infraestructura.

Los caudales mencionados, al alcanzar altos niveles de agua, se desbordaron por ambas márgenes, y llenaron todo el sector bajo de los Barrios La Playa y Las Vegas, corriendo incluso por las carreras 94 y 96.

El sitio por donde el agua ingresó primero, corresponde al de un vivero que se encuentra inmediatamente aguas abajo y a la derecha del puente de la calle 5, en el Barrio La Playa.

En la curva del rio inmediatamente aguas debajo de los dos barrios afectados, el rio arrastró material granular y vegetal grande, incluyendo arbustos, y con su dinámica acentuó la erosión de la curva hacia la acequia conocida como El Aguacate, acercando peligrosamente los cauces de la acequia y del río.

En el sector de la calle 25 entre carreras 80 y 83, se han presentado represamientos en los puentes de la vía y de la ciclovia, a causa de tales crecientes. Estos eventos producen palizadas en tales puentes, y propician desbordamientos que afectan los sectores aledaños, especialmente el Barrio El Ingenio III.

RIO CAÑAVERALEJO

Se han presentado varios eventos a partir de precipitaciones fuertes, que han producido altos caudales, desbordamientos y erosión en algunos tramos ribereños.

Específicamente, en el cruce de La Sirena, y hacia aguas arriba por la Q. Cañaveralejo, se han registrado desbordamientos en la margen derecha, y movimiento del cauce propiciando desestabilizaciones en los taludes de ambas márgenes, especialmente donde hay vías vehiculares, las que, aunque en afirmado (no pavimentadas) son de mucha importancia en la zona.

11.6 Descripción de los impactos presentados.-

RIO LILI

Los desbordamientos descritos han producido severas inundaciones, principalmente en la carrera 102 con calle 15, lugar en el que por condiciones topográficas el agua alcanzó hasta 3 metros de altura. La creciente obviamente arrastró vegetación y mucho lodo, los cuales, conjuntamente con el agua ingresaron a las viviendas, dañando no solo los muebles y enseres que allí se encontraban, sino las edificaciones como tal y su infraestructura.

Quedaron obstruidas las tuberías de acueducto, energía, alcantarillado, telefonía y citofonía. En los sótanos se averiaron las plantas eléctricas, transformadores, tanques de agua potable, equipos de los edificios, vehículos, y otros enseres.

En el Barrio Valle del Lili los desbordamientos produjeron arrastre y pérdida de muebles y enseres, inundación con lodos y agua de sectores bajos y de viviendas enteras que tuvieron que ser evacuadas.

En ambos lugares hubo muchas vidas en peligro, y las pérdidas son incalculables.

RIO MELENDEZ

Los desbordamientos presentados en los sectores ya descritos en el estudio han estado acompañados de vegetación, lodo, y piedras, las cuales han ingresado a las viviendas arrastrando muebles y enseres y depositándose en muchos de los sectores bajos. El vivero de la calle 5 con la margen derecha del cauce ha sufrido varias arremetidas de agua y lodo, con muchos daños.

La infraestructura del lugar se ha visto afectada, no solo a nivel individual de las viviendas, sino las tuberías de las redes pluvial y sanitaria han presentado reflujos y obstrucciones.

En la curva del Rio Melendez aguas debajo de estos barrios, se ha detectado un movimiento hacia su parte externa, acercando peligrosamente el cauce a la Acequia El Aguacate, y hacia la infraestructura de la Urbanización Multicentro.

RIO CAÑAVERALEJO

Por tratarse de un sector semi rural, mucho menos denso en habitantes y construcciones, es el que menos ha sufrido los embates de las crecientes.

Sin embargo los eventos de estos últimos años han generado desbordamientos que han afectado viviendas, lotes de terreno e infraestructura en general, hasta el punto que está amenazando con destruir dos de la vías de la región, poniendo en peligro toda una comunidad.

11.7 Definición del problema

Por tratarse de una problemática genérica muy similar en estos tres rios de Cali, con cuencas limítrofes entre sí, se presenta una sola consideración que describe e identifica los fenómenos presentados.

En la medida en que la ciudad de Cali ha sufrido en los últimos 25 años un vertiginoso crecimiento, ha obligado a generar áreas de expansión avaladas por las disposiciones municipales de cambios en el uso del suelo y en el Estatuto Urbano.

Esta situación está siendo agravada por el deterioro de las cuencas, las cuales han sufrido desforestación, quemadas, cambios de uso del suelo, asentamientos humanos, y otros impactos.

Existe otro ingrediente negativo en el comportamiento de nuestros ríos y su respuesta a las lluvias de cierta magnitud, y es la incultura ciudadana, traducida en la práctica en las conexiones clandestinas de aguas negras a los cauces naturales, y en el uso de éstos como grandes receptores de todo tipo de basuras y escombros, con funestos efectos ambientales y con una evidente disminución de la capacidad de los cauces para albergar las crecientes, propiciando además la formación de palizadas que agravan aún más la situación.

El sistema estacional del régimen pluviográfico de estas cuencas delimita en promedio cuatro ciclos de invierno-verano al año, los cuales generan, aunados a las particulares condiciones a las que están sometidas estas cuencas, una gran diferencia entre los caudales de invierno y las crecientes que producen los efectos de desbordamientos con los caudales de verano que en la última década se acercan a cero.

Este comportamiento histórico, sumado a sus características geomorfológicas y fluviales, hace que estos ríos tengan unos cauces relativamente pequeños, que en general albergan en su cauce visible (llamado cauce menor) crecientes que no superan la frecuencia de 1:2 años. Es obvio que para crecientes mayores, el río necesita un área hidráulica adicional, que no es otra que las bermas adyacentes (llanura de inundación).

En muchos países del mundo (y Colombia no es la excepción) estos lineamientos básicos han sido ignorados o minimizados, y temas tan importantes como el de las frecuencias de diseño o periodos de retorno están apenas siendo considerados como ingredientes fundamentales en la planeación y en la mitigación de acciones tan devastadoras.

Tal es el caso que nos ocupa, en el que el problema se puede definir como una conjunción de acciones negativas como las descritas en este numeral, agravadas específicamente por estas situaciones:

- Los asentamientos humanos se han propagado sin tener en cuenta los valles de inundación de los rios, y la necesidad de éstos de usar un area adicional adyacente (bermas) para albergar las crecientes.
- Los puentes y obras de cruce transversales a los rios se han hecho sin tener en cuenta aspectos hidrológicos e hidráulicos que indican no solo una necesidad de subir la superestructura de tales obras por encima de niveles de agua para caudales de razonables periodos de diseño, sino de proveer bordos libres apropiados para albergar contingencias o tránsito de sólidos y vegetación grandes.
- Los espacios marginales no han tenido en cuenta los requerimientos de tales niveles de protección, los cuales implican el emplazamiento de diques y muros que a su vez exigen bermas para su construcción y mantenimiento, sin detrimento de las zonas verdes.
- La vulnerabilidad de estas situaciones se ha visto agravada por la construcción de obras aisladas que no consultan el manejo integral del problema, ni obedecen a una conjunción de criterios técnicos y económicos sin detrimento del aspecto ambiental.

11.8 Identificación de posibles impactos futuros sobre la población, y plan de mitigación previsto.-

Para los tres rios es válido que aunque se han presentado eventos de cierta magnitud que han causado reiterados y graves estragos, es evidente que la vulnerabilidad de los asentamientos ribereños es alta, y que están en peligro vidas, edificaciones e infraestructura. De presentarse lluvias similares o de mayor magnitud, las crecientes serán mayores y los desbordamientos devastadores. Los impactos futuros sobre la población podrían ser de mayor permanencia de inundaciones con mas agua, vegetación y lodo, lo que alcanzaría mas altos niveles, cubriendo no solo sótanos y partes bajas, sino anegando grandes extensiones con muy graves efectos. Existen tambien riesgos de movimientos laterales en los rios, los que causan erosión en las orillas, arrastrando las precarias defensas actuales y afectando directamente las viviendas de las márgenes.

El plan de mitigación previsto contempla los siguientes aspectos:

- **METODOLOGÍA**

Recolección y análisis de información.

Topografía, hidrología, hidraulica fluvial, parámetros de diseño.

Hidraulica aplicada.

Análisis de alternativas.

Estudio de suelos

Selección de alternativas para diseño.

Análisis de socavación

Diseño definitivo

Consideraciones ambientales y paisajísticas.

- **PERIODO DE RETORNO**

Se considera de vital importancia la definición de un período de retorno o frecuencia de diseño que consulte la importancia de las obras de protección y que esté a la par de las mas altas protecciones de la infraestructura de la ciudad de Cali. Es por esto que se trabajará a una frecuencia de 1:50 años.

INFORMACIÓN BÁSICA

La topografía detallada tanto planimétrica como altimétrica, complementada por secciones transversales y perfiles, brinda una información fundamental para cualquier trabajo de planeación y diseño de esta índole.

El estudio de mecánica de suelos, basado en sondeos y perforaciones en sitio, y con el respectivo trabajo de laboratorio e interpretación, brinda los datos y características del terreno a diferentes profundidades y para distintos usos y manejos.

APLICACIÓN DE HIDROLOGÍA E HIDRAULICA

Con la caracterización de las cuencas y las lluvias de diseño, se aplican metodologías para proyectar los caudales de diseño, los que dan a la hidraulica la información para encontrar los parámetros de diseño tales como niveles de agua para diferentes frecuencias, socavación, bordos libres, paso por obstrucciones y estructuras, y visualización del tipo de obras necesarias.

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Se plantean distintas soluciones que contemplan muros (de diferente material), diques, protección de orillas, espolones, modificación de obras y de obstáculos existentes, y otras. Se tienen en cuenta aspectos ambientales, técnicos y económicos.

OBRAS ESPECÍFICAS DE MITIGACIÓN

Aunque las obras definitivas se presentan detalladas en otros numerales de este estudio, se describen a continuación a manera de conceptualización las obras a mitigar los impactos sobre la población asentada en la zona.

- RIO LILI

Se proveerá al cauce de su sección de diseño, mediante la recava del fondo y los taludes en los tramos identificados en el estudio.

Se conformarán diques con relleno de material compactado con las secciones y taludes apropiados, que respeten las bermas y franjas de protección y mantenimiento, y tengan el bordo libre para contingencias y materiales sólidos de arrastre.

En los sectores en los que el cuerpo del dique ocupe un espacio mayor del disponible, o se requiera cumplir una función adicional a la de control de inundaciones, como de contención o de fijación de orilla, se harán muros de concreto reforzado.

En los puntos donde hay necesidad de eliminar un puente para albergar una cierta frecuencia de diseño, se da soluciones de contingencia y mitigación, como hacer un cierre con diques y muretes a su alrededor para evitar desbordamientos, generando una cabeza hidráulica suficiente para pasar el agua a presión por el orificio disponible.

- **RIO MELENDEZ**

Para La Playa son válidas las soluciones explicadas para el río Lili. En cuanto al puente peatonal de la ciclovia, éste se subirá respetando el puente de estructura metálica existente, desmontándolo y volviendo a montarlo sobre nuevos estribos que estén elevados unos dos metros de los actuales. Esto obliga a realizar unos rellenos para que las aproximaciones al puente funcionen como rampas con pendientes permisibles.

- **RIO CAÑAVERALEJO**

Se definirán recomendaciones a seguir para eliminar las obstrucciones en los tres puentes existentes, y se detecta otros puntos débiles en cuanto a desbordamientos y movimientos de cauce, y sobrecargas inducidas por las vías adyacentes. Se recomienda igualmente tomar acciones legales contra quienes estén afectando ambientalmente la cuenca.

11.9 Proceso constructivo

RIO LILI

- **Barrio Valle del Lili.-**

Las obras se construirán desde aguas abajo hacia aguas arriba, en época de verano, y desviando el caudal permanente de verano del río mediante trinchos y/o saquillos rellenos, dispuestos para tal fin. Se harán las excavaciones en la margen izquierda, con el bombeo necesario para eliminar las filtraciones hacia los sectores de cimentación, para fundir solados de limpieza en concreto, amarrar y ubicar el hierro previamente flejado, y disponer apropiadamente los tableros y formaletas para después fundir los muros de concreto reforzado para protección de orilla. Los muretes de concreto (ó diques en relleno compactado donde quepan) complementarios a la protección, se harán previo descapote y con maquinaria pequeña que permita el tránsito por las franjas disponibles sin causar traumatismos a la población y sus viviendas.

- Barrio Ciudad Jardín.-

Es posible trabajar en tres frentes simultáneos de las protecciones, a saber: Muros de concreto reforzado en los alrededores del puente de la Avenida Cañasgordas recava para proveer la sección de diseño, y diques marginales en relleno compactado previo descapote, hechos con el material proveniente de la recava mencionada.

Río Meléndez.-

- Barrio La Playa.-

Debe iniciarse desde abajo hacia aguas arriba, en época de verano y desviando el caudal permanente de verano del río mediante trinchos y/o saquillos rellenos, dispuestos para tal fin. Es posible trabajar en ambas márgenes simultáneamente, para lo cual deben tenerse en cuenta las obras y muros existentes. Se excavará y se mantendrá el bombeo necesario para eliminar las filtraciones, se fundirán solados de limpieza, se amarrará el hierro flejado dentro de las formaletas y se fundirán los muros de concreto reforzado.

- Barrio El Ingenio.-

La elevación del puente peatonal metálico existente consiste en proveer las aproximaciones o rampas hechas en relleno compactado, rematadas en los nuevos estribos del puente en concreto reforzado una vez estén listos los rellenos y los estribos. Mientras dure la obra se proveerán la señalización y los desvíos necesarios para evitar accidentes, facilitando el uso de la ciclovía mediante una variante que evite interrumpir el tráfico por la ciclovía.

RÍO CAÑAVERALEJO

Por tratarse de una etapa de diagnóstico, no se tienen previstas por el momento actividades constructivas, salvo la eliminación de algunas obstrucciones cercanas a los puentes estudiados.

11.10 Plan de manejo.-

11.10.1 Manejo de materiales y espacios públicos

En cada obra se construirán campamentos provisionales para las herramientas y equipos y para el cemento. Estos campamentos no ocupan áreas mayores a 100 m² en cada sitio, y estarán cerca de espacios abiertos con acceso vehicular, y frente a lugares para almacenamiento provisional de material granular (arena y grava), que será a cielo abierto. Esto garantiza el normal desarrollo de las actividades del sector, no previéndose impactos por interrupción de servicios, ni de tráfico, ni ruido, ni peligro inminente por el manejo de los materiales.

11.10.2 Manejo de los ríos

Tanto para el río Lili como para el Meléndez, las obras recomiendan para ser construídas en un período de verano. Sin embargo, es posible la necesidad de hacer trinchos, no para desviar los ríos de su cauce, sino para hacer manejos temporales dentro del mismo cauce y facilitar así las labores de control de ingreso de aguas y filtraciones a las excavaciones durante la construcción. No habrá afectación de usos consuntivos, de bocatomas, ni de vertimientos líquidos en estos tramos de los ríos, ni tampoco las obras representarán riesgos para las comunidades de aguas arriba y aguas abajo.

11.10.3 Manejo de sobrantes de excavación

Se estima que se excavarán unos 1000 m³ de tierra en total en los ríos Lili y Meléndez, tanto para la cimentación de los muros como para las recavas previstas. Está previsto utilizar este material para la conformación de las bordas o trinchos de protección inmediatamente al lado de la zanja a abrir para los muros. Esto permite manejar con mucha eficiencia la excavación sin problemas de sobrantes o de bote de material, al tiempo que protege la obra de una eventual creciente durante la construcción. En cuanto a la calidad de este material, el estudio de suelos y el propio material que se aprecia en el perfil del barranco expuesto existente, confirman sus buenas propiedades como material de construcción tanto para la estabilidad

de la excavación temporal, para la capacidad de soporte, como para relleno compactado.

11.10.4 Manejo de material de relleno

Partiendo de lo explicado detalladamente en el numeral anterior (excavaciones), el material proveniente de la excavación se usará primeramente en la protección temporal de la obra, pero una vez estén fundidos los muros, éste material deberá retirarse de la orilla del lecho, y se usará como relleno de la cara seca del muro, es decir del espacio que quedará entre el nuevo muro y el actual barranco. Este relleno será compactado y tendrá un talud tendido y estable del orden de 1:1 (horizontal: Vertical) para garantizar su permanencia en el tiempo. El material proveniente de la rectificación del cauce y/o recava, se usará como dique marginal de protección en relleno compactado.

11.10.5 Estabilización y restauración de orillas

En sí mismo la naturaleza y razón de ser de este proyecto es evitar que el río cambie de curso y proveer la suficiente protección tanto de orilla como de altura y contra reflujos del mismo río para garantizar la estabilidad del mismo en eventos máximos y la seguridad de la infraestructura adyacente y de la comunidad misma.

Condiciones fundamentales del estudio macroscópico del río, así como de esta solución específica, han sido las de proveer un cauce suficientemente despejado, ancho y espacioso que permita el tránsito normal de las aguas, y unas alturas y características de los diques marginales de protección para que soporten adecuadamente las avenidas del río.

Todos los rellenos -además de tener el talud 1:1 ya mencionado- deberán ser protegidos con pasto argentina o grama de tal forma que se proporcione un amarre y defensa contra erosión apropiados, sin elementos que puedan generar obstrucciones o palizadas en detrimento de las mismas obras y de la comunidad.

11.10.6 Afectación de vegetación en la obra

Por tratarse de proyectos de defensa en los barrancos de los propios cauces que ya están intervenidos urbanamente, las obras están concebidas teniendo en cuenta la vegetación existente, y no se tiene previsto afectar ningún arbusto ó árbol en las excavaciones y construcción de las obras.

En el caso de los diques a construir con material en relleno compactado, el alineamiento se ha previsto por las franjas donde no se afecte la vegetación existente.

11.10.7 Afectación de la infraestructura existente

La obra en sí misma constituye un complemento y una garantía de estabilidad y operación para la infraestructura existente y no la afectará sino positivamente en la medida en que resuelve los riesgos de erosión, rebalse y refluo a los que están expuestos las actuales obras de infraestructura. Los postes de alumbrado existentes serán respetados.

11.10.8 Afectación visual

El muro contra erosión en la orilla del río no se verá por estar a nivel del cauce, mientras que el muro-pantalla longitudinal a manera de protección se observará únicamente en el propio sitio, puesto que desde la vía ó casas adyacentes solo se verá el pasto de protección de los taludes de los diques, paisaje éste muy parecido al actual por existir similares protecciones en el lugar. Por lo demás no existirá afectación visual alguna.

11.10.9 Afectación por ruido

Las obras proyectadas carecen de maquinaria alguna y las compuertas de chapaleta se abren y cierran automáticamente por la carga hidráulica del agua, y en consecuencia no se genera ningún ruido que pudiera afectar a la comunidad.

11.10.10 Especificaciones ambientales y paisajísticas

a. Generalidades.-

Como ya se mencionó, el desarrollo de la ciudad y su proceso de urbanización han intervenido la fisiografía del paisaje, específicamente a causa de las vías pavimentadas, los puentes de la Avenida Cañasgordas y de la Avenida Panamericana en el río Lili, y de la Calle 5ª y Avenida Simón Bolívar en el río Meléndez, las redes de energía y alcantarillado y las viviendas.

Es importante anotar que se han conservado parcialmente zonas de protección de orilla a manera de zonas verdes, con vegetación arbórea y arbustiva, que sirven de paisaje y para recreación, en el sector del río Lili, Calle 15 y 16 y Carreras 102 y 103, y también en el río Meléndez, Carrera 83 con Avenida Simón Bolívar, especialmente en la margen derecha.

b. Durante la construcción.-

▪ Paisaje.-

Provisionalmente se tendrán campamentos contruídos con madera y metal y con sus respectivos servicios sanitarios, los cuales estarán ubicados en lugares estratégicos, que no entorpezcan ninguna actividad, y cuyo acceso sea por una de las vías existentes. No se permitirá el paso indiscriminado de vehículos por accesos diferentes a los establecidos. La maquinaria será ubicada en lugares apropiados y cualquier efecto que produzcan en el entorno deberá ser subsanado restituyendo el espacio a su condición original. Tanto el campamento como todas las construcciones provisionales, la maquinaria, equipos y materiales deberán ser retirados al concluir la obra y los terrenos quedarán en completo orden, y limpieza.

▪ Cobertura vegetal.-

Todo trabajo que deba efectuarse sobre las zonas verdes o áreas de protección, será previamente autorizado por el interventor, quien establecerá las áreas a intervenir, con un descapote y almacenamiento temporal de la capa

vegetal y se pondrá la grama o prado en toda el área afectada.

De ser necesario, se autorizará una poda controlada con manejo ambiental del follaje o raíces que interfiera con las obras.

En el caso de que sea absolutamente necesario remover algún árbol o arbusto, éste será transplantado, o en su defecto reemplazado por especies arbóreas nativas apropiadas, en un número de diez (10) unidades no menores de 1.2 m de altura por cada árbol removido.

No se permitirá la quema de ningún material vegetal, ni se usará como parte de los rellenos compactados.

- **Carreteables de acceso.-**

Preferiblemente no se construirán este tipo de vías provisionales de acceso a la obra. De ser absolutamente necesario, y con autorización del interventor, los carreteables se harán lo más cortos que sea posible y no afectarán la vegetación del lugar. La franja carreteable debe albergar el paso de la maquinaria de la obra, estar suficientemente fundamentada y drenada, y deberá eliminarse completamente al concluir la obra, volviendo el terreno a su condición original.

- **Materiales sobrantes.-**

Estas obras están concebidas para que todo el material excavado se aproveche en los rellenos compactados ó si es decididamente orgánico en las zonas verdes aledañas ó en los taludes de los diques ya compactados. Sin embargo, si la interventoría exige el retiro de algún material sobrante, éste se hará en volquetas, con las precauciones apropiadas y a los lugares de bote de sobrantes aprobados por el Interventor y previamente autorizados por el DAGMA.

c. **Después de construídas las obras de protección.-**

- **Río Lili- Avenida Cañasgordas.- (Ver figura 1)**

Tendrá diques de protección marginal en relleno compactado, cubiertos con pasto. Entre los diques y el barranco del río habrá una berma o zona de protección, la cual debe estar libre de vegetación grande, y solo estará

cubierta por pastos y vegetación rala o baja, como rastrojo en el peor de los casos ya que debe permitir el libre flujo de las crecientes. Entre los diques y la parte externa hasta las Carreras 102 (izquierda) y 103 (derecha) se conservarán las zonas verdes con sus árboles y arbustos existentes, y se deberán cuidar las especies vegetales sembradas recientemente y que aún conservan su defensa de madera. Estas zonas, además de su belleza y paisaje, aportarán a la comunidad la posibilidad de recreación y esparcimiento.

- Río Lili – Barrio Valle del Lili.- (Ver figura 2)
Fundamentalmente tendrá un muro de concreto reforzado en la orilla izquierda, el cual no se verá desde las casas, en la medida que el muro cumplirá una función de fijación de orilla. Para protección contra inundaciones se tendrá un murete de concreto que se verá desde las casas.
En la margen izquierda, a continuación del muro, va la franja de protección de ancho variable entre el muro y las casas (de entre 2 y 6 mts de ancho) la cual deberá conformarse como una zona verde con vegetación preferiblemente arbustina (no árboles, pues podrían afectar el muro y las casas e impedir el tránsito peatonal). Esta franja de protección debe hacer las veces también de zona verde que aporte al paisaje y a la recreación y espaciamento.
- Río Meléndez – Barrio La Playa (ver figuras 3a y 3b)
En el sector más denso a proteger, a partir del puente de la Calle 5ª, el muro de concreto, que servirá de fijación de orilla y de protección contra inundaciones, no se verá desde las calles del barrio La Playa, puesto que quedará entre el final de los patios traseros de las casas y el propio cauce del río, es decir, el muro queda como un cerramiento posterior de los patios de las casas. En este orden de ideas, el muro no se ve, ni permite opciones de zonas verdes, quedando el espacio de los patios traseros de las casas para cualquier inspección ó mantenimiento. Esto es válido para los primeros 175 mts de protección, medidos desde el puente de la Calle 5ª. De allá en adelante, además del muro de concreto, se tendrá un pequeño dique complementario. Por tener el terreno

natural una altura mayor, este último tramo de protección de unos 45 mts, no se ve desde afuera, pues cumple más que todo una función de protección contra erosión y fijación de orilla en la curva pronunciada que existe en la actualidad. En este sector existen parques tanto el del barrio La Playa como el de Multicentro, y deberán conservarse para el disfrute paisajístico y recreacional de sus habitantes. Debe tenerse en cuenta que la franja adyacente al río en ambos márgenes deben conservarse lo más despejadas posibles para cualquier mantenimiento requerido, y de sembrarse más árboles, se hará a una distancia mínima de 10 mts de la orilla.

- Río Meléndez – El Ingenio.- (Ver figura 4)
Al elevar el puente metálico de la ciclovía con sus respectivas rampas a cada lado, no se afecta la vegetación de ambos márgenes. Se conserva la función paisajística y recreacional de las zonas verdes existentes, sobre todo la de la margen derecha del río Meléndez a todo lo largo de la franja comprendida entre su ribera y la Carrera 83, y entre la Calle 13 y la Calle 25 (Avenida Simón Bolívar).

**ZONA VERDE
RECREACION
Y PAISAJE**

DIQUE EXISTENTE

DIQUE PROYECTADO

HIDROESTUDIOS LTD
-RIO LILI-

FIGURA 1

ESCALA H: 1:250
V: 1:25

336

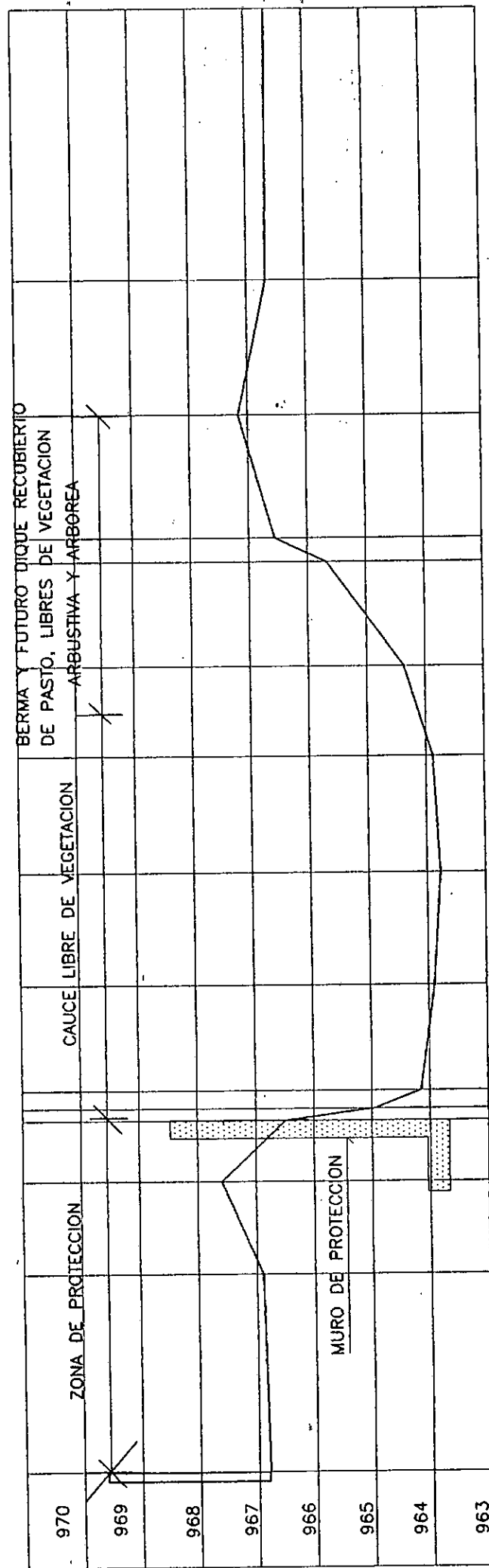
967

968

969

970

72

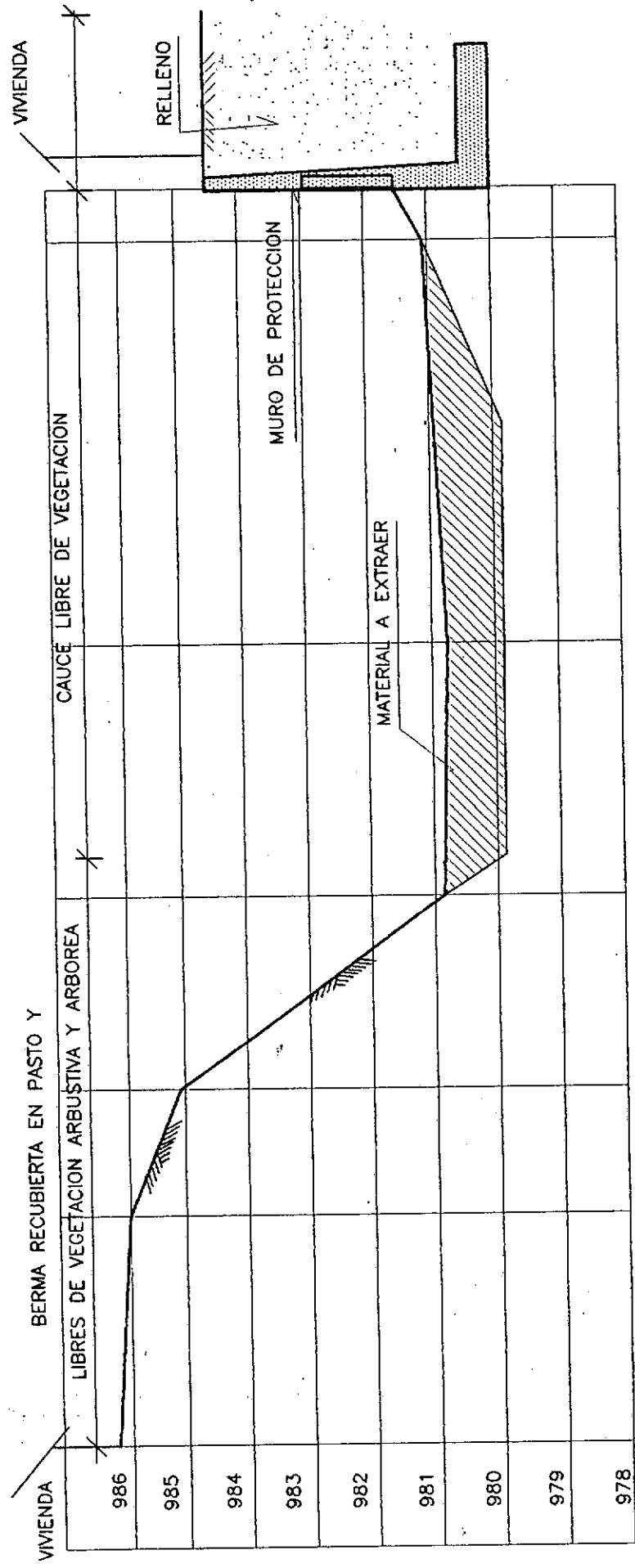


HIDROESTUDIOS LTDA

RIO LILI

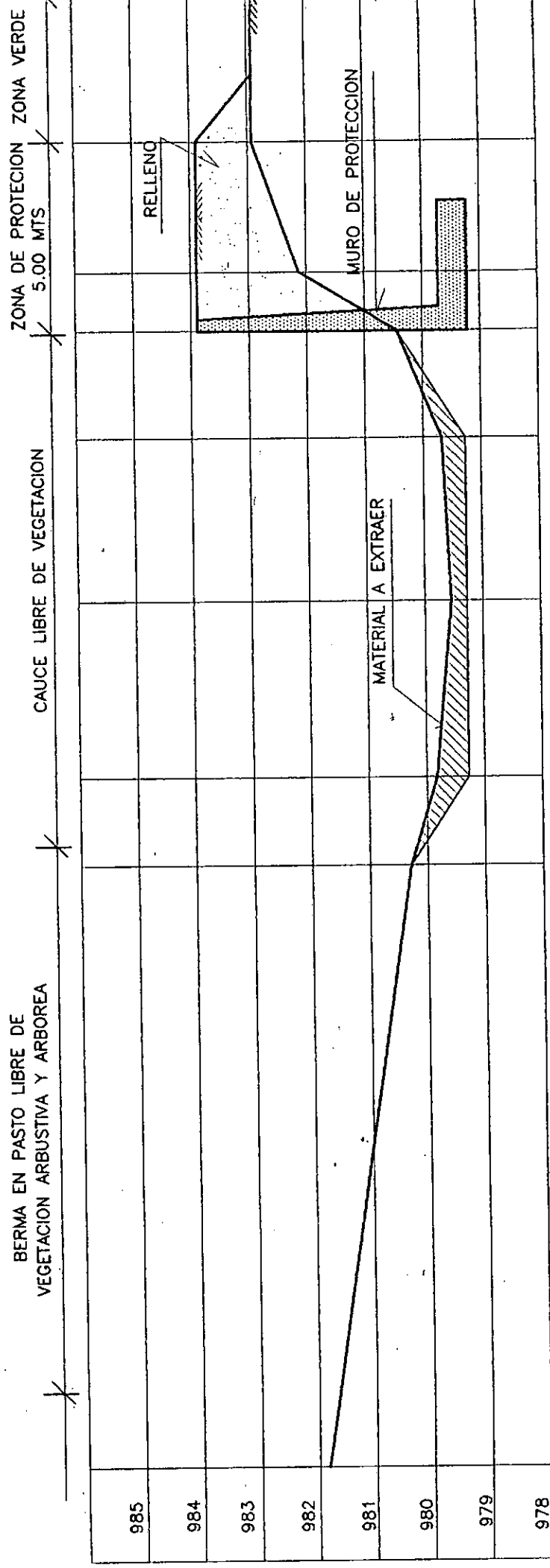
FIGURA 2

ESCALA 1:100

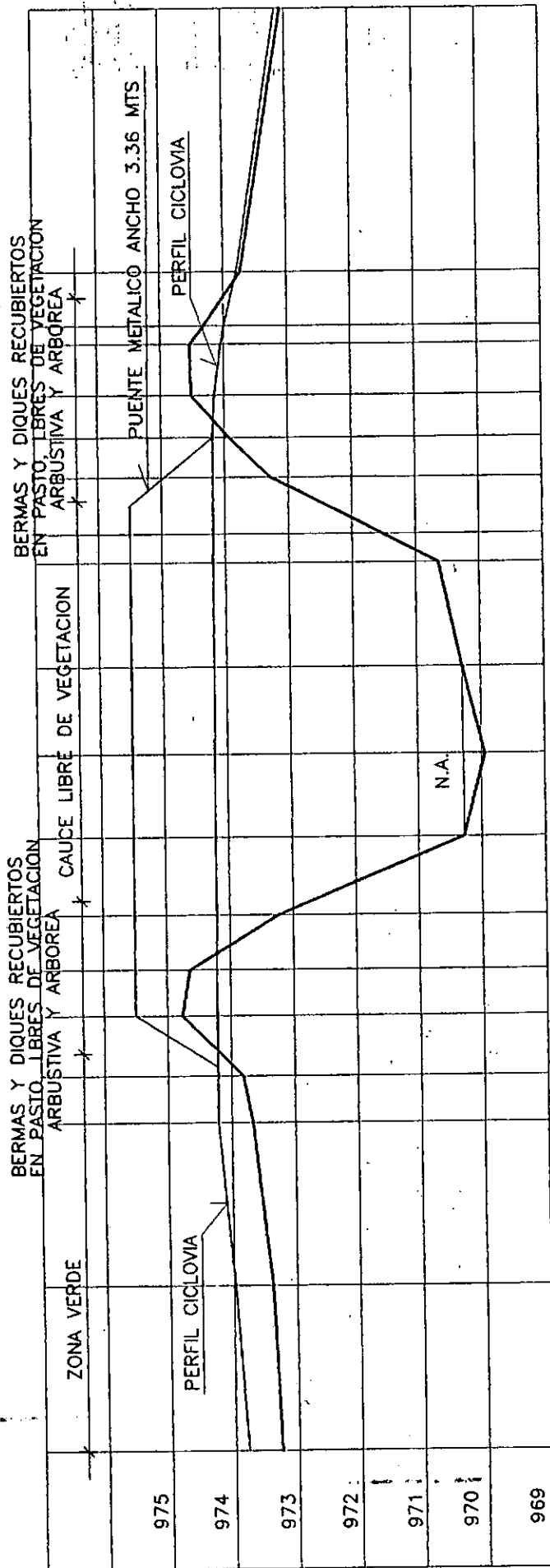


HIDROESTUDIOS LTDA
RIO MELENDEZ
FIGURA 3A
ESCALA: 1:100

74



HIDROESTUDIOS LTDA
RIO MELENDEZ
FIGURA 3B
ESCALA: 1:100



HIDROESTUDIOS LTDA

RIO MELENDEZ

FIGURA 4

PUENTE CICLOVIA AV. SIMON BOLIVAR

ESCALA: H: 1:250

V: 1:100

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Aunque las obras se han planteado para no afectar en lo posible la vegetación del lugar, en caso de que sea necesario derribar algún árbol o arbusto, éste será reemplazado por 10 unidades de la misma especie y de al menos 1 mt. de altura la sembrar en la zona verde aledaña.

12.1 Río Lili – Barrio Valle del Lili.-

- Al eliminarse el puente del ferrocarril (desmontado en octubre/97), y estar en proceso de desmonte la tubería de alcantarillado atravesada en el cauce (a desmontar por Emcali en diciembre/97), y con la implementación de las obras propuestas en este estudio, se logrará una protección muy importante para el barrio Valle del Lili.
Esta protección deberá ser complementada con el dique izquierdo del río Lili entre el barrio Valle del Lili y el puente de la Avenida Cañasgordas, y ojalá en un futuro con la modificación de los puentes de la Avenida Panamericana.
- Tan importantes son las obras civiles (muros) proyectados como la sección de diseño del cauce planteada en la rectificación del mismo, por lo que deben ser ejecutadas simultáneamente.
- El puente peatonal metálico existente en el sector deberá ser involucrado al muro proyectado, y mejorado en sus estribos y aproximaciones (rampas de acceso).

12.2 Río Lili – Barrio Ciudad Jardín (Avenida Cañasgordas, Cras. 102 y 103).-

- La recava propuesta por Emcali para permitir el desagüe del alcantarillado pluvial es viable, siempre y cuando se hagan las protecciones adecuadas en el puente de la Avenida Cañasgordas para

evitar su socavación, y se haga mantenimiento y supervisión permanentes.

- Las obras complementarias propuestas como diques y muretes, permitirán una mayor protección del sector.

12.3 Río Meléndez – Barrio La Playa.-

- Los muros propuestos evitarán los desbordamientos para la frecuencia de diseño, y darán estabilidad al sector, sobre todo en la curva frente a la Ac. El Aguacate y Multicentro.
- Debe estudiarse y resolverse el problema de los alcantarillados pluvial y sanitario de ambas márgenes del cauce en el barrio La Playa, ojalá antes de construir los muros, para evitar tener que hacer costosos y difíciles empalmes posteriores.
- La rectificación de la sección del cauce del río en ese tramo es tan importante como las obras civiles, y debe ser acometida simultáneamente con aquellas.

12.4 Río Meléndez – Barrio El Ingenio.-

- Se recomienda aprovechar la desmontada del puente metálico para hacerle mantenimiento, y sobre todo para corregir las vigas en "U" que están atrapando basuras y agua, atentando contra la vida útil del puente.

12.5 Río Cañaveralejo – Barrio la Sirena, sector Los Mangos.-

- Aunque en este caso el alcance del estudio es únicamente a nivel de diagnóstico, se detectaron puntos críticos que ameritan drásticas acciones:
 - a) Deben eliminarse las rejas (malla metálica) atravesadas en el cauce aguas arriba y aguas debajo de la propiedad que ha enfalcado el cauce de la Quebrada Cañaveralejo.
 - b) Debe demolerse (y encontrar solución de contingencia si hay conexión de aguas negras) el pozo séptico construido en el cauce de la Quebrada Cañaveralejo.
 - c) Debe impedirse que sigan arrojando desperdicios y escombros al cauce, algunas veces con el erróneo criterio de proteger la vía de la margen izquierda.
- Se recomienda elaborar un inventario de las actividades industriales del sector, pues se han detectado marraneras y una procesadora de pescado que están contaminando con aguas residuales sin ningún tratamiento.
- Debe realizarse el estudio y los diseños de las obras necesarias para solucionar los problemas del sector y proteger las vías adyacentes del movimiento lateral y las crecientes de la Quebrada Cañaveralejo.



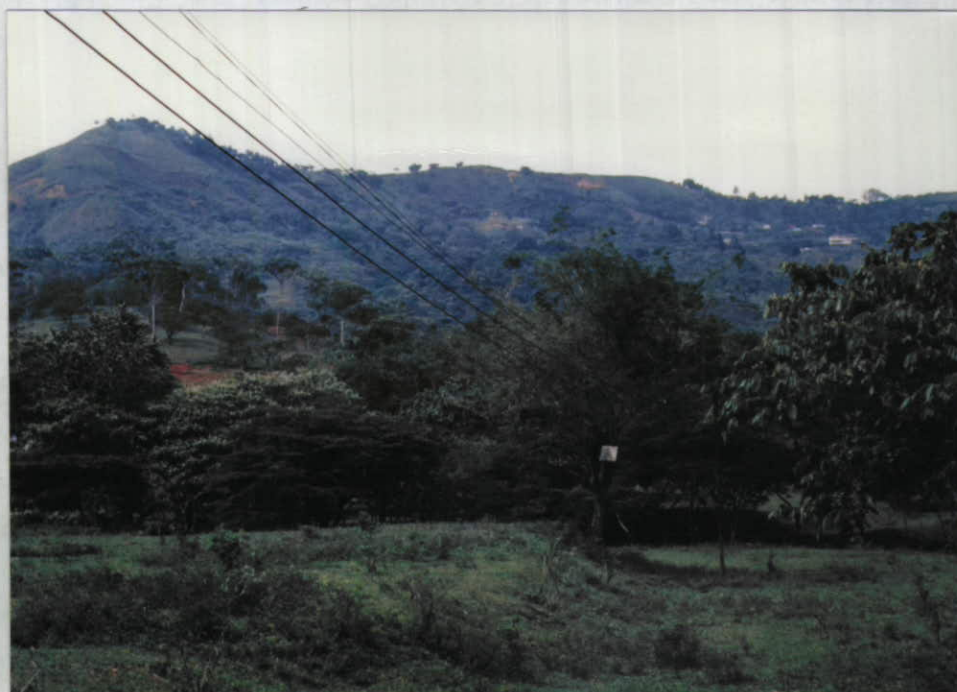
FOTOS 1 Y 2 – QUEBRADA CAÑAVERALEJO

Vistas de aguas arriba (superior) y aguas abajo (inferior) de reja metálica transversal completamente atravesada al cauce, creando dramáticas obstrucciones.



FOTOS 3 Y 4 – QUEBRADA CAÑAVERALEJO

Vista de pozo séptico de concreto (foto superior) atravesado en el cauce. Debe eliminarse y solucionar de otra forma el manejo de aguas negras sin verterlas al cauce. En la foto 4 (inferior) se observa el resultado del bote de basuras y de escombros que generan invasión del cauce con graves efectos para su comportamiento y capacidad.



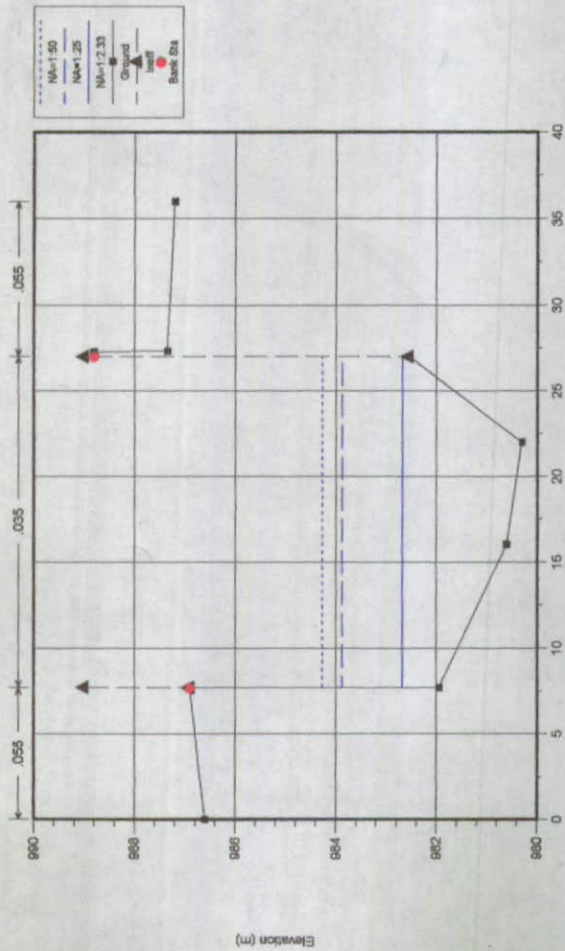
FOTOS 5 Y 6 – QUEBRADA CAÑAVERALEJO

Vistas aguas arriba de cómo quedará la Quebrada cuando las obstrucciones e intervenciones se corrijan. Obsérvese la abundante vegetación cuyas condiciones hay que preservar y ojalá mejorar.

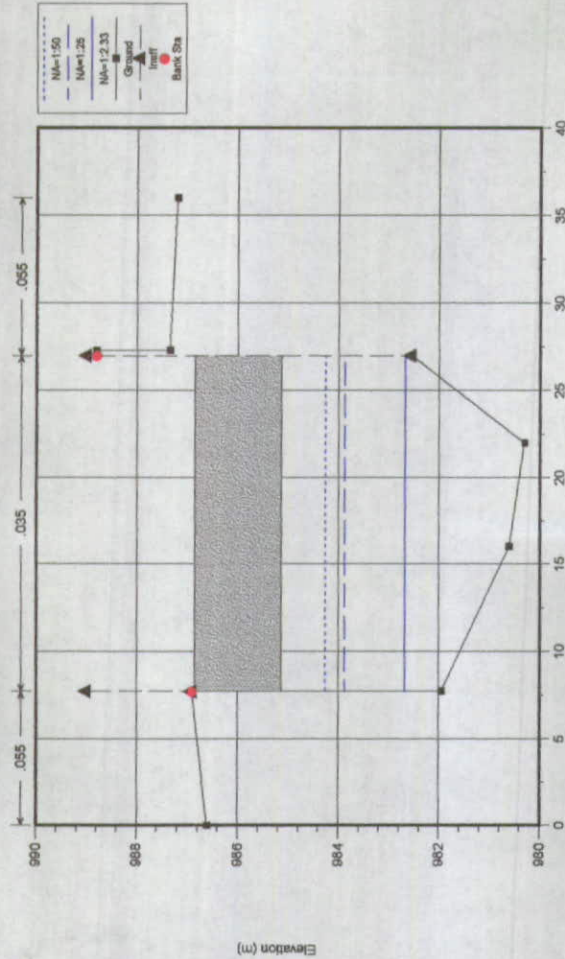
**ANEXO A
HIDRAULICA**

34

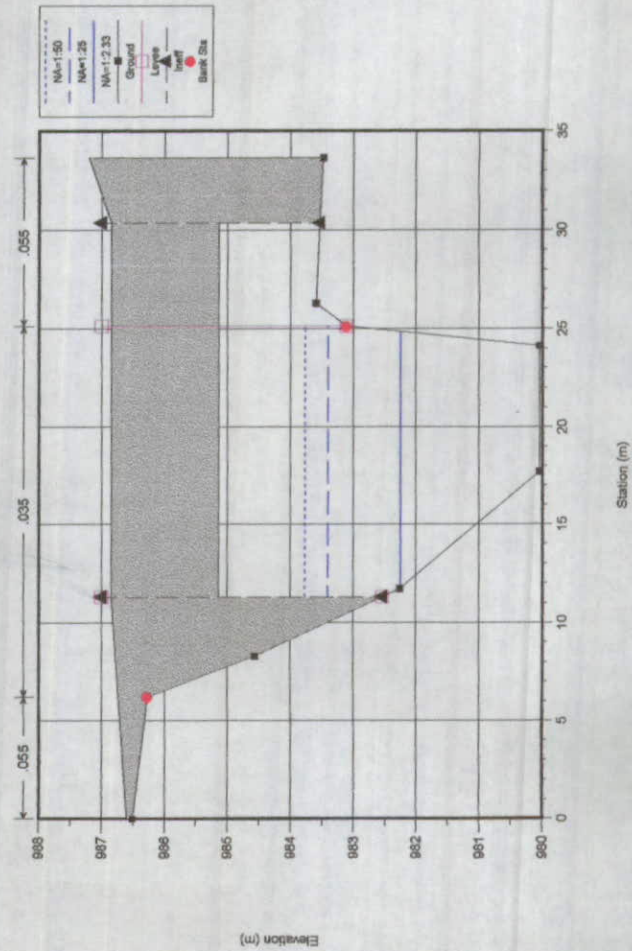
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag Arr Puentes Calle 5 Riv Sta = 21 HIDROESTUDIOS LTDA.



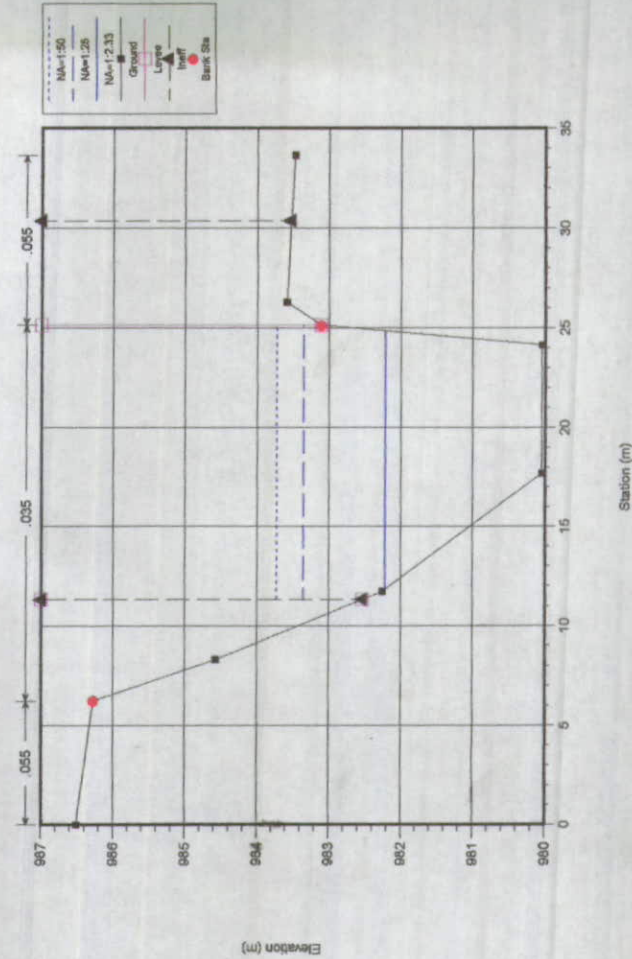
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Upstream Inside Puentes Calle 5 Riv Sta = 20.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



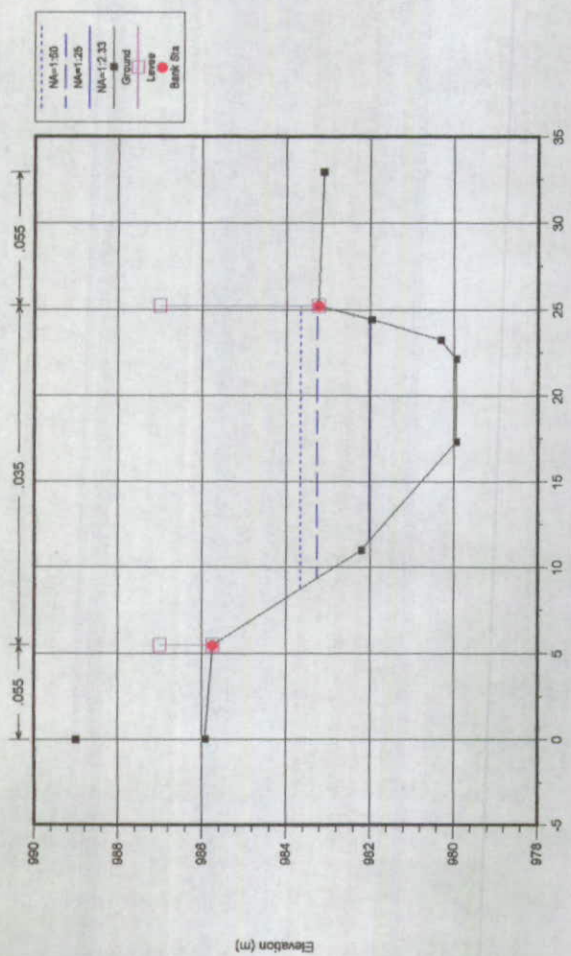
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Downstream Inside Puentes Calle 5 Riv Sta = 20.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



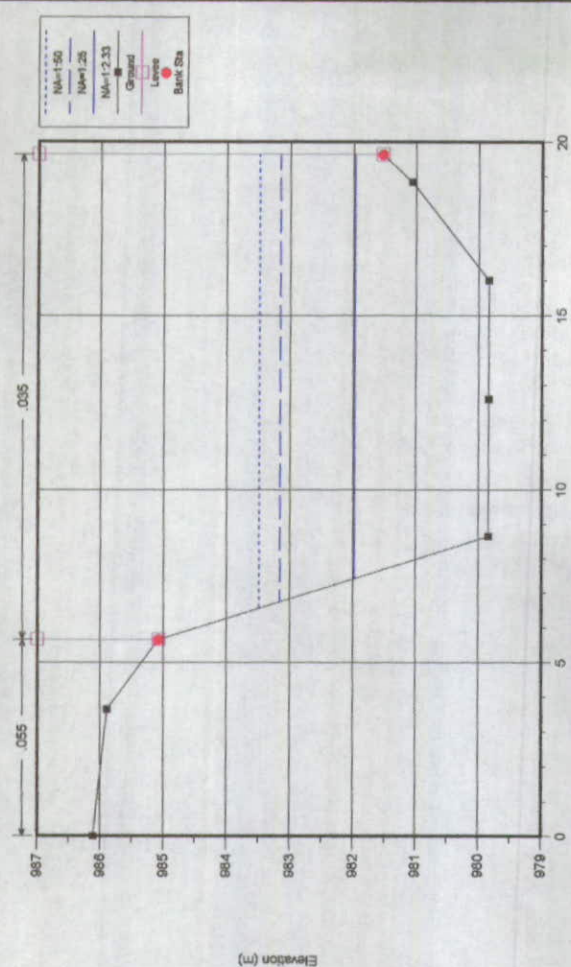
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag Ab Puento Calle 5 Riv Sta = 20 HIDROESTUDIOS LTDA.



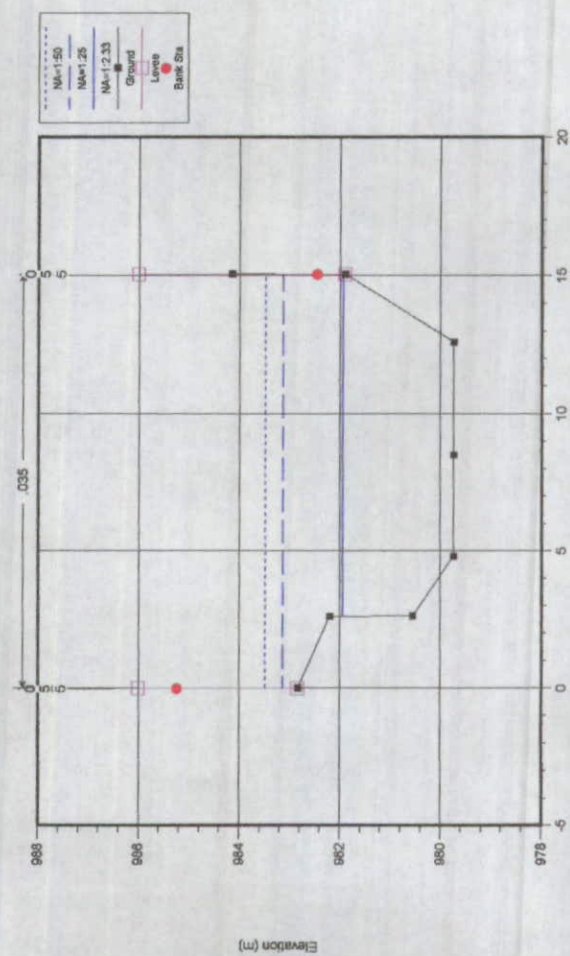
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag Ab del vivero Riv Sta = 19 HIDROESTUDIOS LTDA.



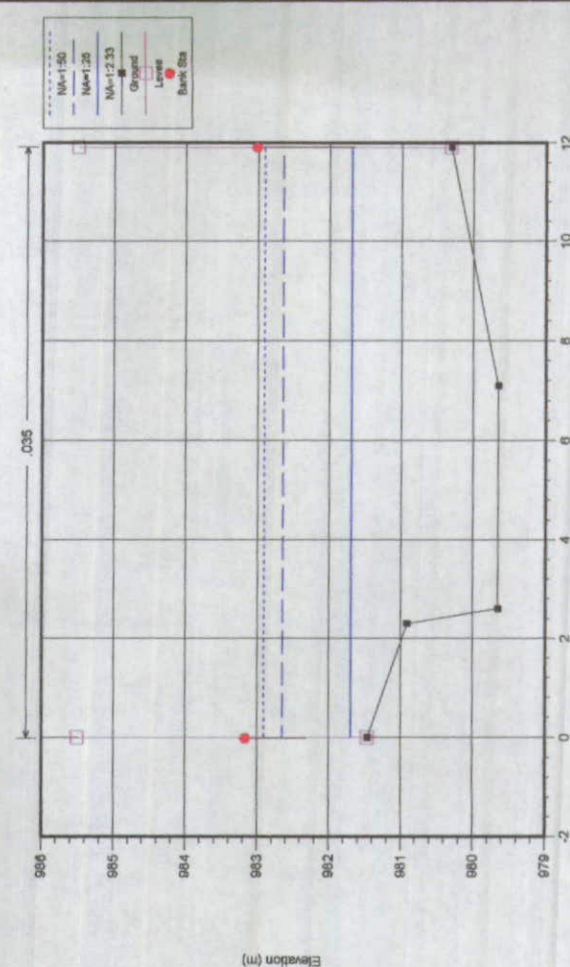
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Intermedia Tramo recto Riv Sta = 18 HIDROESTUDIOS LTDA.



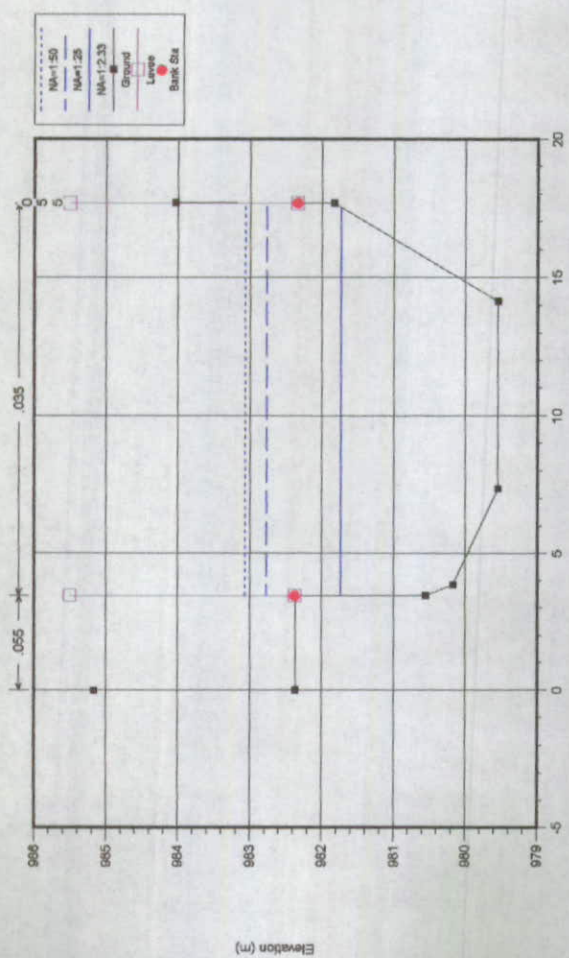
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Intermedia tramo recto Riv Sta = 17 HIDROESTUDIOS LTDA.



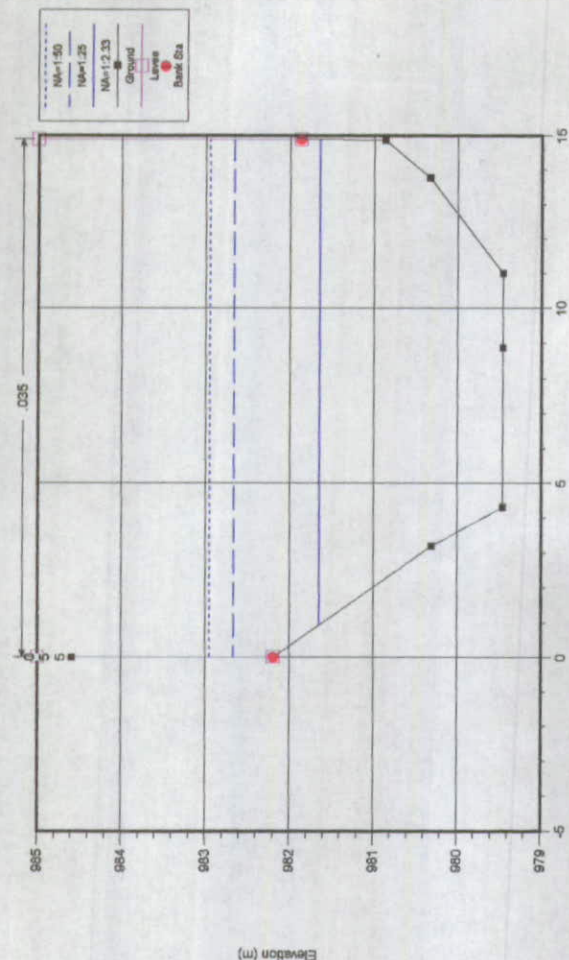
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Intermedia Tramo recto Riv Sta = 16 HIDROESTUDIOS LTDA.



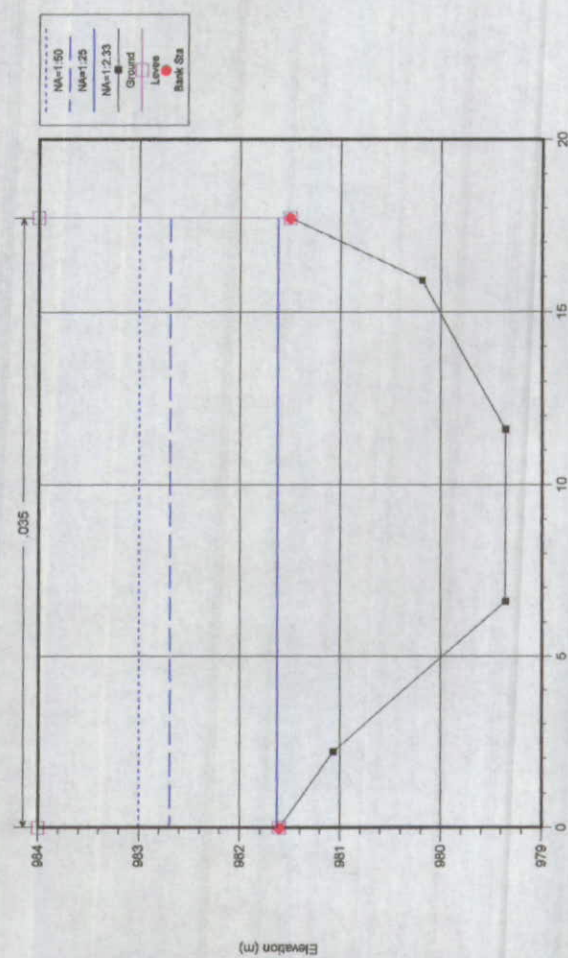
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Intermedia tramo recto Riv Sta = 15 HIDROESTUDIOS LTDA.



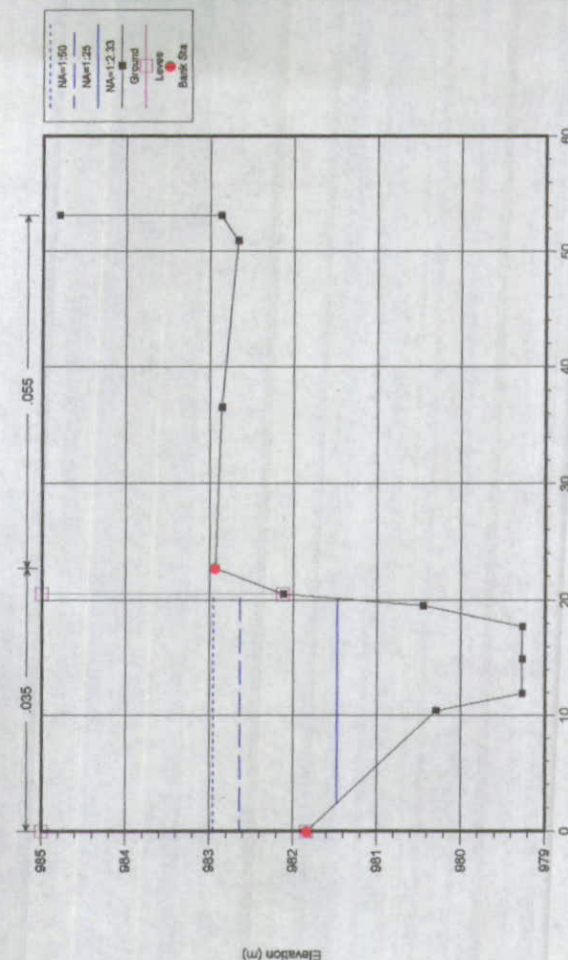
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Intermedia Tramo recto Riv Sta = 14 HIDROESTUDIOS LTDA.



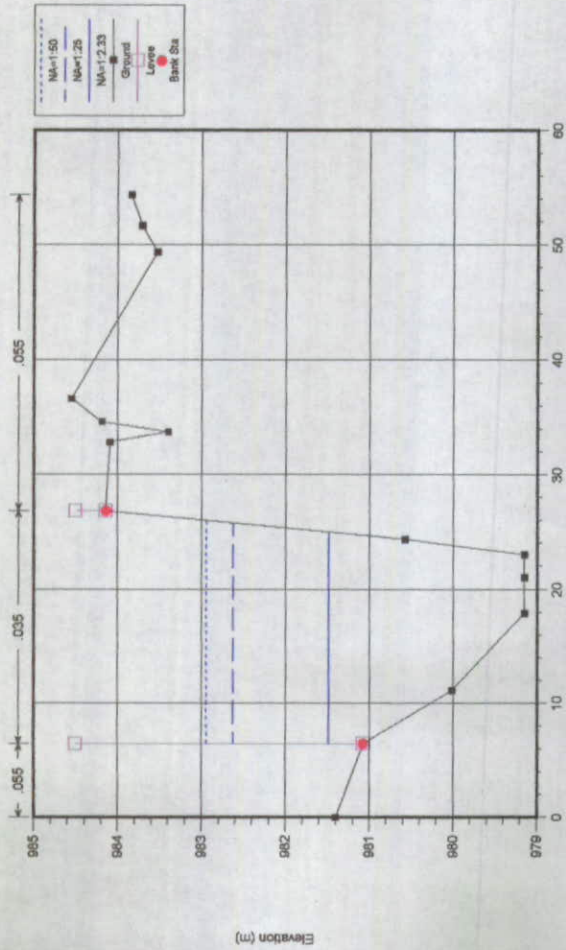
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Tramo recto Riv Sta = 13 HIDROESTUDIOS LTDA.



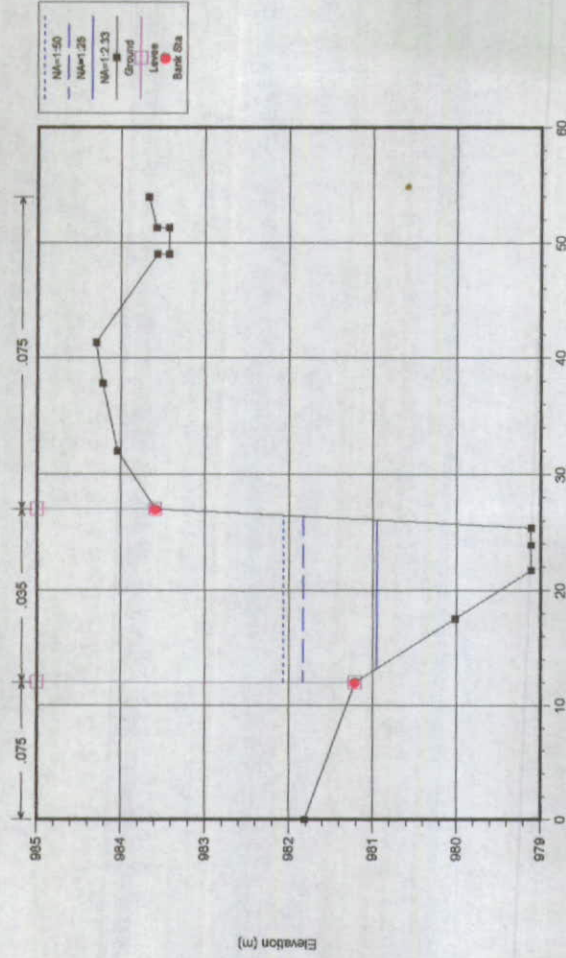
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Inicio curva Riv Sta = 12 HIDROESTUDIOS LTDA.



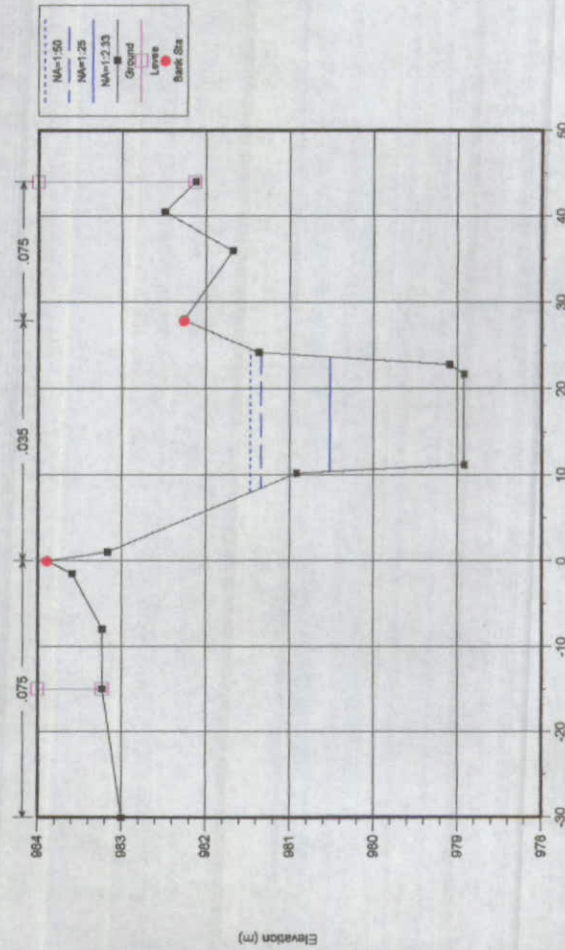
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Centro curva Riv Sta = 11 HIDROESTUDIOS LTDA.



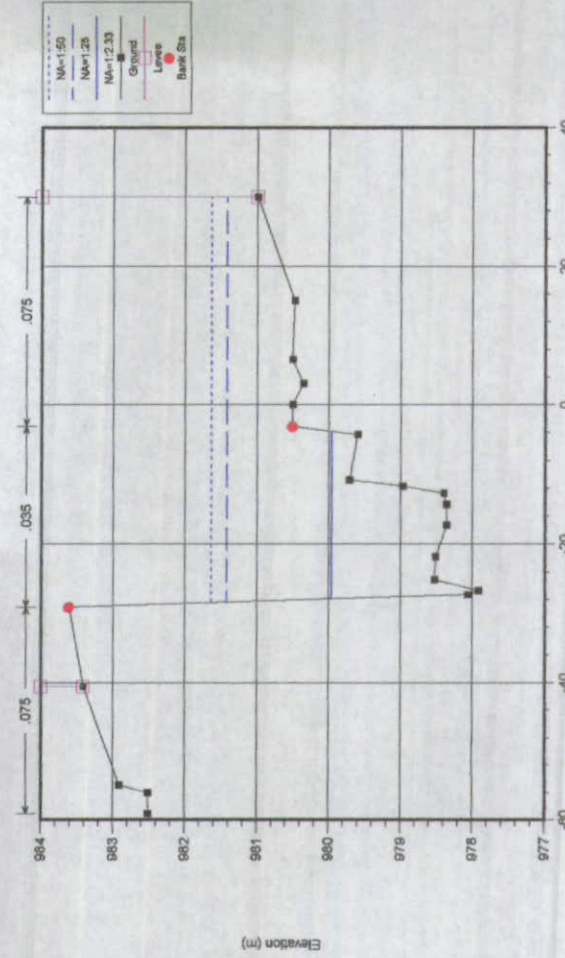
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Final curva (AP=11) Riv Sta = 10 HIDROESTUDIOS LTDA.



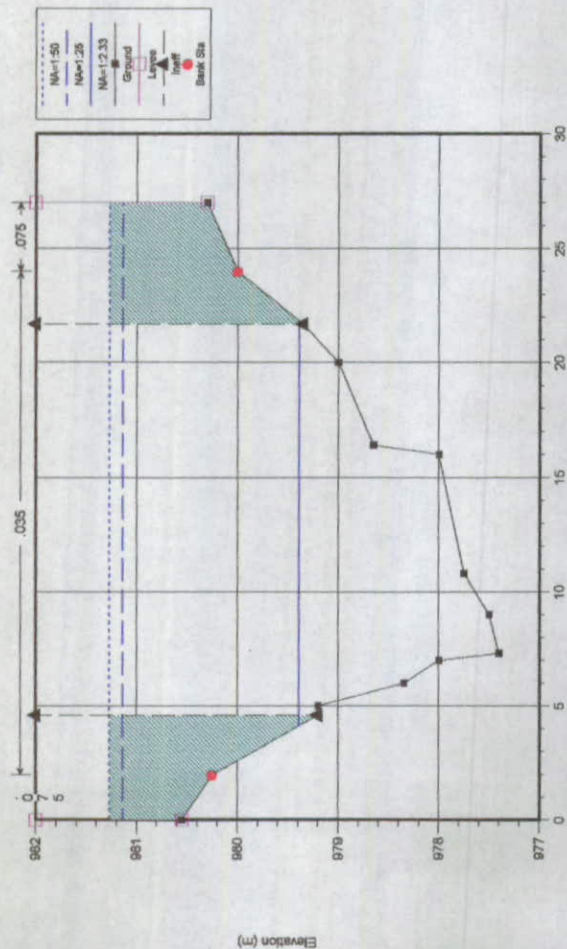
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Sección intermedia (MM=4) Riv Sta = 9 HIDROESTUDIOS LTDA.



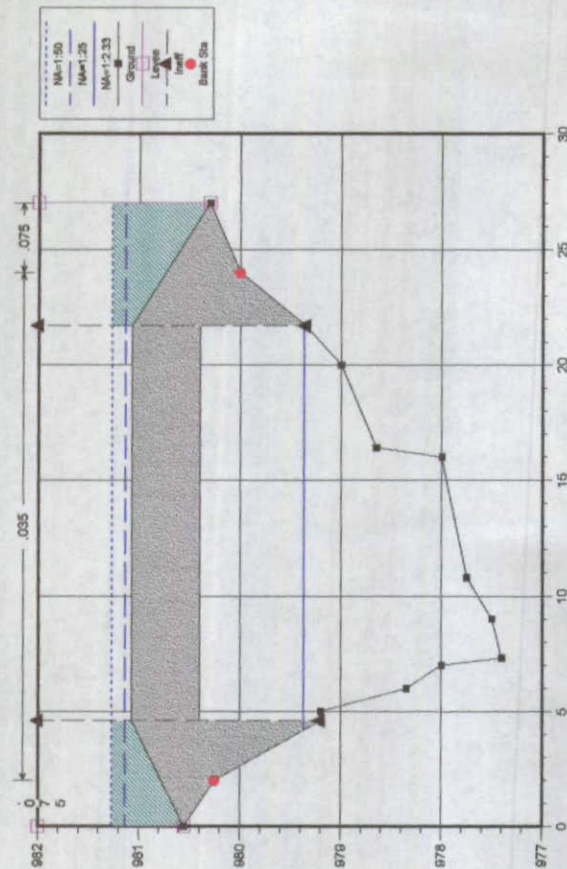
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Sección intermedia (MM=6) Riv Sta = 8 HIDROESTUDIOS LTDA.



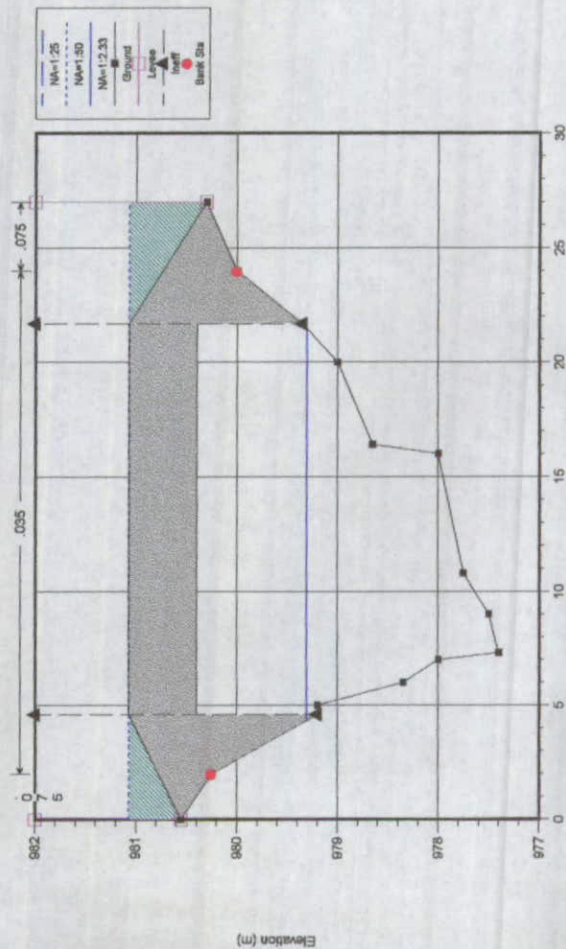
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - AI # 3
Ag Arr. Peatonal 1 Riv Sta = 7.8 HIDROESTUDIOS LTDA.



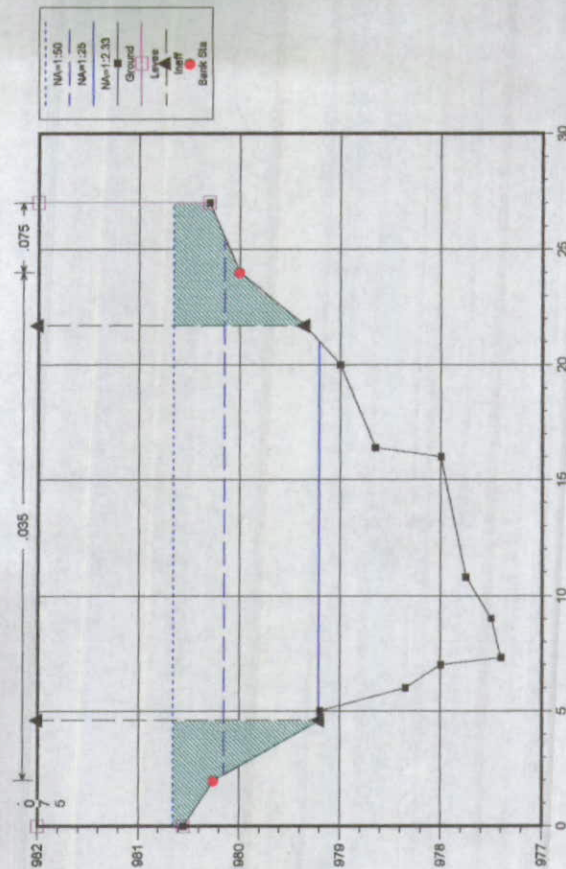
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - AI # 3
Upstream Inside Puente Peatonal 1 Riv Sta = 7.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



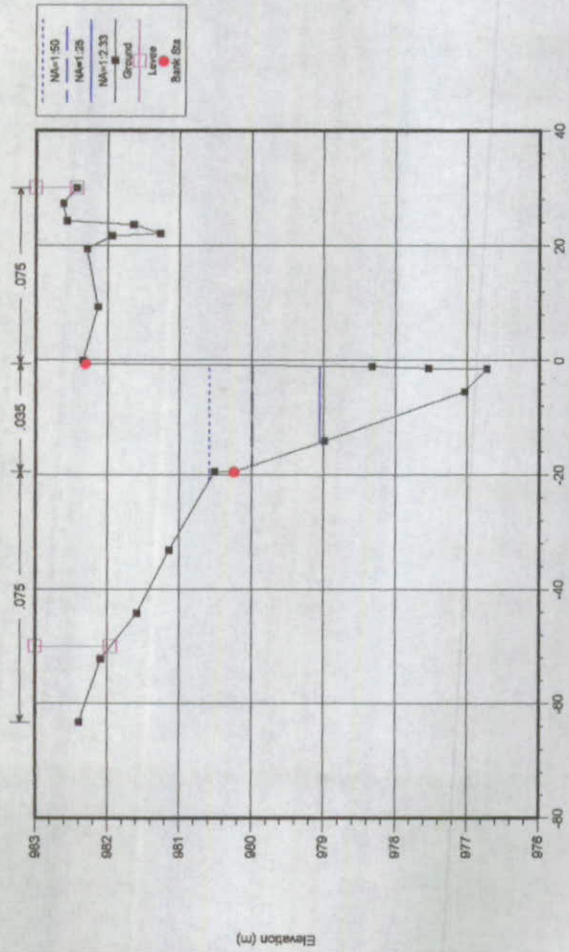
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - AI # 3
Downstream Inside Puente Peatonal 1 Riv Sta = 7.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



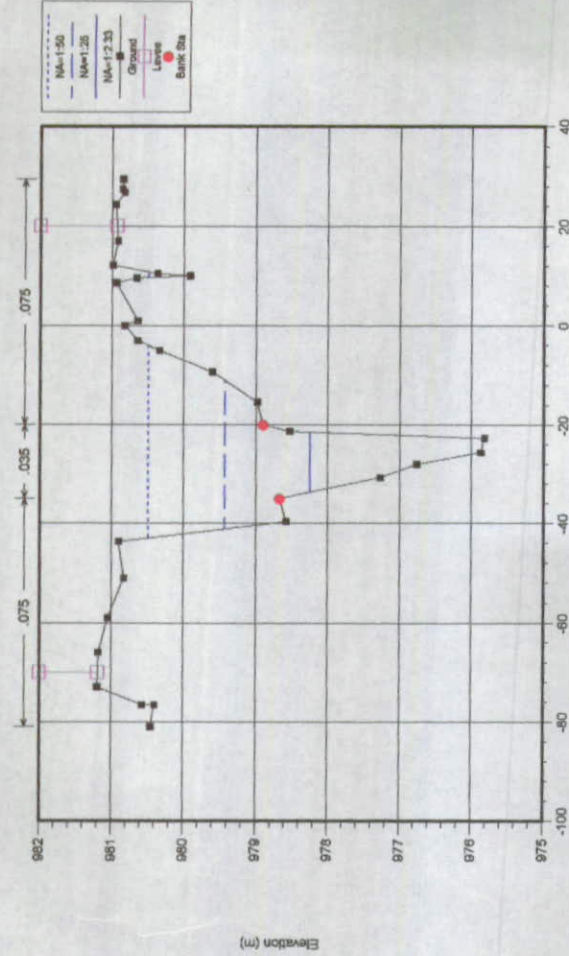
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - AI # 3
Ag Ab. Peatonal 1 Riv Sta = 7 HIDROESTUDIOS LTDA.



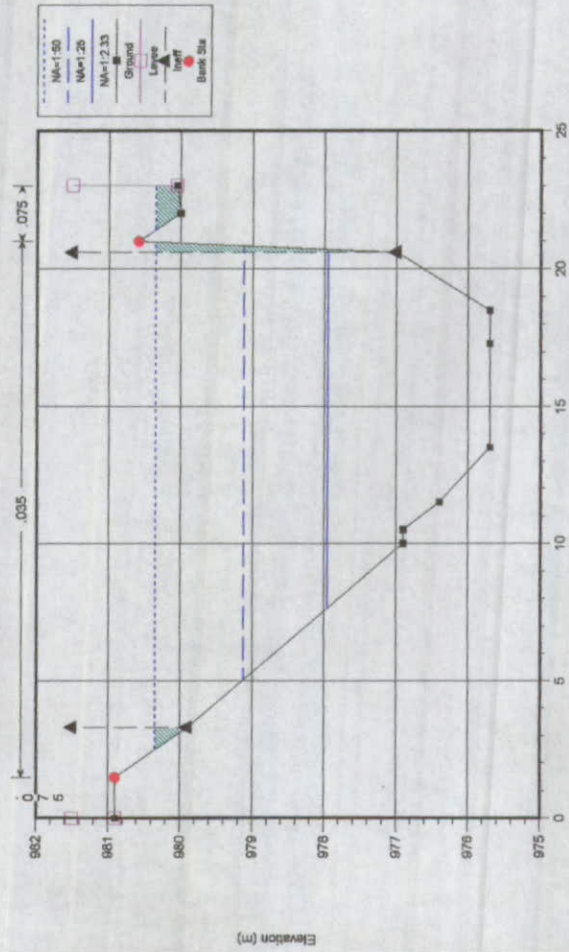
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag. Ab. puente 1 (MM-6) Riv Sta = 6 HIDROESTUDIOS LTDA.



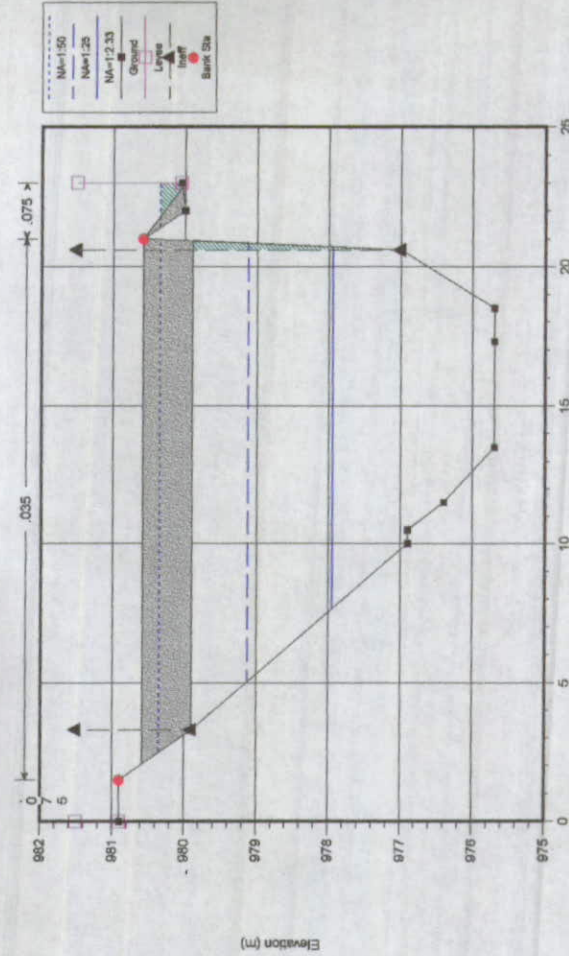
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Intermedia (MM-7) Riv Sta = 5 HIDROESTUDIOS LTDA.



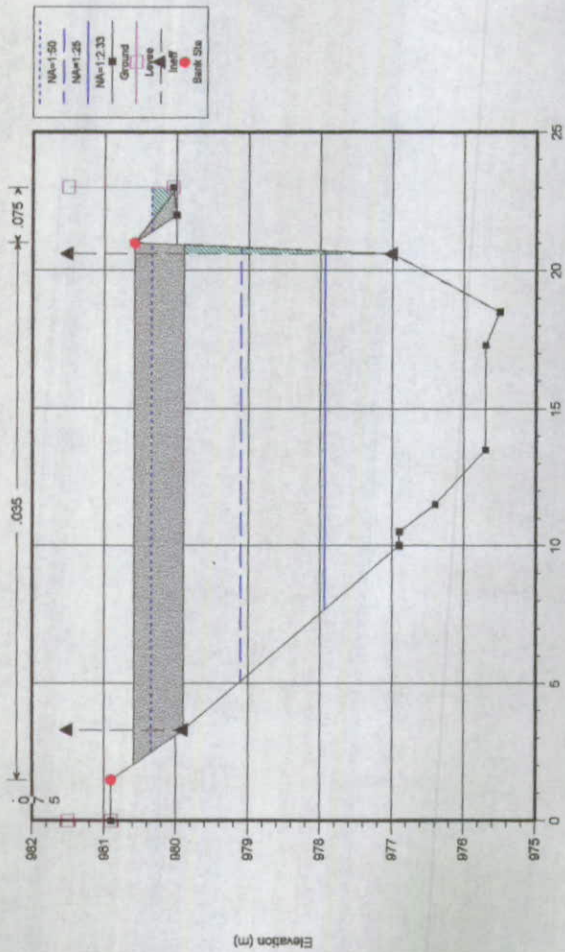
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag. arr Puente 2 - (MM) Riv Sta = 4.8 HIDROESTUDIOS LTDA.



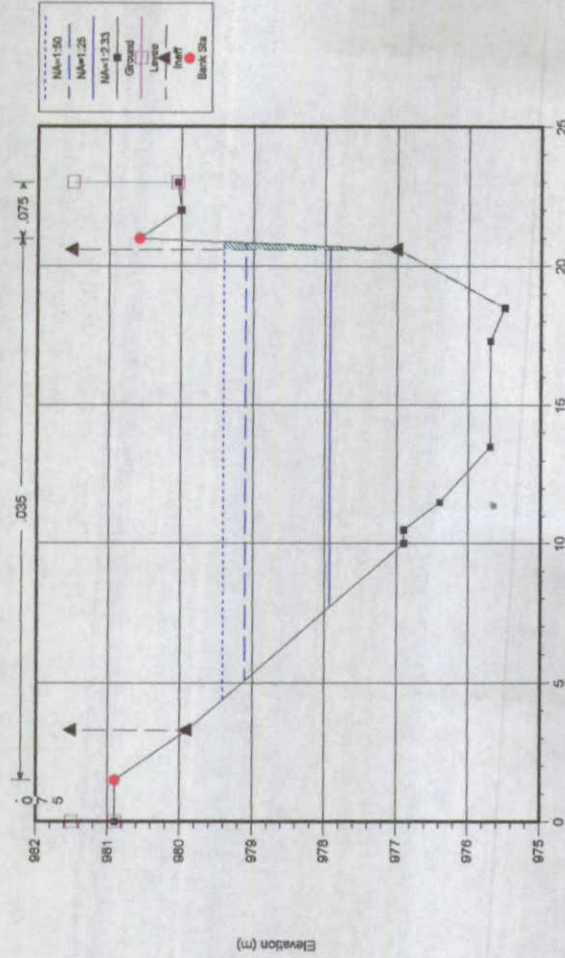
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Upstream Inside Puente peatonal 2 Riv Sta = 4.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



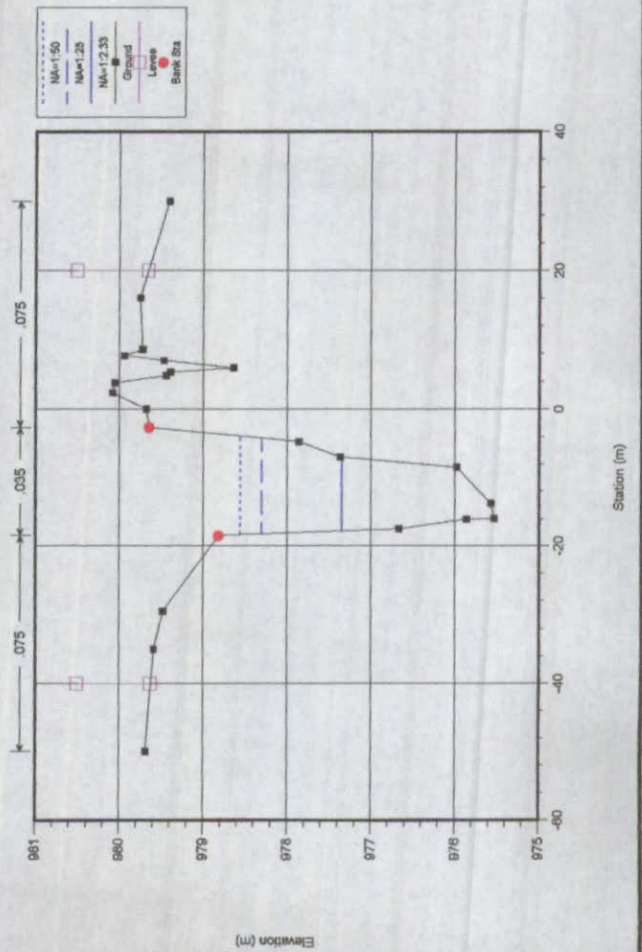
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
 Downstream inside Puente peatonal 2 Riv Sta = 4.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



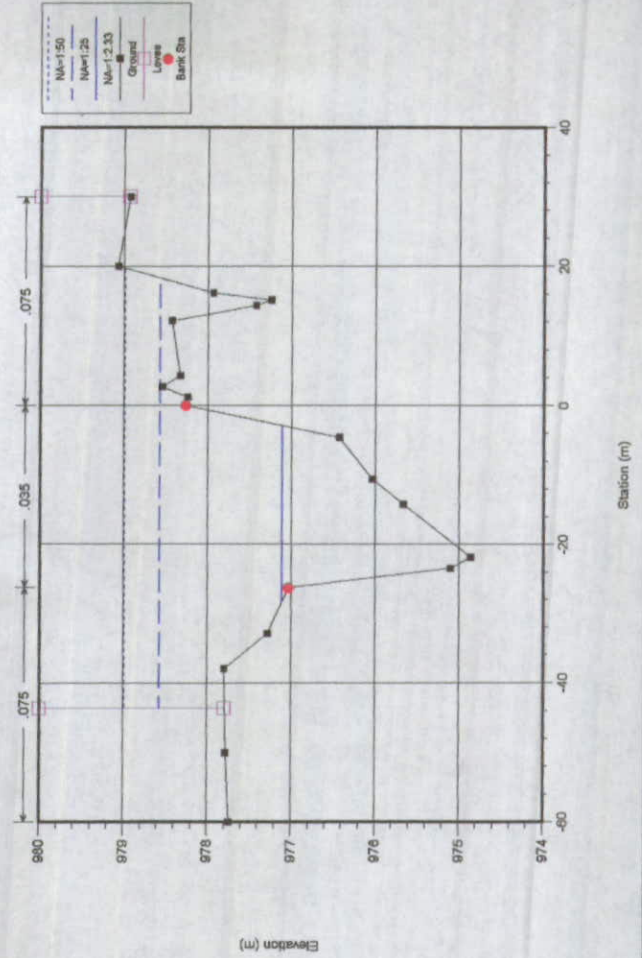
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
 Ag Ab Puente 2 - (MM) Riv Sta = 4 HIDROESTUDIOS LTDA.



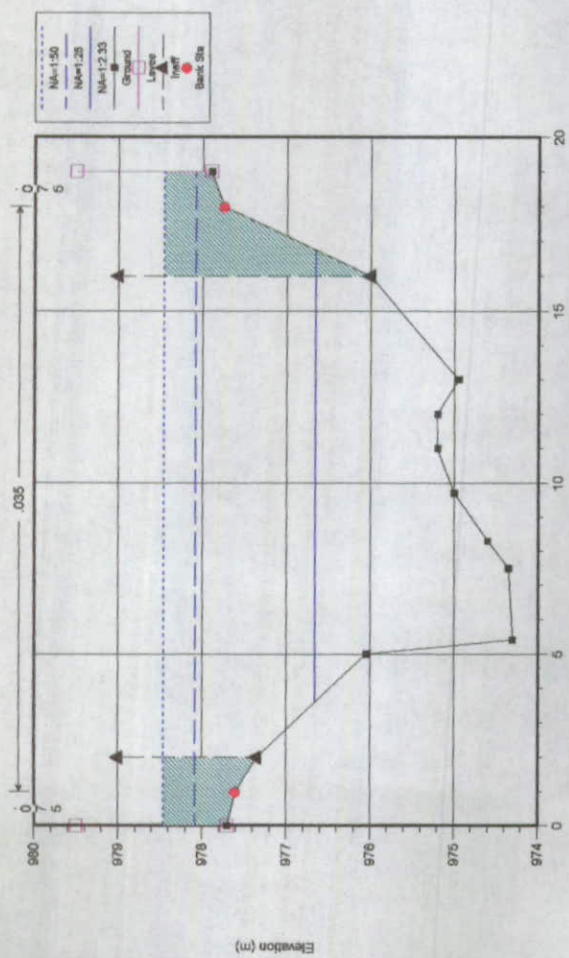
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
 Ag Ab puente 2 - (MM=8) Riv Sta = 3 HIDROESTUDIOS LTDA.



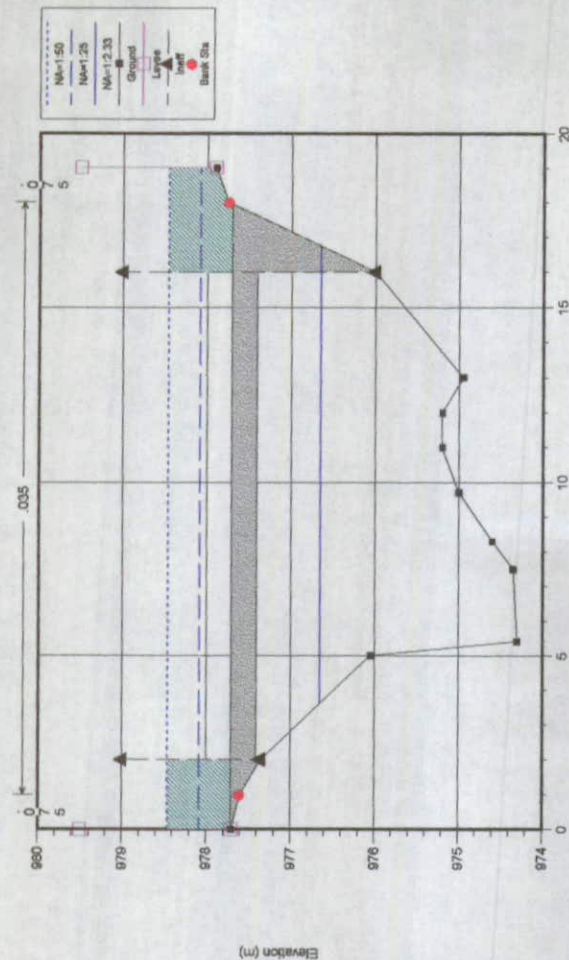
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
 Sección junto a la Capilla (MM=9) Riv Sta = 2 HIDROESTUDIOS LTDA.



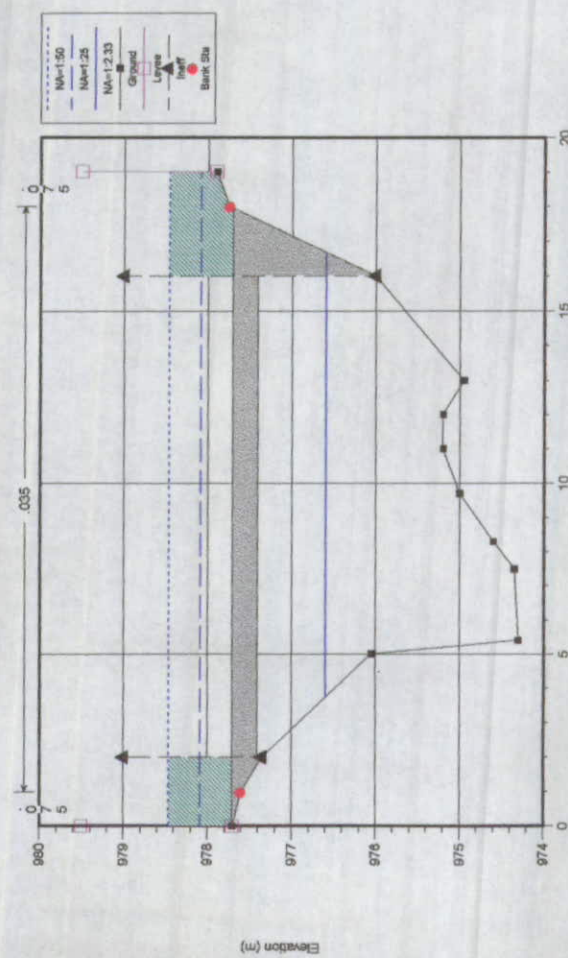
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag Arb Puento peatonal 1 Riv Sta = 1.8 HIDROESTUDIOS LTDA.



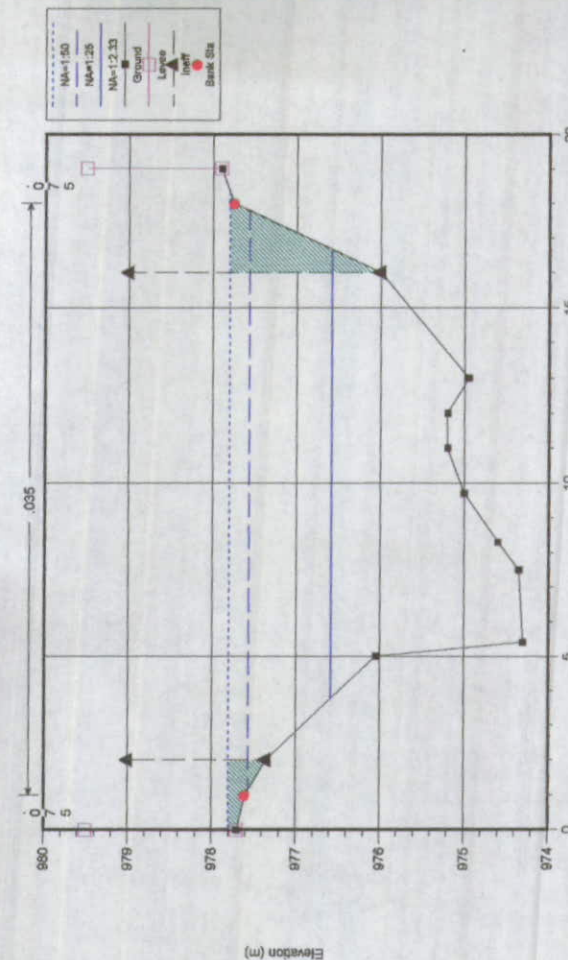
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Upstream Inside Puento Peatonal 3 Riv Sta = 1.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



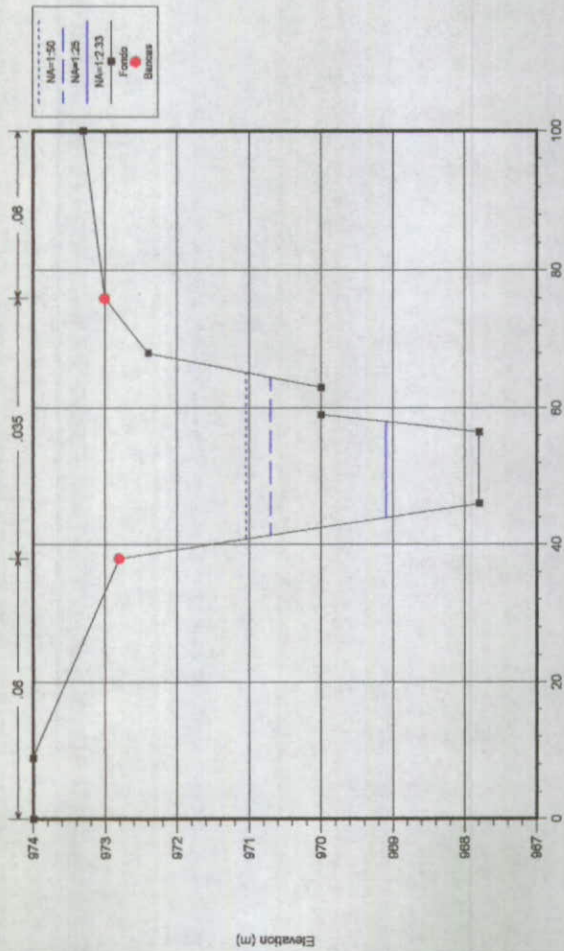
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Downstream Inside Puento Peatonal 3 Riv Sta = 1.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



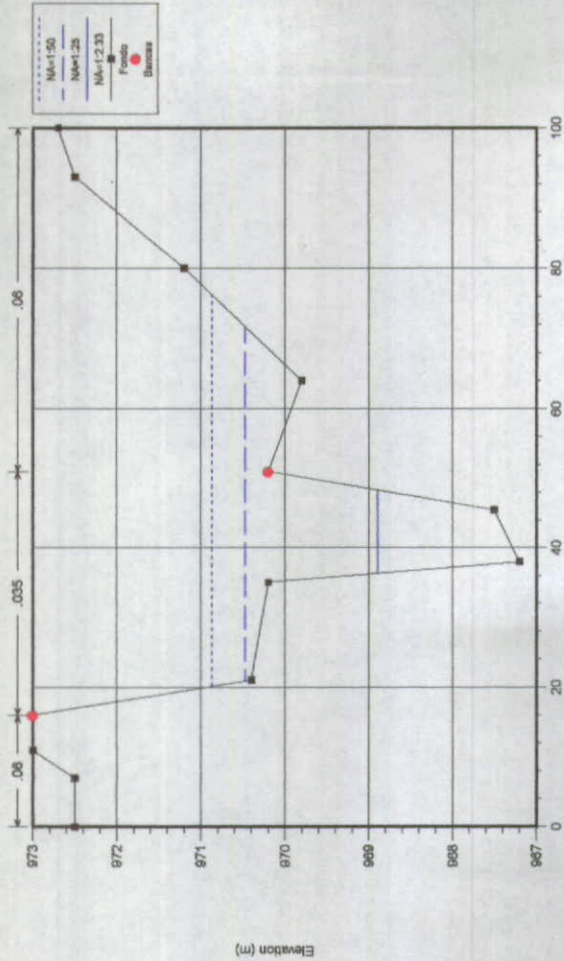
Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
Ag Ab Puento peatonal 1 Riv Sta = 1 HIDROESTUDIOS LTDA.



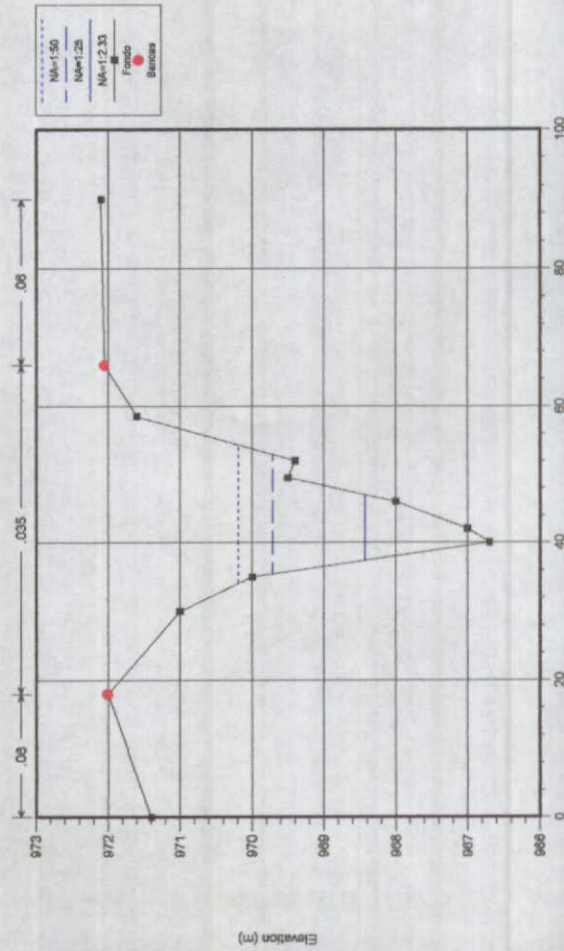
Lili-Control inundaciones-rasante Emocali - Alt #6
Cerca a caseta madero Riv Sta = 36 HIDROESTUDIOS LTDA.



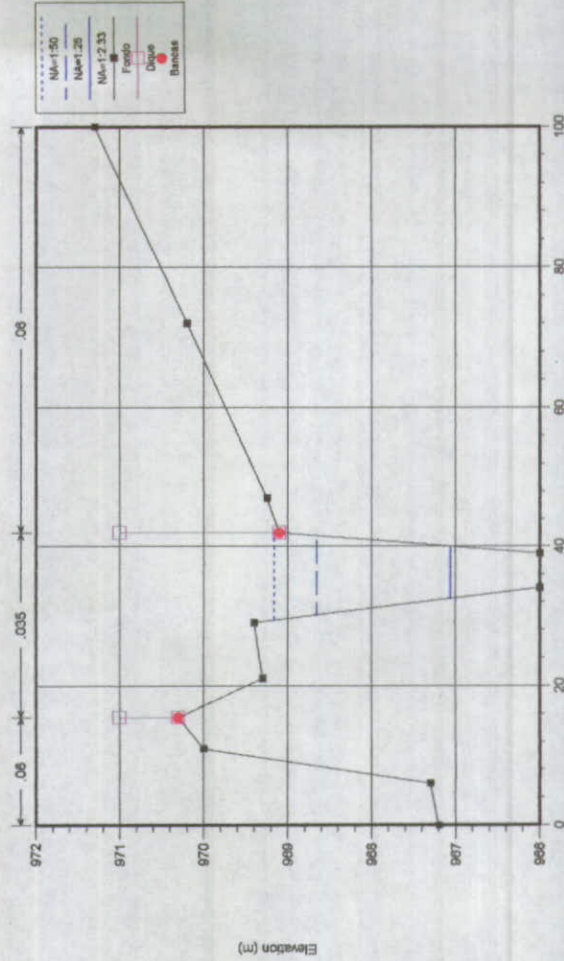
Lili-Control inundaciones-rasante Emocali - Alt #5
Riv Sta = 35 HIDROESTUDIOS LTDA.



Lili-Control inundaciones-rasante Emocali - Alt #5
Intermedia Riv Sta = 34 HIDROESTUDIOS LTDA.

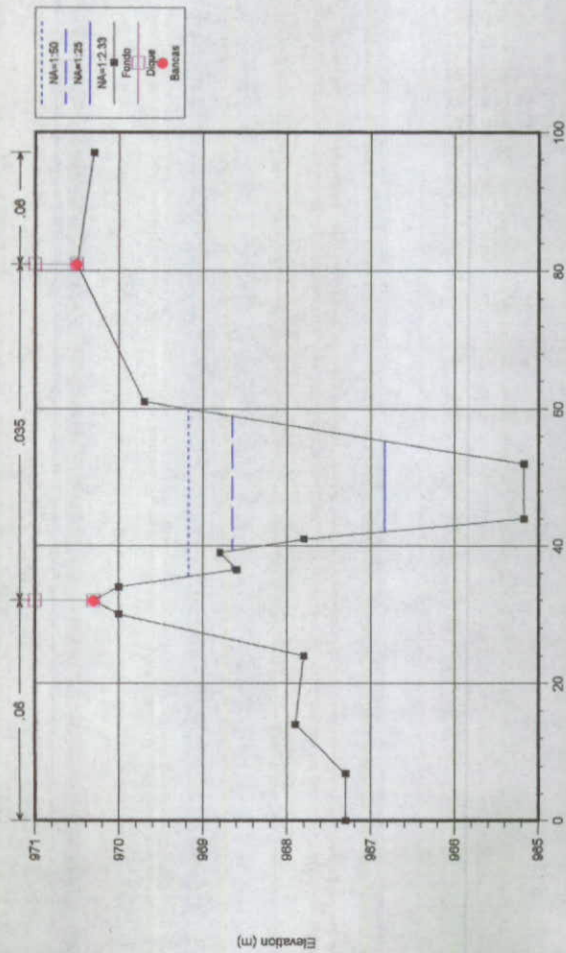


Lili-Control inundaciones-rasante Emocali - Alt #5
Intermedia Riv Sta = 33 HIDROESTUDIOS LTDA.

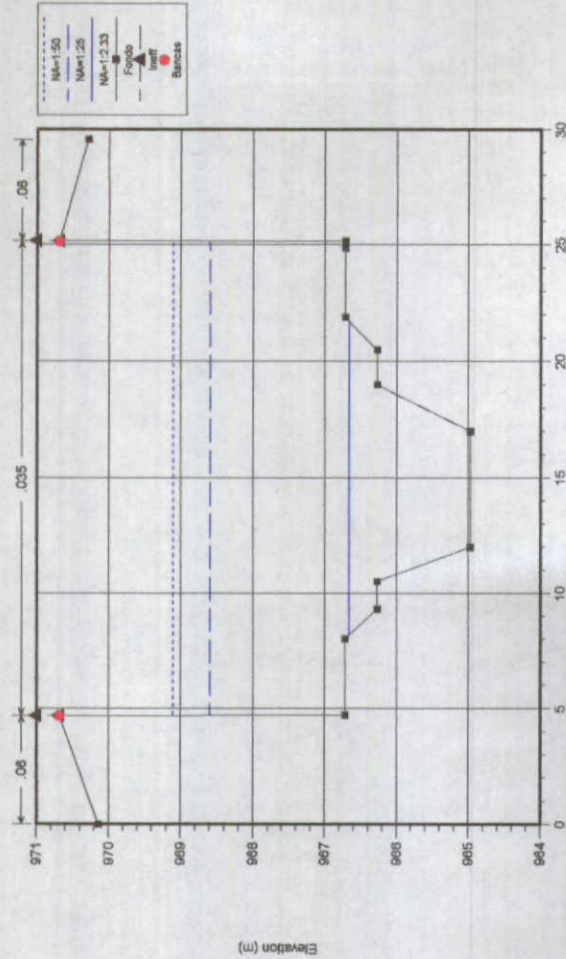


24

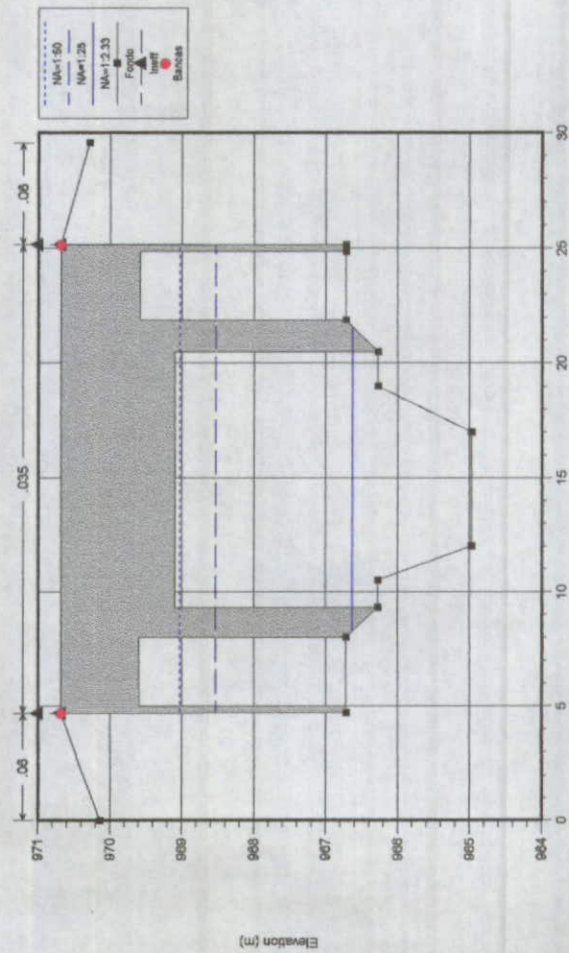
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Ag. Arr. puente Av. Cañasgordas Riv Sta = 32 HIDROESTUDIOS LTDA.



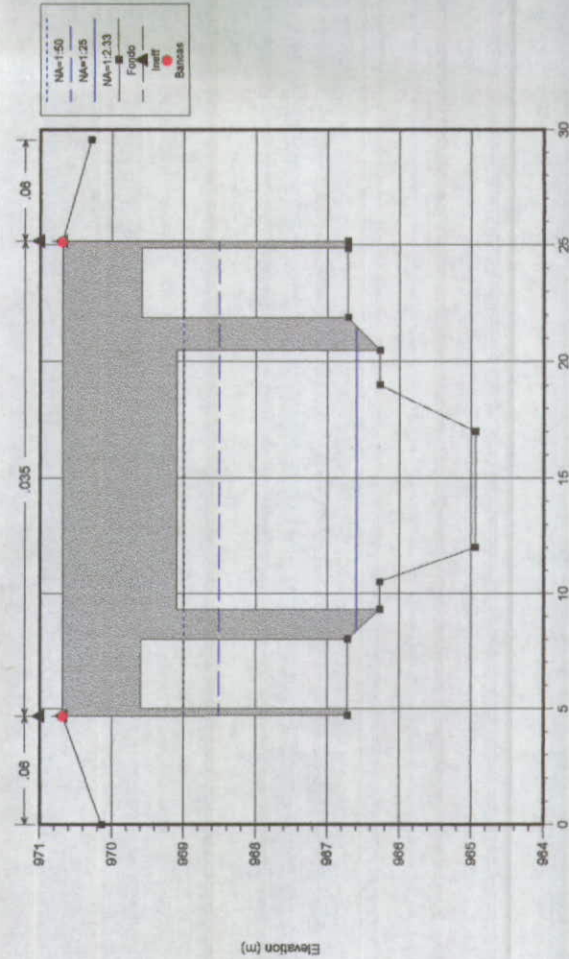
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Puente Av. Cañasgordas Riv Sta = 31 HIDROESTUDIOS LTDA.



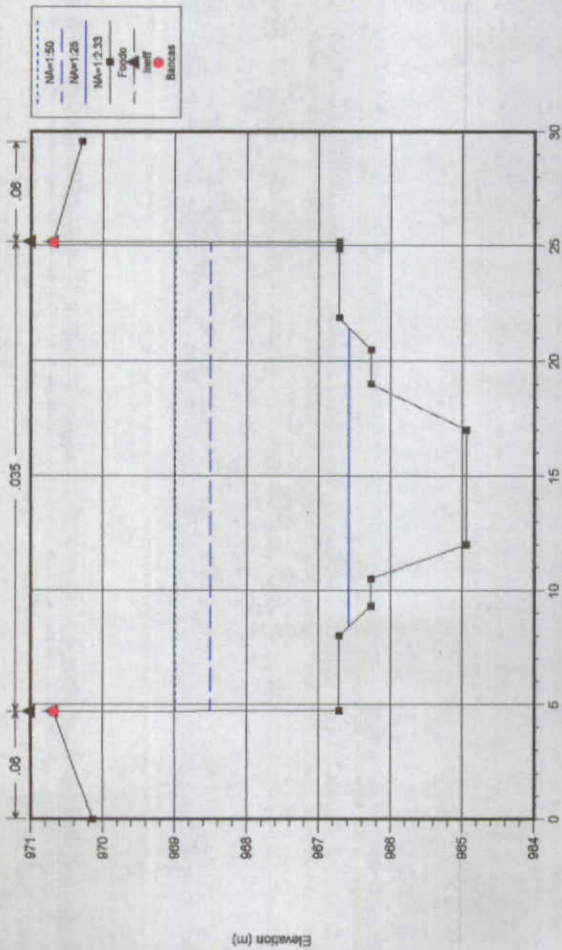
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #5
Upstream Inside Puente Av. Cañasgordas Riv Sta = 30.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



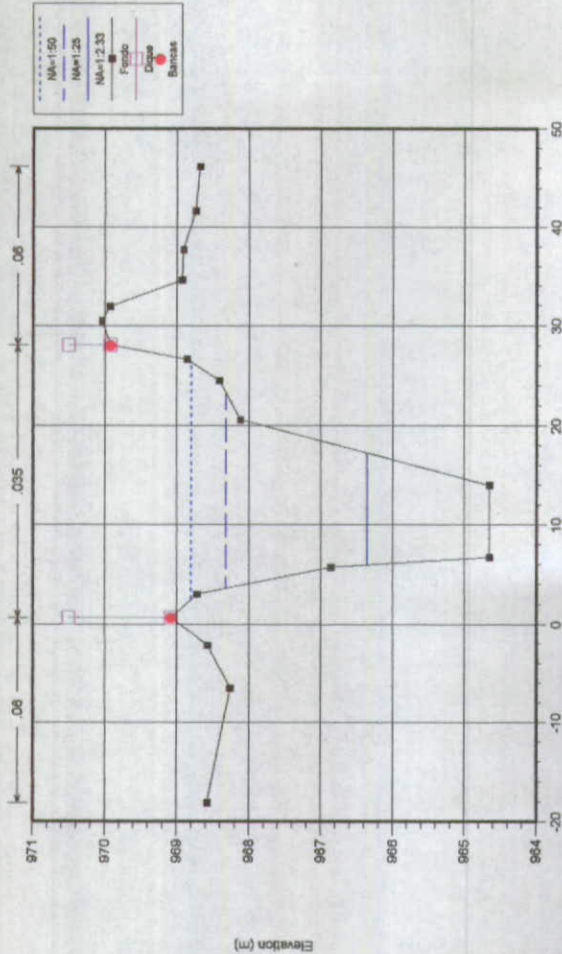
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #5
Downstream Inside Puente Av. Cañasgordas Riv Sta = 30.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



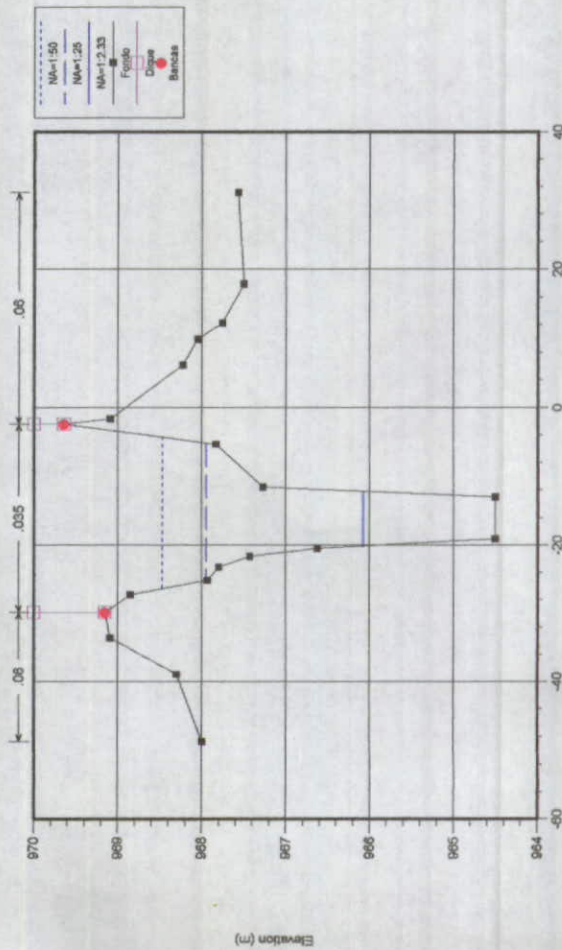
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Ali #6
Punto Av. Carasgordas Riv Sta = 30 HIDROESTUDIOS LTDA.



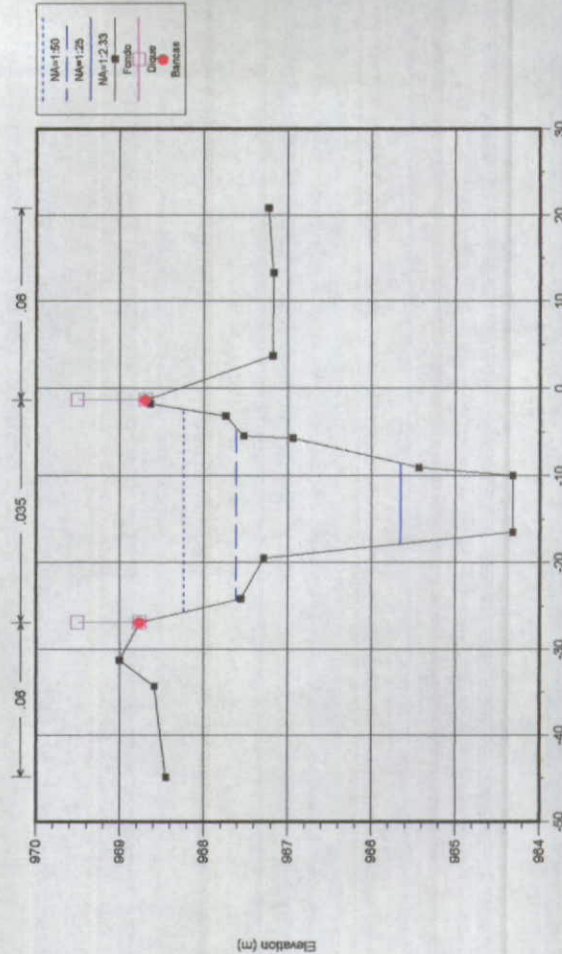
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Ali #6
Ag. Arr. laguna Riv Sta = 29 HIDROESTUDIOS LTDA.



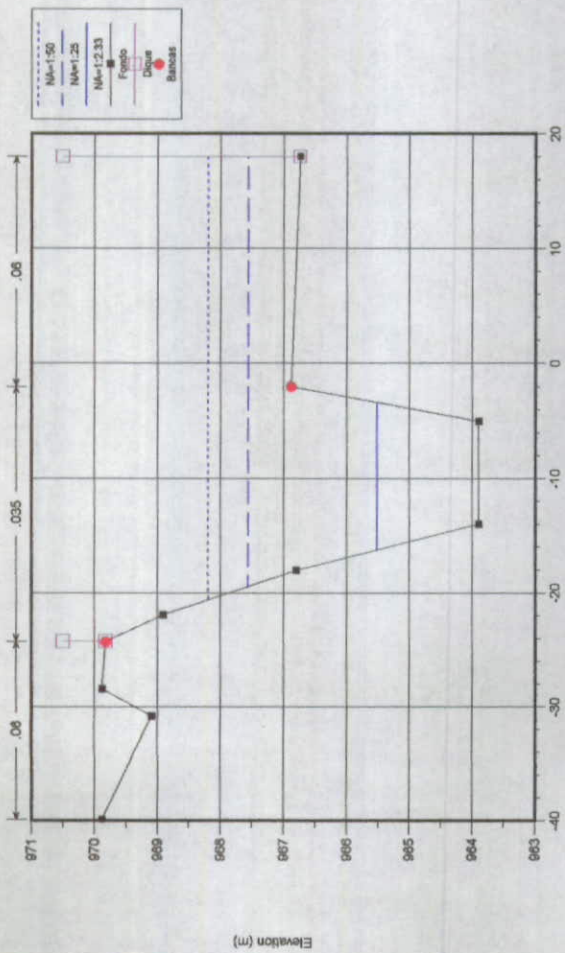
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Ali #6
Inicia laguna existente Riv Sta = 28 HIDROESTUDIOS LTDA.



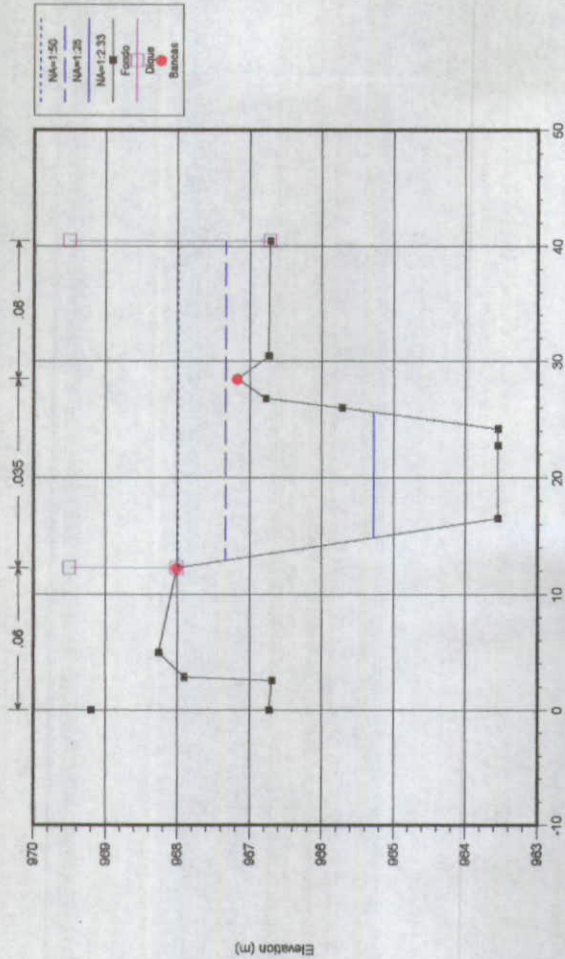
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Ali #6
Ag. Ab. laguna existente Riv Sta = 27 HIDROESTUDIOS LTDA.



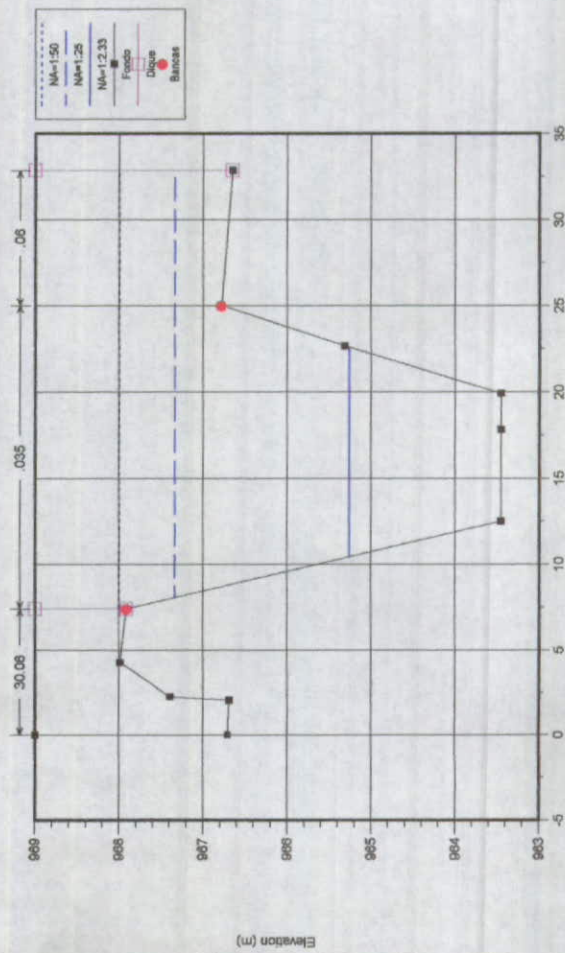
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Ag Arr desembocadura Guali Riv Sta = 26 HIDROESTUDIOS LTDA.



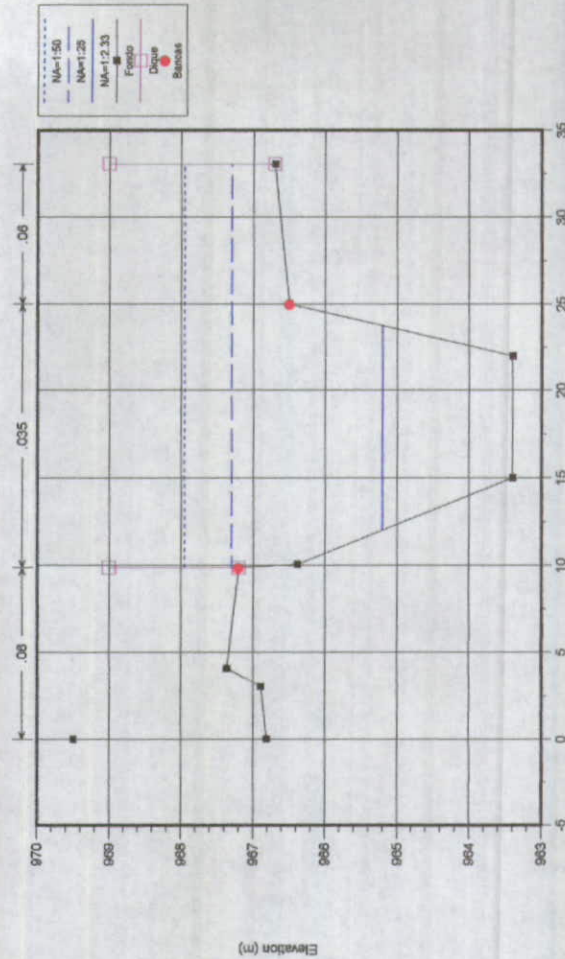
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Ag. Ab. Qo. Guali Riv Sta = 25 HIDROESTUDIOS LTDA.



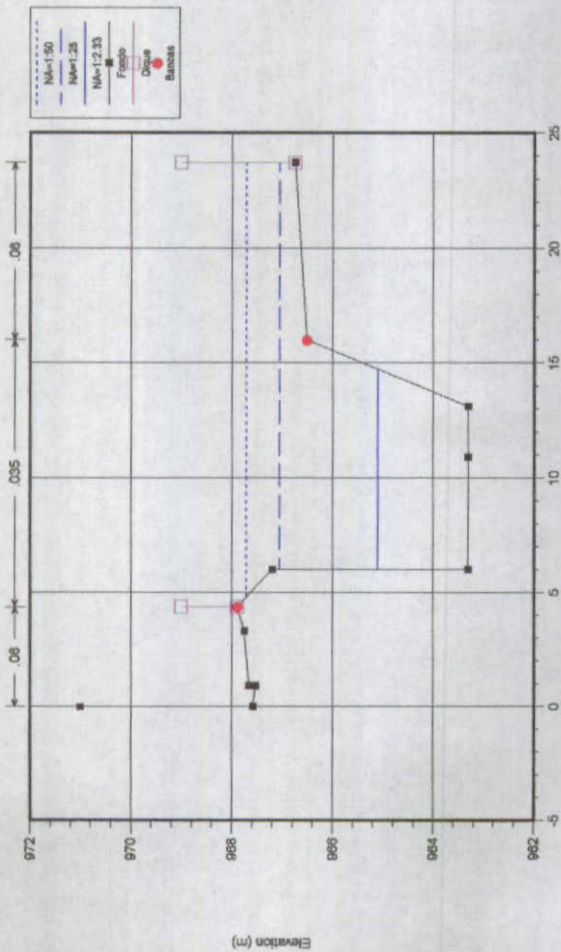
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Intermedia Riv Sta = 23 HIDROESTUDIOS LTDA.



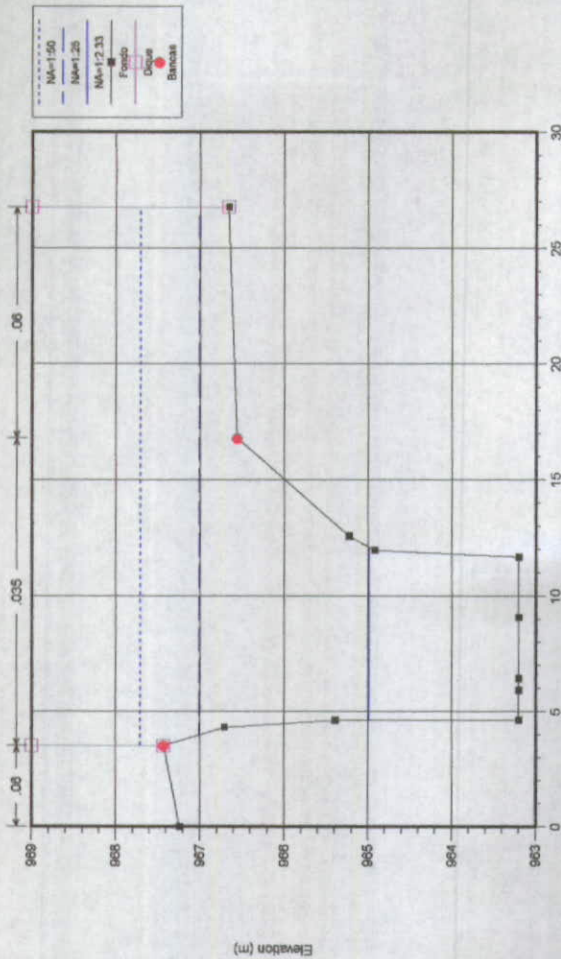
Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Intermedia Riv Sta = 21 HIDROESTUDIOS LTDA.



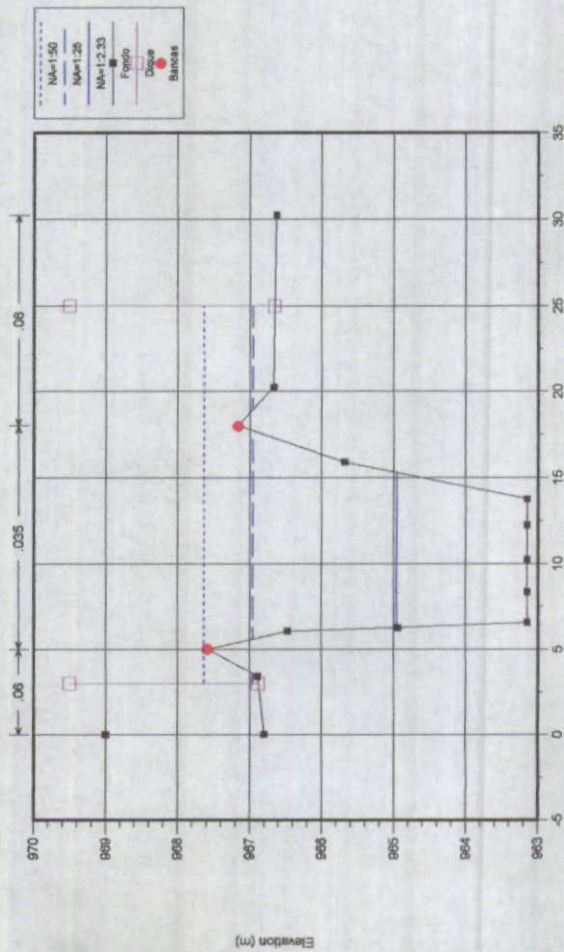
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Riv Sta = 19 HIDROESTUDIOS LTDA.



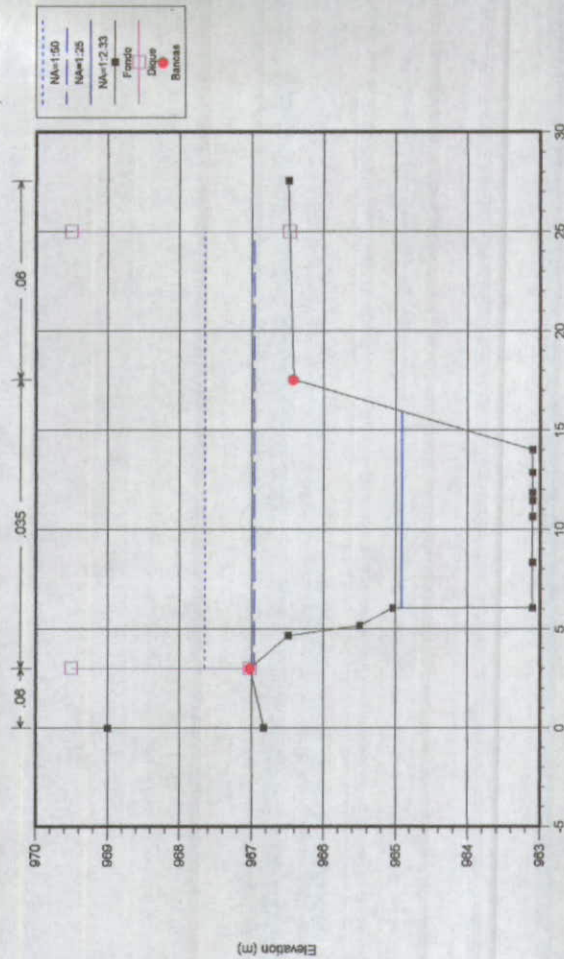
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Riv Sta = 17 HIDROESTUDIOS LTDA.



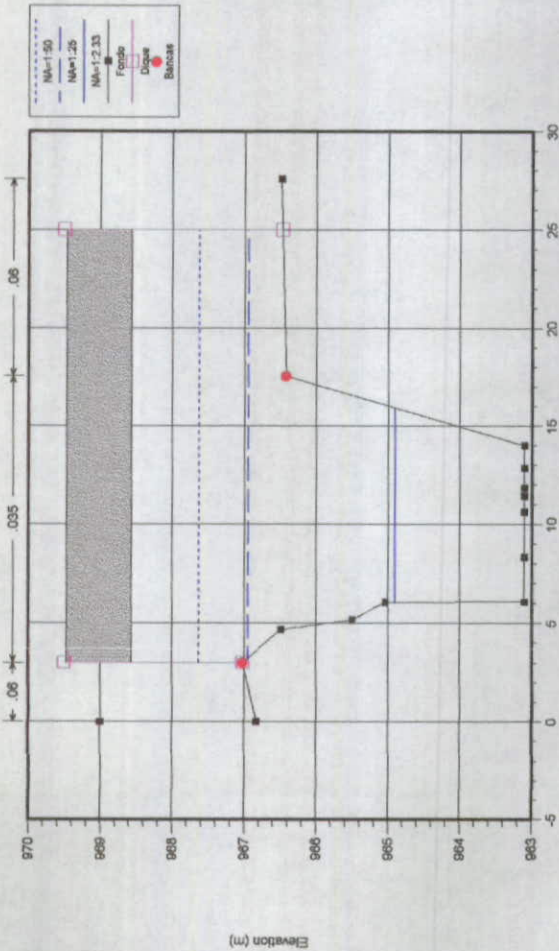
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Riv Sta = 15 HIDROESTUDIOS LTDA.



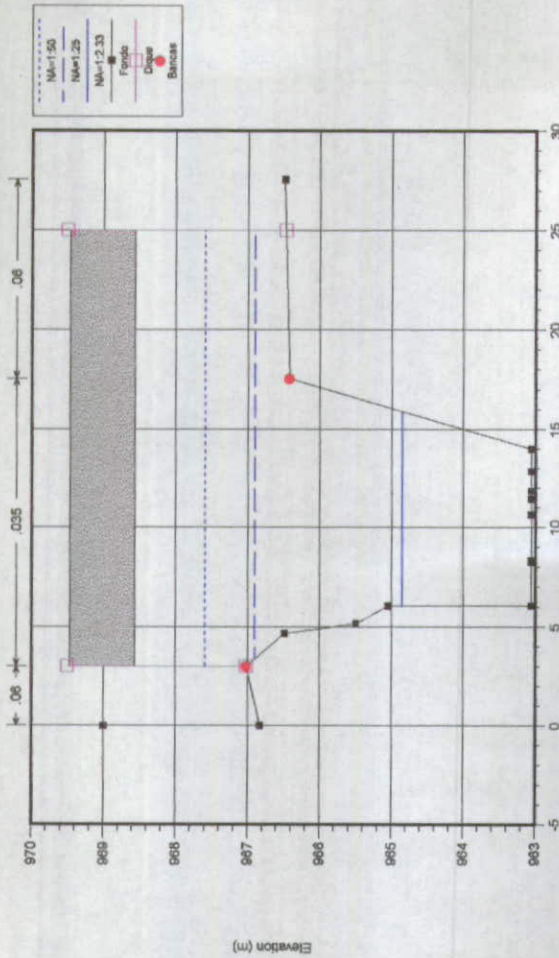
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
P. Psotonal (Inic. aprox. muro caído) Riv Sta = 13 HIDROESTUDIOS LTDA.



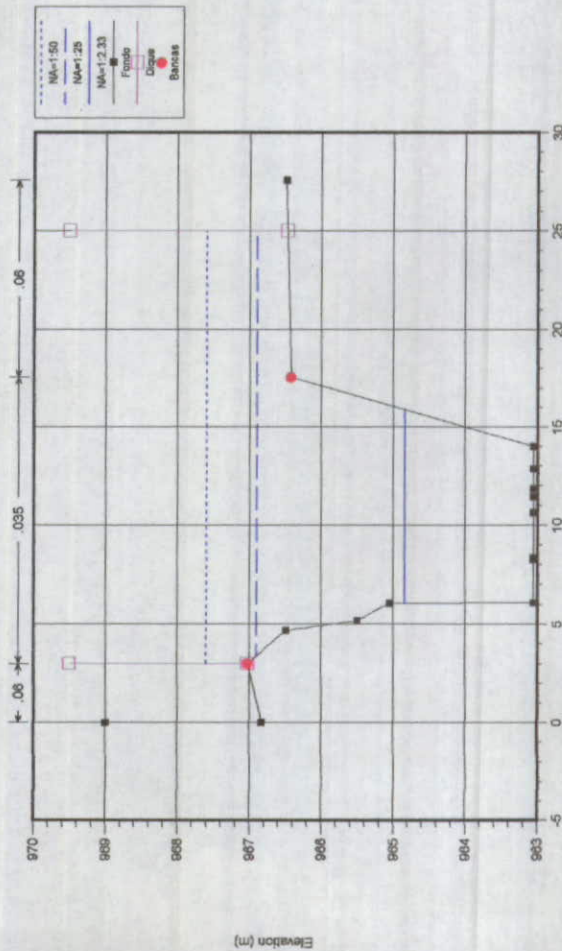
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali - Alt #6
Upstream Inside Puente postional modificado Riv Sta = 12.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



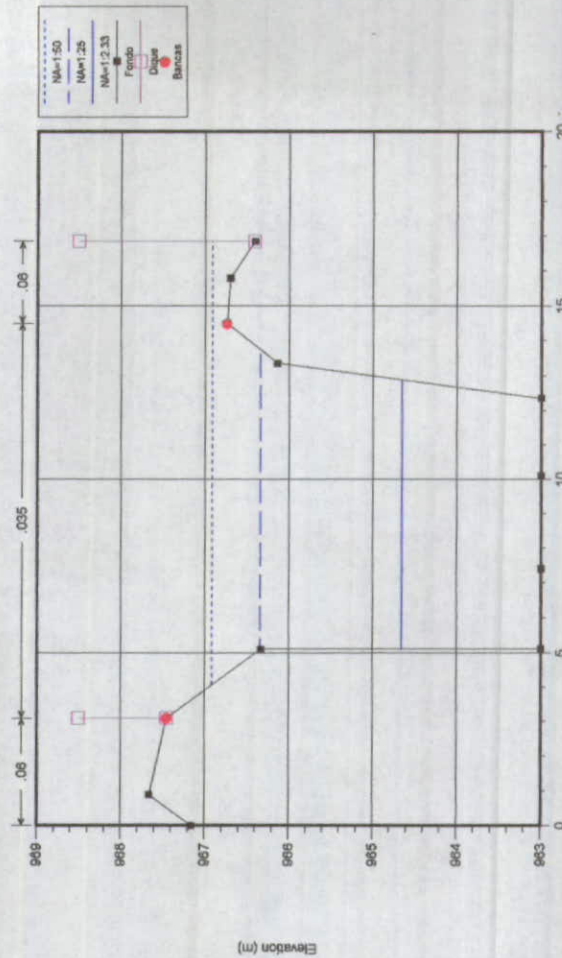
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali - Alt #6
Downstream Inside Puente postional modificado Riv Sta = 12.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



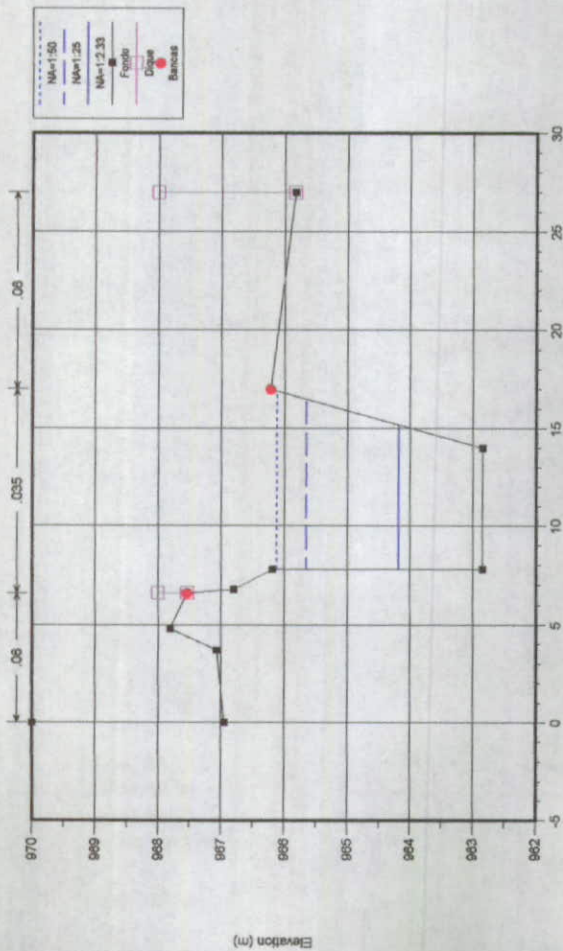
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali - Alt #6
Ag. Ab. P. Psatnal Riv Sta = 12.2 HIDROESTUDIOS LTDA.



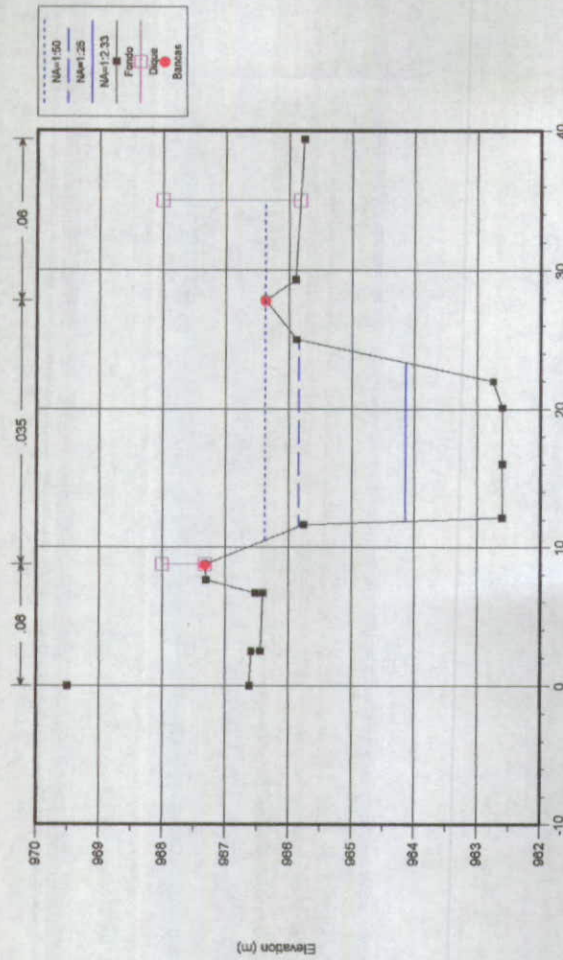
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali - Alt #6
Fin muro caldo Riv Sta = 11 HIDROESTUDIOS LTDA.



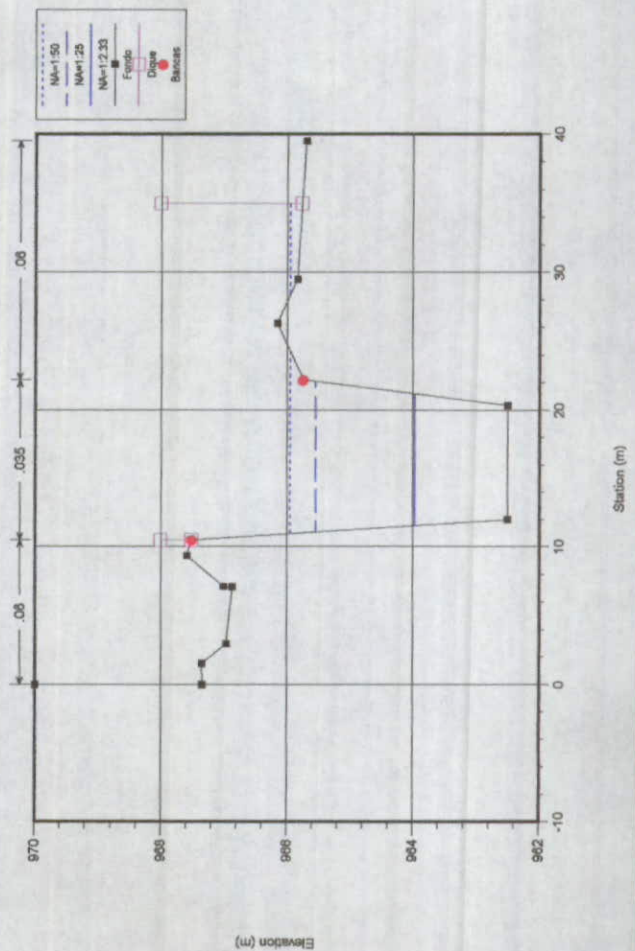
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Intermedia Rv Sta = 9 HIDROESTUDIOS LTDA.



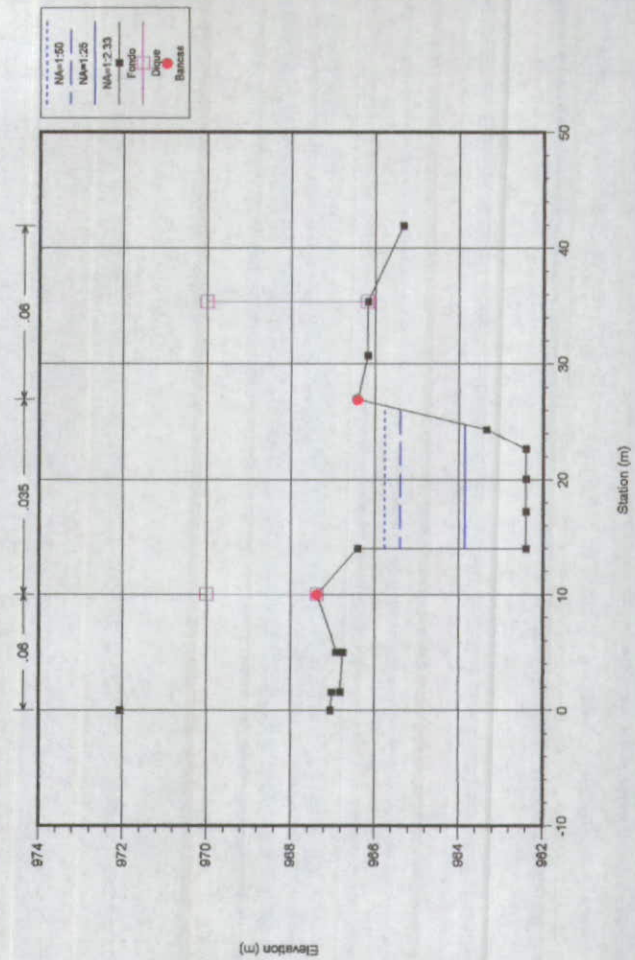
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Intermedia (chapaleta 18) Rv Sta = 8 HIDROESTUDIOS LTDA.



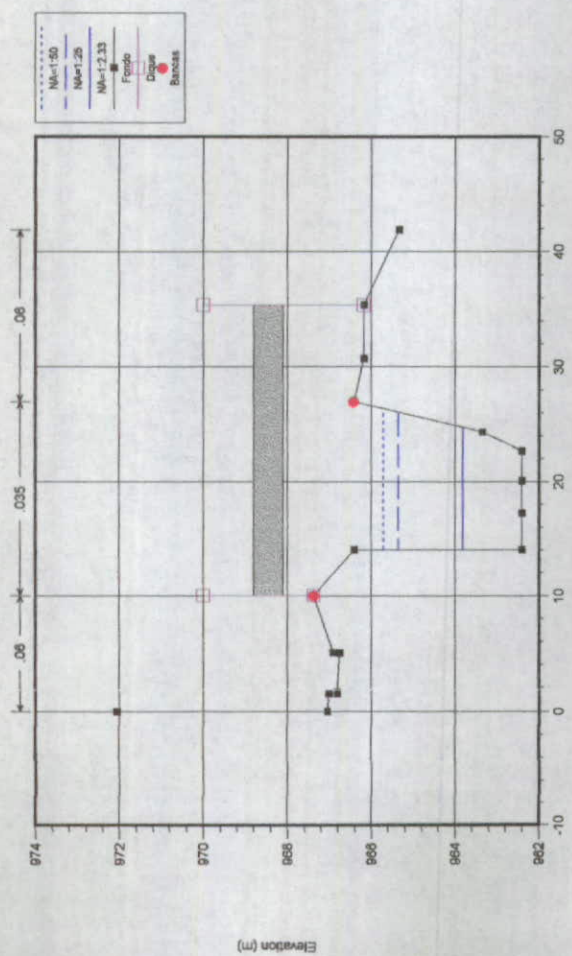
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Aguas arriba paso acueducto Rv Sta = 7 HIDROESTUDIOS LTDA.



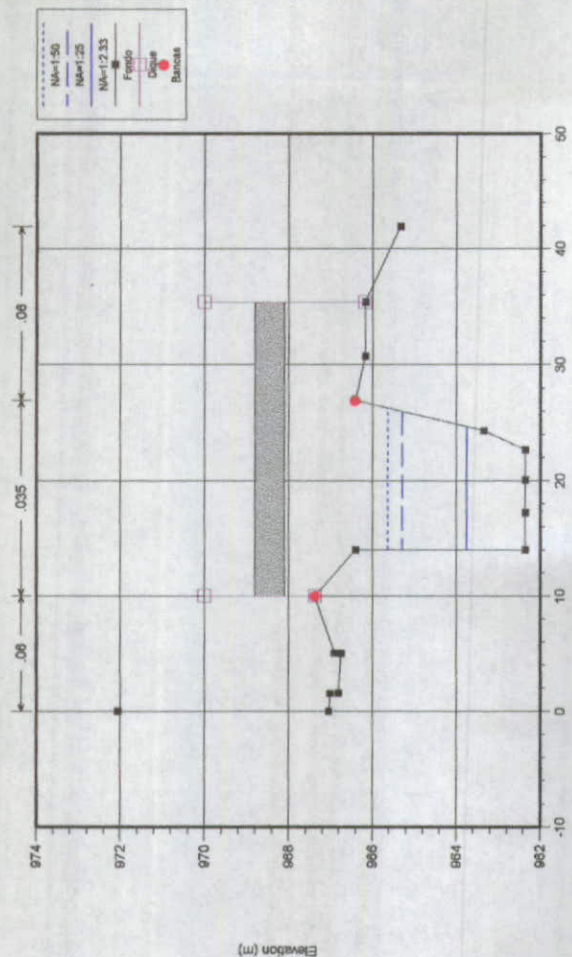
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Ag Arr. Viaducto Rv Sta = 6 HIDROESTUDIOS LTDA.



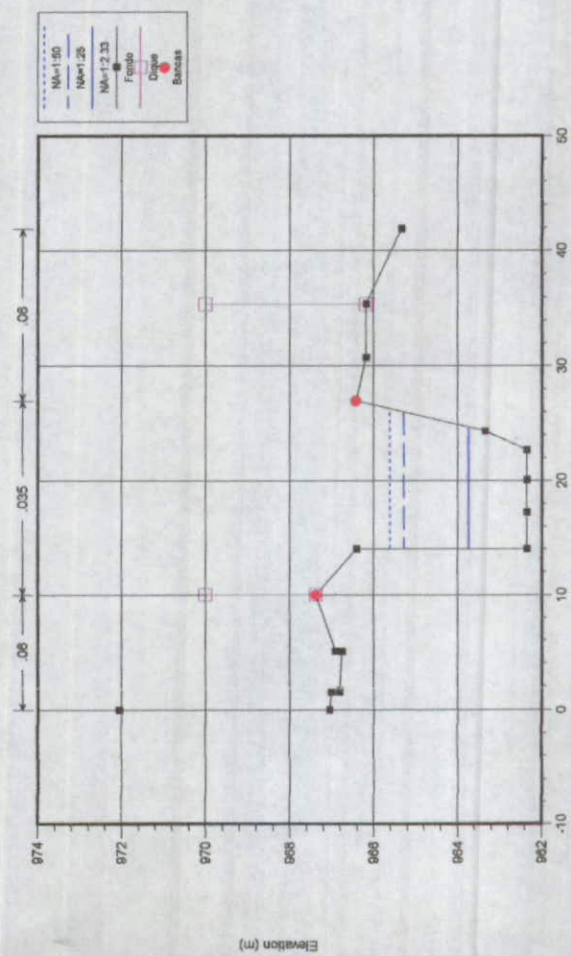
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt. #6
Upstream Inside Viaducto (eg. arr. via férrea) Riv Sta = 5.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



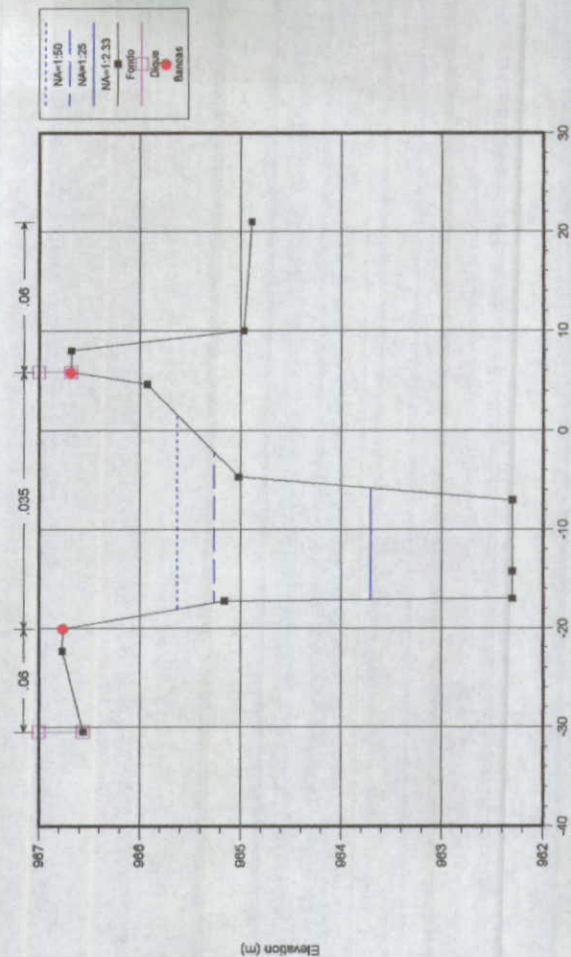
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt. #8
Downstream Inside Viaducto (eg. arr. via férrea) Riv Sta = 5.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



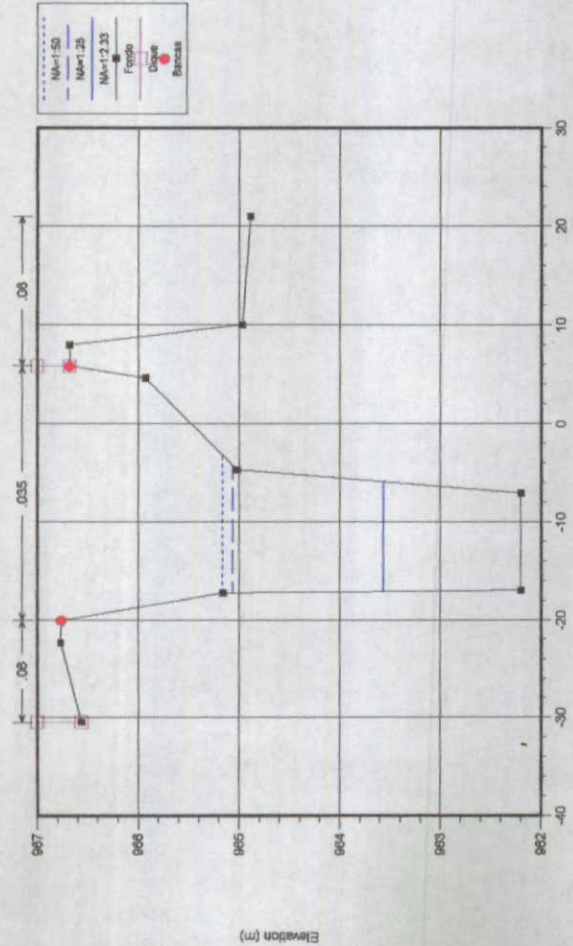
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt. #6
Ag. Ab. Viaducto Riv Sta = 5 HIDROESTUDIOS LTDA.



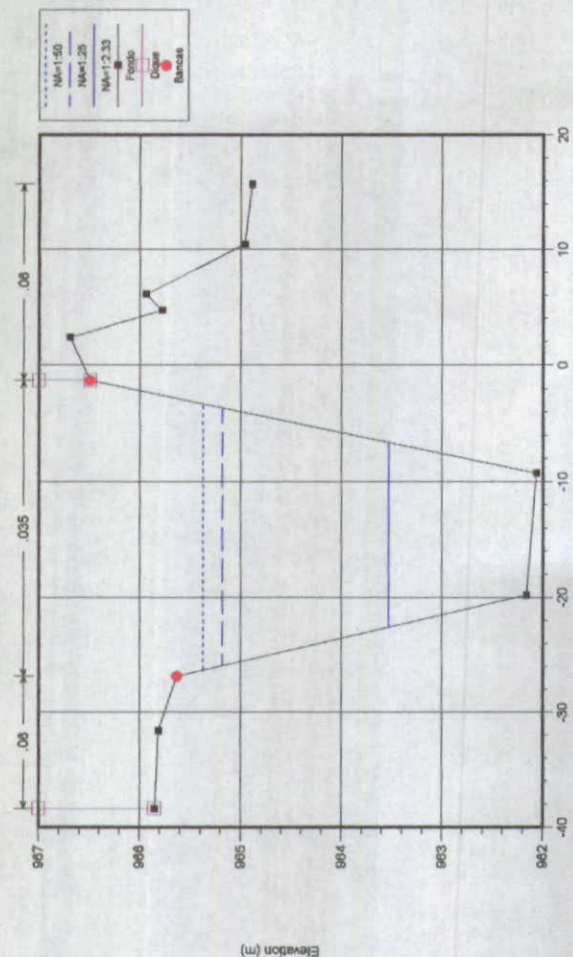
Lili-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt. #8
Ag. Ar. Puente ferroviario Riv Sta = 4 HIDROESTUDIOS LTDA.



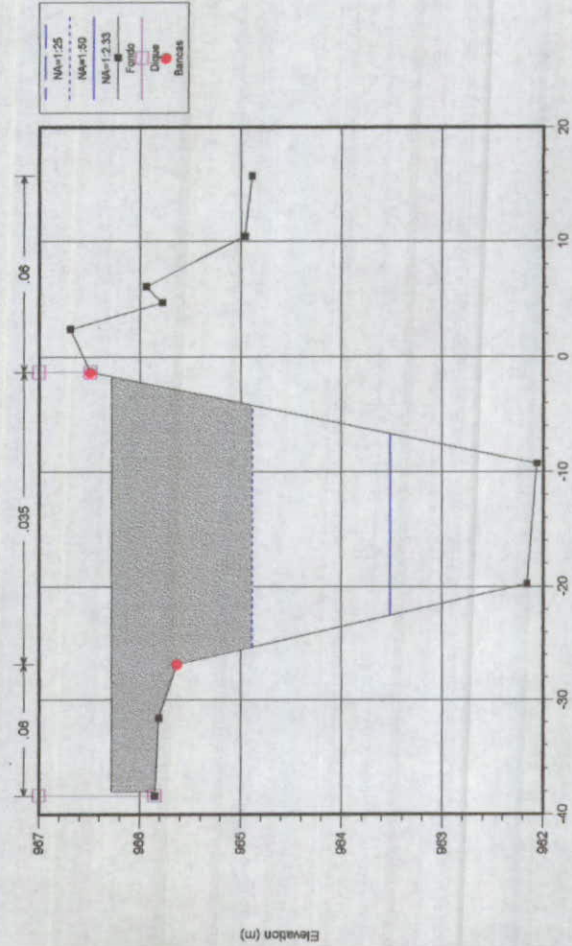
Lili-Control inundaciones-resante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Ag Ab Puerto ferrocarril Riv Sta = 3 HIDROESTUDIOS LTDA.



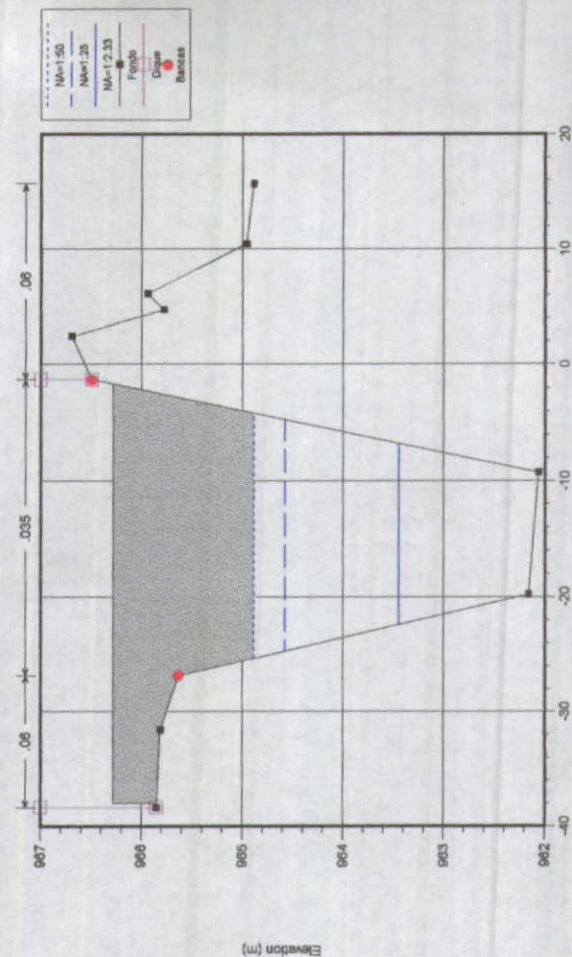
Lili-Control inundaciones-resante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Ag Ar. Puente S Bolivar Riv Sta = 2 HIDROESTUDIOS LTDA.



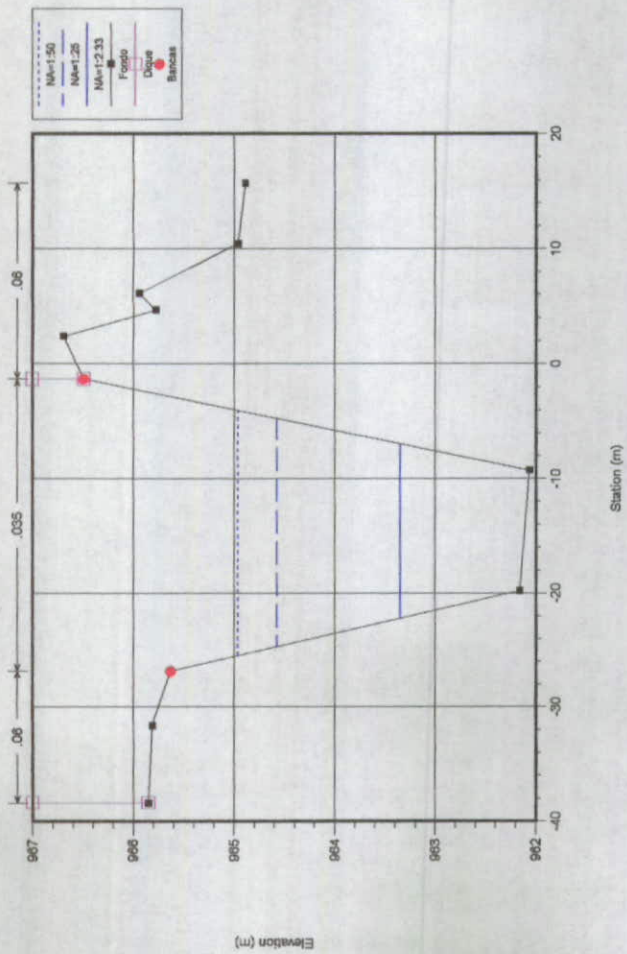
Lili-Control inundaciones-resante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Upstream inside Puente Via Jamundi Riv Sta = 1.5 HIDROESTUDIOS LTDA.



Lili-Control inundaciones-resante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
Downstream inside Puente Via Jamundi Riv Sta = 1.5 HIDROESTUDIOS LTDA.

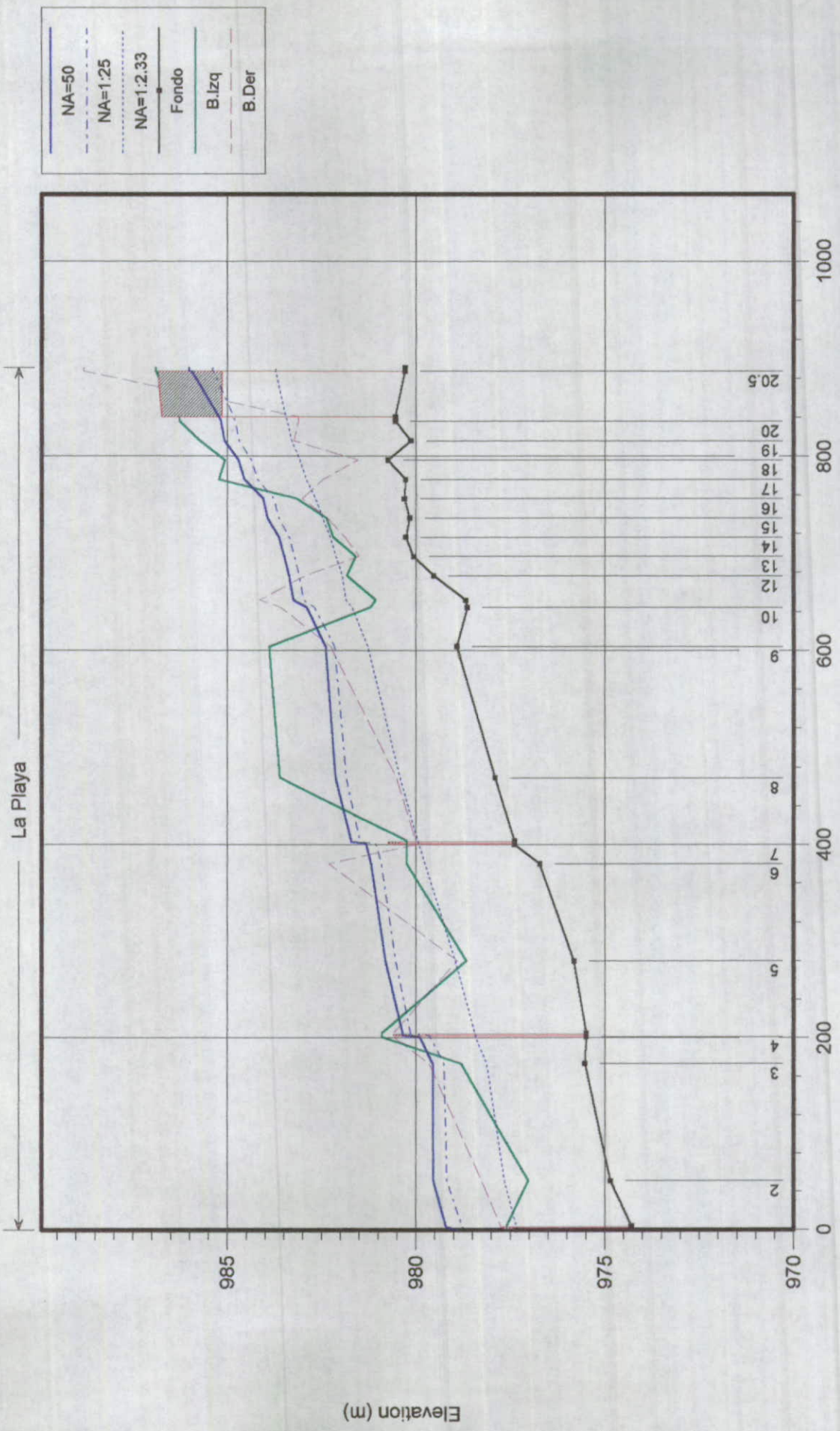


Liji-Control inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Ali #6
Ag. Ab. Puente S Bolívar Rv Sta = 1 HIDROESTUDIOS LTDA.



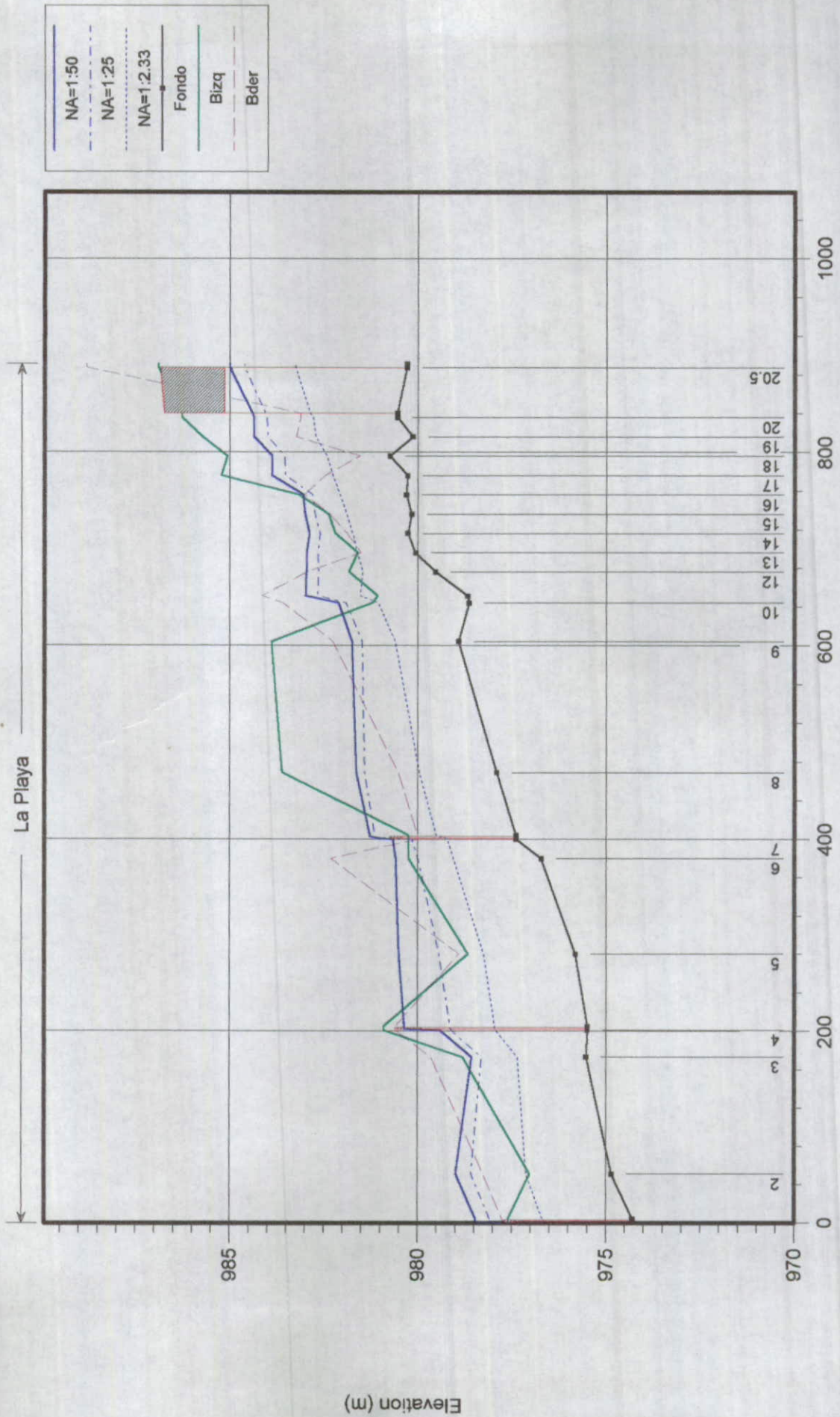
Control Inundaciones Barrio La Playa Plan: Río Meléndez -Alt # 1
HIDROESTUDIOS LTDA.

$n = 0.065$



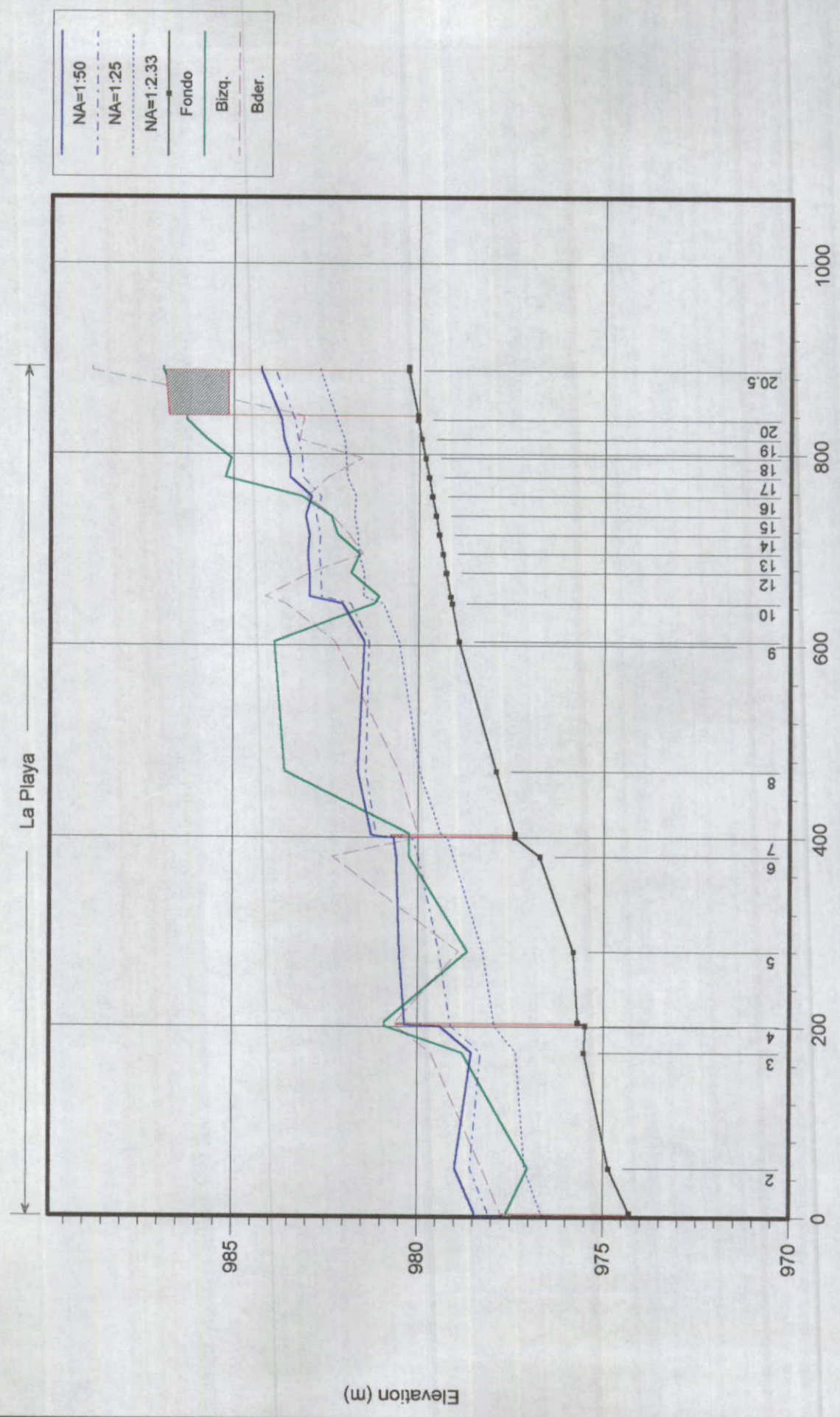
Main Channel Distance (m)

Control Inundaciones B/La Playa Plan: Río Meléndez - Calle 5 -Alt # 2
 η = 0.035
 HIDROESTUDIOS LTDA.



1 cm Horiz. = 60 m
 1 cm Vert. = 1.5 m

Protección inundaciones B/La Playa Plan: Perfiles diseño final - Alt # 3
HIDROESTUDIOS LTDA.



1 cm Horiz. = 60 m
1 cm Vert. = 1.5 m

HEC-RAS Plan: Final Reach: La Playa

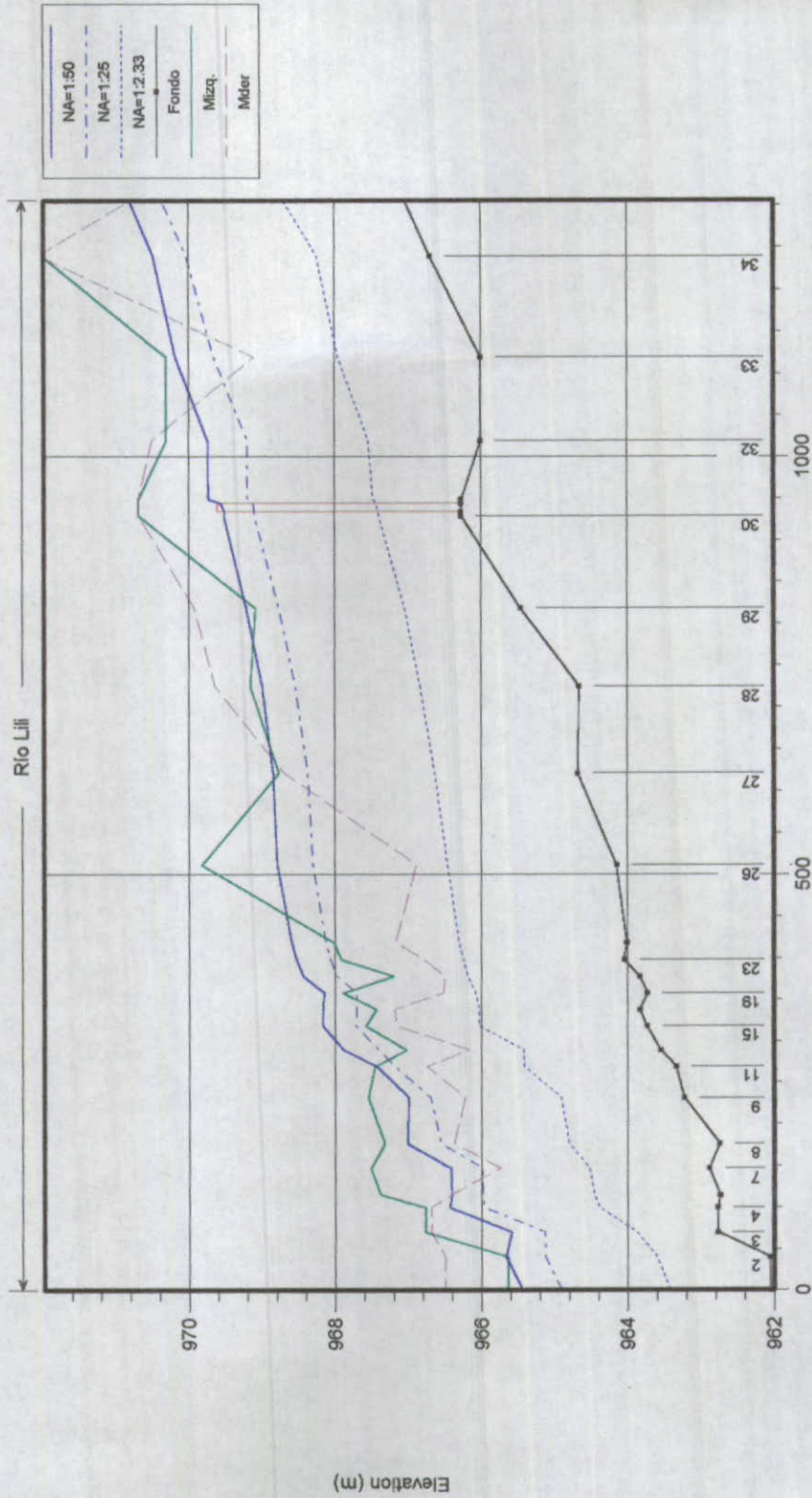
River Sta.	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
21	52.30	980.30	982.68	981.91	982.82	0.001969	1.87	31.26	19.29	0.42	3.50
21	119.30	980.30	983.88	982.63	984.12	0.001742	2.19	54.41	19.30	0.42	3.50
21	141.30	980.30	984.27	982.82	984.53	0.001627	2.28	61.90	19.30	0.41	3.50
20.5	52.30		982.68		982.82						
20.5	119.30		983.88		984.12						
20.5	141.30		984.27		984.53						
20	52.30	980.04	982.21	981.68	982.52	0.004757	2.48	21.11	13.01	0.62	20.00
20	119.30	980.04	983.35	982.65	983.89	0.004850	3.25	36.74	13.84	0.64	20.00
20	141.30	980.04	983.72	982.88	984.30	0.004672	3.38	41.79	13.84	0.62	20.00
19	52.30	979.94	982.01	981.66	982.39	0.006249	2.75	19.05	12.92	0.72	20.00
19	119.30	979.94	983.26	982.62	983.79	0.004828	3.20	37.30	15.90	0.67	20.00
19	141.30	979.94	983.65	982.87	984.19	0.004353	3.24	43.61	16.51	0.64	20.00
18	52.30	979.84	981.97	981.38	982.27	0.003994	2.40	21.82	12.20	0.57	20.00
18	119.30	979.84	983.15	982.34	983.69	0.004617	3.26	36.58	12.88	0.62	20.00
18	141.30	979.84	983.48	982.59	984.09	0.004727	3.46	40.87	13.07	0.62	20.00
17	52.30	979.74	981.93	981.19	982.18	0.003162	2.20	23.76	12.44	0.51	20.00
17	119.30	979.74	983.13	982.12	983.58	0.004035	2.97	40.22	15.04	0.58	20.00
17	141.30	979.74	983.48	982.44	983.97	0.003951	3.11	45.44	15.04	0.57	20.00
16	52.30	979.65	981.69	981.32	982.08	0.006533	2.75	19.01	11.90	0.69	20.00
16	119.30	979.65	982.64	982.26	983.43	0.008485	3.94	30.27	11.90	0.79	20.00
16	141.30	979.65	982.90	982.52	983.81	0.008957	4.23	33.38	11.90	0.81	20.00
15	52.30	979.55	981.73	980.96	981.95	0.002758	2.05	25.57	14.03	0.48	20.00
15	119.30	979.55	982.77	981.86	983.22	0.003724	2.96	40.32	14.21	0.56	20.00
15	141.30	979.55	983.06	982.08	983.58	0.003931	3.18	44.46	14.21	0.57	20.00
14	52.30	979.46	981.64	980.98	981.88	0.003259	2.17	24.05	13.94	0.53	20.00
14	119.30	979.46	982.66	981.89	983.14	0.004166	3.06	38.94	14.88	0.60	20.00
14	141.30	979.46	982.95	982.12	983.50	0.004282	3.26	43.30	14.88	0.61	20.00
13	52.30	979.36	981.62	980.89	981.81	0.002661	1.90	27.48	17.70	0.49	20.00
13	119.30	979.36	982.69	981.74	983.03	0.002792	2.57	46.39	17.70	0.51	20.00
13	141.30	979.36	983.00	981.94	983.38	0.002812	2.73	51.85	17.70	0.51	20.00
12	52.30	979.27	981.47	981.00	981.73	0.004751	2.25	23.24	17.69	0.63	25.00
12	119.30	979.27	982.63	981.87	982.97	0.003266	2.57	46.45	20.50	0.54	25.00
12	141.30	979.27	982.95	982.05	983.31	0.003054	2.66	53.02	20.50	0.53	25.00
11	52.30	979.15	981.49	980.62	981.62	0.001834	1.65	31.67	18.52	0.40	7.00
11	119.30	979.15	982.62	981.39	982.88	0.001980	2.24	53.23	19.32	0.43	7.00
11	141.30	979.15	982.94	981.59	983.23	0.002008	2.38	59.39	19.54	0.44	7.00
10	52.30	979.11	980.95	980.95	981.55	0.013310	3.43	15.24	12.88	1.01	40.00
10	119.30	979.11	981.83	981.82	982.78	0.012180	4.33	27.56	14.37	1.00	40.00
10	141.30	979.11	982.06	982.06	983.13	0.012037	4.58	30.95	14.46	1.00	40.00
9	52.30	978.92	980.52	980.18	980.88	0.006071	2.66	19.67	13.27	0.70	135.00
9	119.30	978.92	981.34	981.09	982.08	0.008679	3.81	31.29	15.69	0.86	135.00
9	141.30	978.92	981.46	981.37	982.38	0.010584	4.24	33.31	16.62	0.96	135.00
8	52.30	977.91	979.95	979.45	980.14	0.004255	1.92	27.27	24.08	0.58	65.00
8	119.30	977.91	981.41	980.19	981.55	0.001226	1.70	90.66	58.39	0.34	65.00
8	141.30	977.91	981.63	980.35	981.78	0.001246	1.81	103.48	58.46	0.35	65.00

708

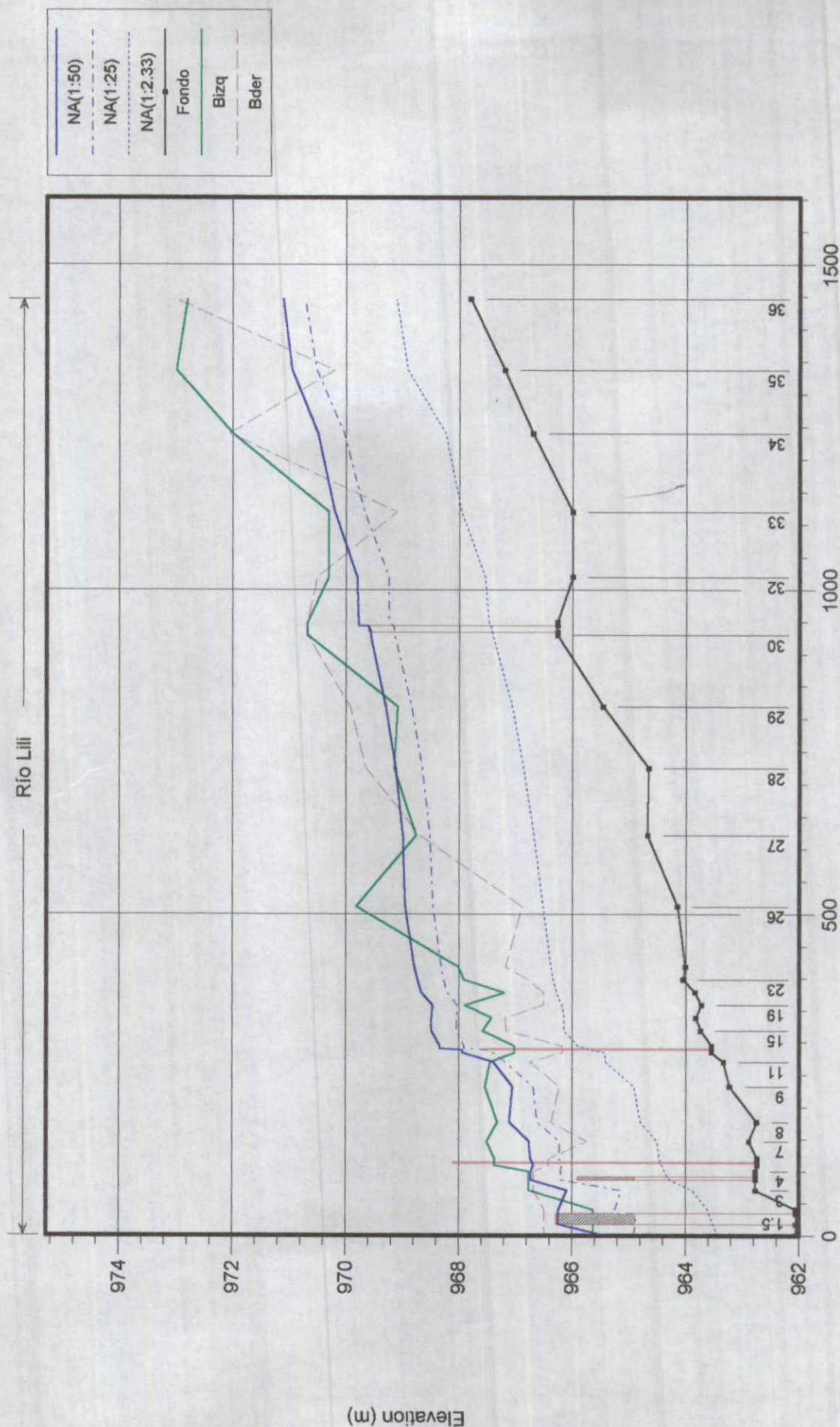
HEC-RAS Plan: Final Reach: La Playa (continued)

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
7.8	52.30	977.40	979.39	979.21	979.75	0.008017	2.68	19.55	17.70	0.80	1.00
7.8	119.30	977.40	981.14	979.95	981.43	0.001891	2.41	49.46	27.00	0.45	1.00
7.8	141.30	977.40	981.27	980.15	981.65	0.002284	2.73	51.73	27.00	0.50	1.00
7.5	52.30		979.39		979.75						
7.5	119.30		981.14		981.43						
7.5	141.30		981.27		981.65						
7	52.30	977.40	979.21	979.20	979.72	0.013317	3.18	16.53	16.43	1.01	20.00
7	119.30	977.40	980.15	979.95	980.83	0.007623	3.66	32.56	23.23	0.85	20.00
7	141.30	977.40	980.65	980.15	981.25	0.004883	3.43	41.19	27.00	0.71	20.00
6	52.30	976.73	979.05	978.80	979.47	0.008117	2.86	18.28	13.48	0.78	100.00
6	119.30	976.73	979.99	979.74	980.66	0.008659	3.63	32.89	17.58	0.85	100.00
6	141.30	976.73	980.59	979.99	981.12	0.005152	3.22	43.95	20.21	0.67	100.00
5	52.30	975.82	978.25	977.96	978.68	0.007595	2.92	17.90	12.25	0.77	75.00
5	119.30	975.82	979.43	979.04	979.96	0.005210	3.30	42.20	29.98	0.69	75.00
5	141.30	975.82	980.49	979.29	980.76	0.001712	2.44	79.55	40.06	0.42	75.00
4.8	52.30	975.50	977.95	977.38	978.24	0.003894	2.40	21.76	13.04	0.59	1.00
4.8	119.30	975.50	979.12	978.34	979.61	0.003893	3.10	38.47	15.79	0.63	1.00
4.8	141.30	975.50	980.35	978.61	980.64	0.001515	2.39	59.00	20.07	0.41	1.00
4.5	52.30		977.95		978.24						
4.5	119.30		979.12		979.61						
4.5	141.30		980.35		980.64						
4	52.30	975.50	977.93	977.37	978.23	0.004023	2.43	21.52	13.00	0.60	28.00
4	119.30	975.50	979.10	978.35	979.60	0.003975	3.12	38.19	15.75	0.64	28.00
4	141.30	975.50	979.40	978.61	979.95	0.003983	3.29	42.98	16.46	0.64	28.00
3	52.30	975.53	977.35	977.28	977.96	0.011166	3.47	15.07	10.79	0.94	122.00
3	119.30	975.53	978.30	978.30	979.28	0.011792	4.38	27.25	13.98	1.00	122.00
3	141.30	975.53	978.56	978.55	979.62	0.011544	4.58	30.88	14.40	1.00	122.00
2	52.30	974.86	977.11	976.53	977.25	0.002533	1.69	30.99	25.45	0.47	47.00
2	119.30	974.86	978.57	977.18	978.70	0.000961	1.62	93.16	61.92	0.32	47.00
2	141.30	974.86	978.99	977.38	979.10	0.000753	1.59	119.50	67.57	0.29	47.00
1.8	52.30	974.30	976.65	976.31	977.05	0.006506	2.78	18.83	13.14	0.72	1.00
1.8	119.30	974.30	978.08	977.29	978.58	0.003707	3.11	38.30	19.00	0.60	1.00
1.8	141.30	974.30	978.46	977.53	979.00	0.003384	3.24	43.57	19.00	0.59	1.00
1.5	52.30		976.65		977.05						
1.5	119.30		978.08		978.58						
1.5	141.30		978.46		979.00						
1	52.30	974.30	976.58	976.32	977.01	0.007502	2.91	17.95	12.89	0.77	
1	119.30	974.30	977.56	977.29	978.32	0.007513	3.85	30.98	16.63	0.83	
1	141.30	974.30	977.80	977.53	978.66	0.007502	4.12	34.31	18.33	0.84	

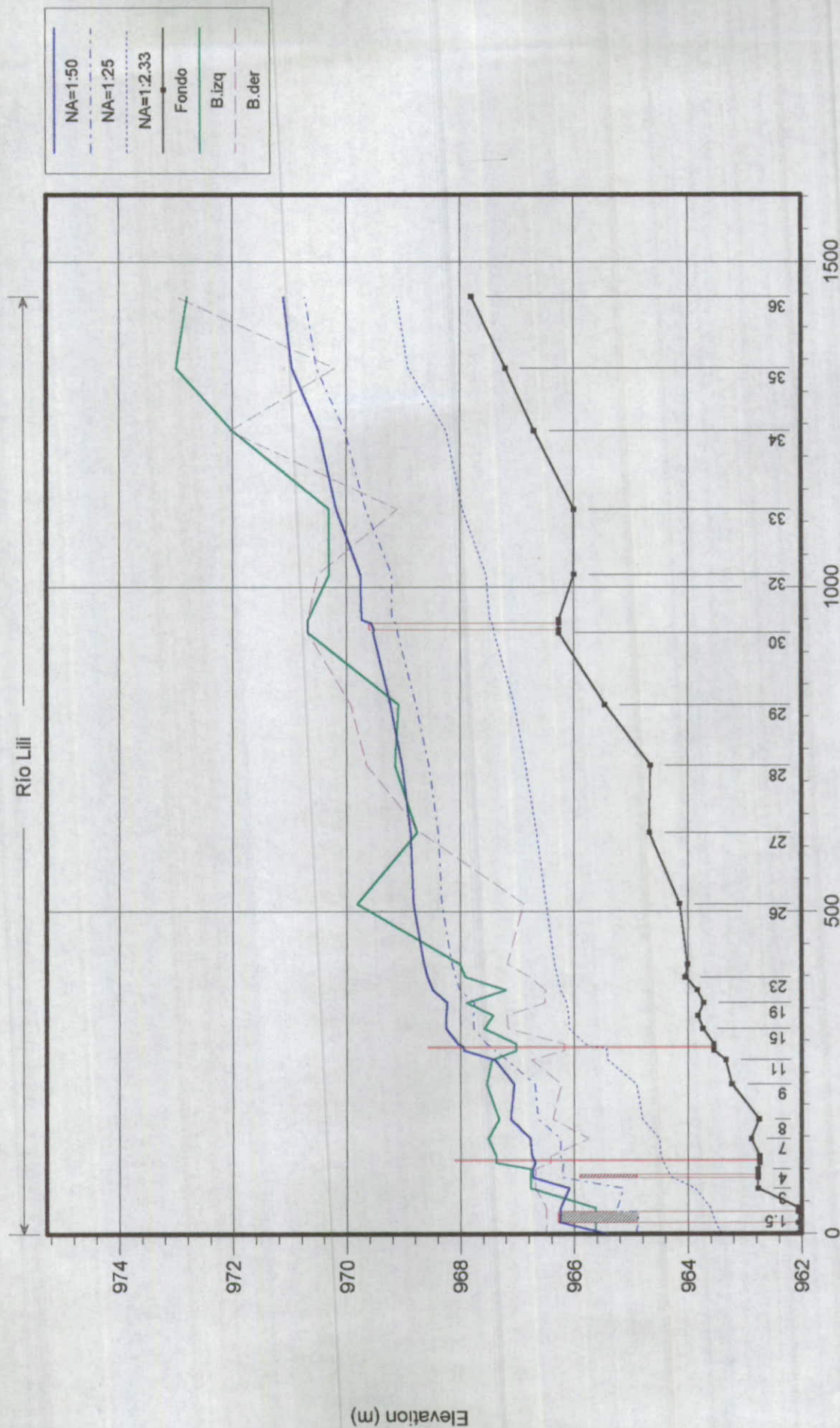
Protección inundaciones Valle del Lili Plan: Perfiles sin Obstáculos - Alt 1
HIDROESTUDIOS LTDA.



Protección Valle del Lili - alt2
Plan: Perfiles alt2
HIDROESTUDIOS LTDA.



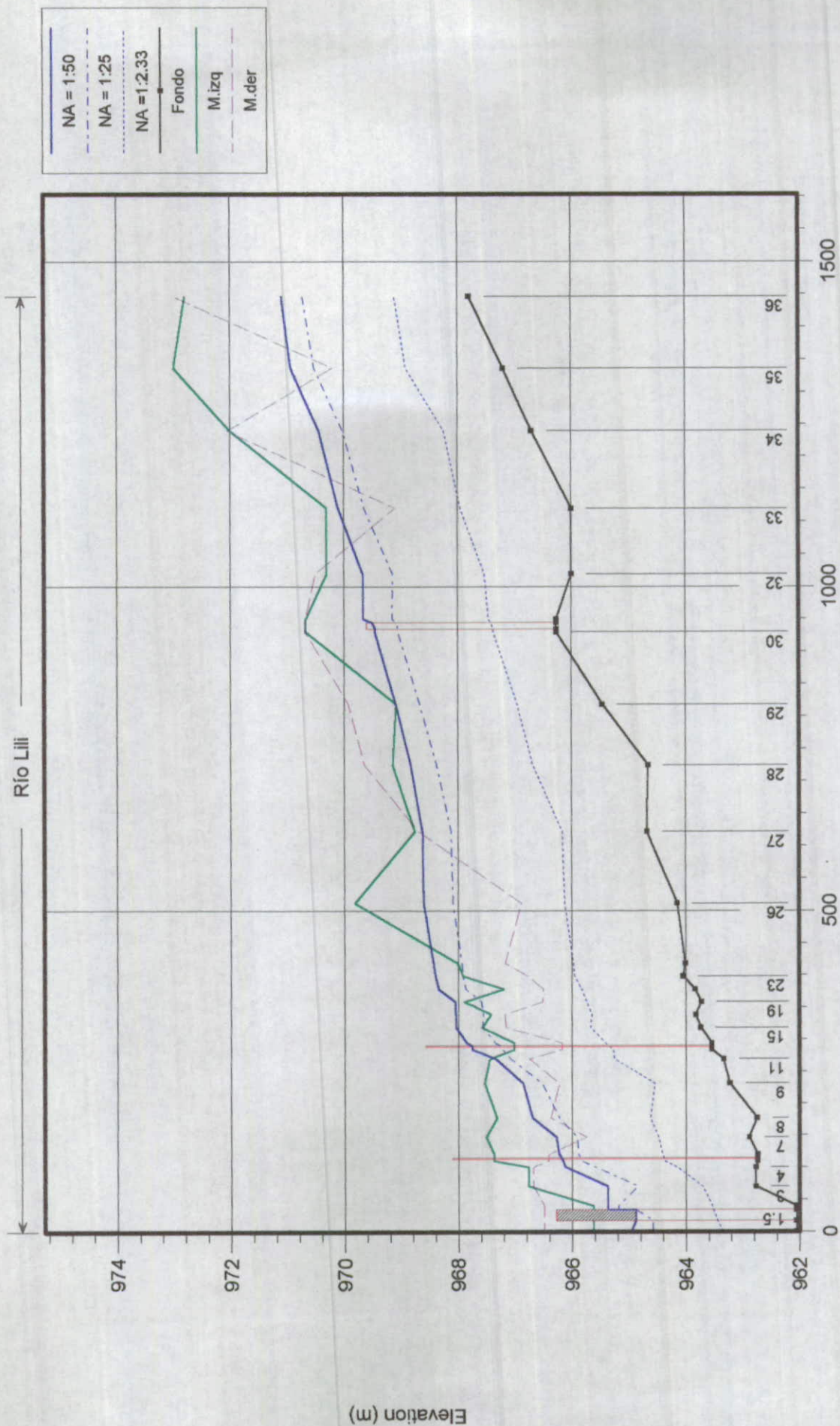
Protecc. inundac. Lili-Elevac. P. Peatonal Plan: Perfiles P. Peat. modificado - Alt 3
HIDROESTUDIOS LTDA.



1 cm Horiz. = 90 m
1 cm Vert. = 1 m

Main Channel Distance (m)

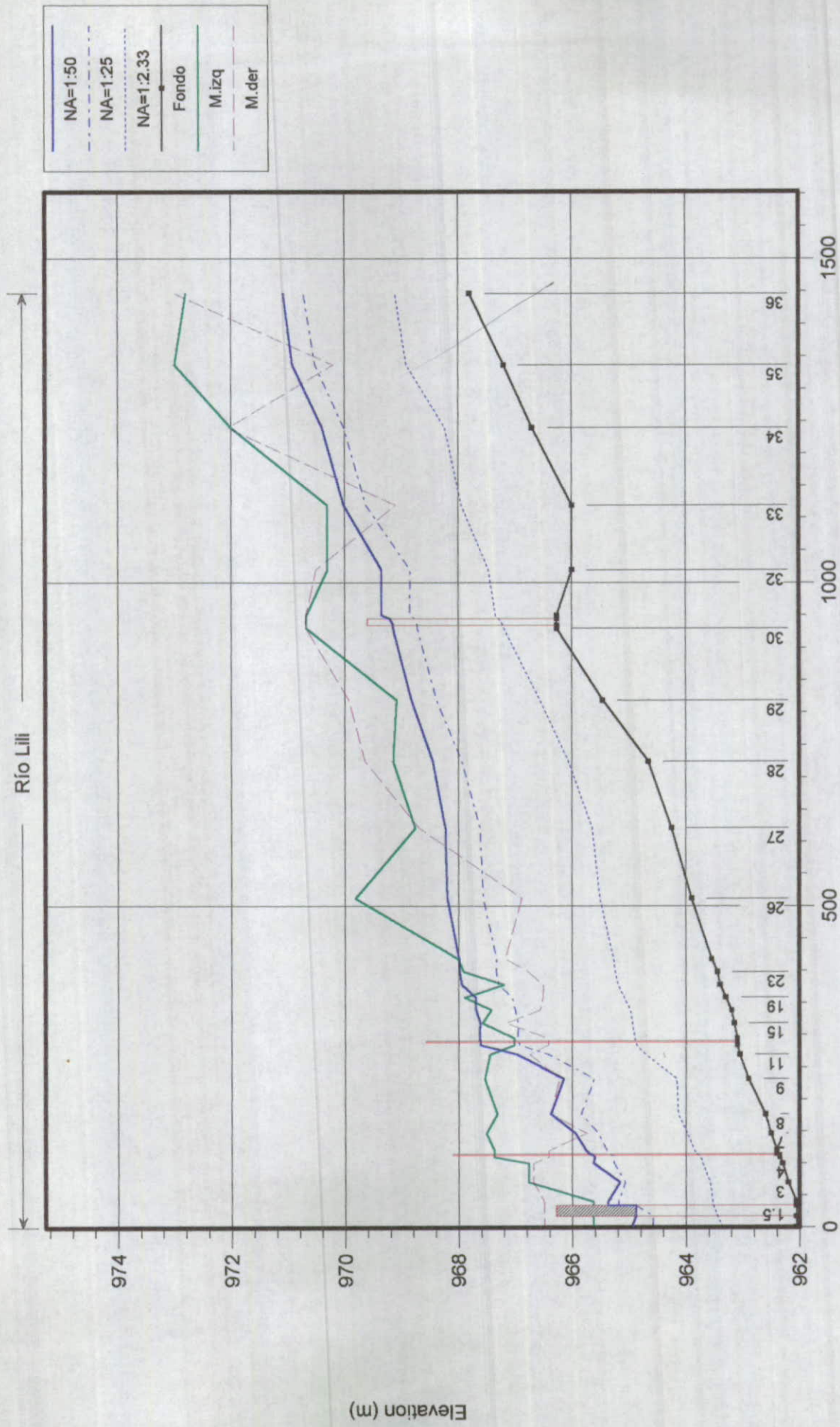
B/Valle Lili - Protección inundaciones Plan: Perfiles diseño-secc. modif. -Alt #4
HIDROESTUDIOS LTDA.



Main Channel Distance (m)

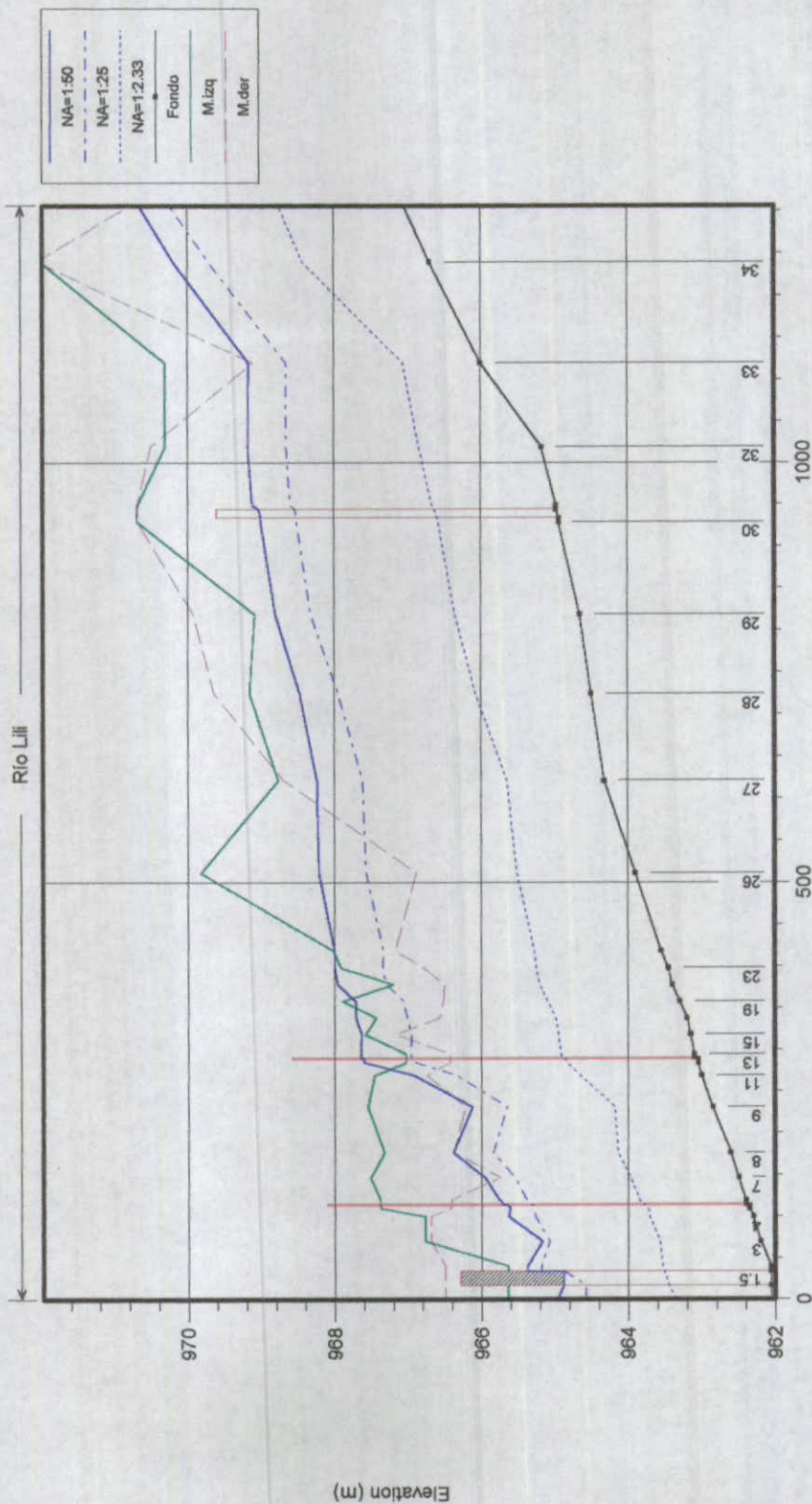
1 cm Horiz. = 90 m
1 cm Vert. = 1 m

Valle Lili-Control inund. alt5 Plan: Perfiles secciones ampliadas - Alt #5
HIDROESTUDIOS LTDA.



1 cm Horiz. = 90 m
1 cm Vert. = 1 m

Lili-Control Inundaciones-rasante Emcali Plan: Perfiles rasante Emcali - Alt #6
 HIDROESTUDIOS LTDA.



HEC-RAS Plan: Emcall Reach: Rio Lili

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
	19.61	967.80	969.10		969.17	0.001707	1.23	15.91	14.05	0.37	110.00
	74.06	967.80	970.70		970.84	0.001505	1.64	45.05	23.11	0.38	110.00
36	99.82	967.80	971.04		971.22	0.001696	1.88	53.15	24.37	0.41	110.00
35	19.61	967.20	968.89		968.98	0.001746	1.31	14.99	12.03	0.37	97.00
35	74.06	967.20	970.47		970.62	0.002745	1.74	48.87	50.84	0.46	97.00
35	99.82	967.20	970.87		971.00	0.001960	1.72	69.80	56.07	0.42	97.00
34	19.61	966.70	968.42	968.16	968.65	0.006290	2.11	9.29	9.60	0.68	120.00
34	74.06	966.70	969.71		970.14	0.006852	2.90	25.58	17.48	0.76	120.00
34	99.82	966.70	970.19		970.61	0.005597	2.90	34.46	20.25	0.71	120.00
33	19.61	966.00	967.06	967.06	967.50	0.014436	2.95	6.65	7.58	1.01	100.00
33	74.06	966.00	968.65	968.31	969.24	0.007349	3.39	21.84	11.47	0.78	100.00
33	99.82	966.00	969.16	968.73	969.81	0.006802	3.57	27.96	12.65	0.77	100.00
32	19.61	965.17	966.84	965.97	966.90	0.001132	1.11	17.66	13.21	0.31	70.00
32	74.06	965.17	968.65	966.98	968.78	0.001121	1.57	47.11	20.33	0.33	70.00
32	99.82	965.17	969.17	967.33	969.32	0.001212	1.69	59.19	24.47	0.35	70.00
31	19.61	964.97	966.68	966.02	966.77	0.002765	1.44	13.63	13.55	0.46	5.00
31	74.06	964.97	968.59	967.12	968.69	0.000904	1.41	52.70	20.45	0.28	5.00
31	99.82	964.97	969.11	967.36	969.23	0.000946	1.58	63.20	20.45	0.29	5.00
30.5	19.61		966.66		966.77						
30.5	74.06		968.59		968.69						
30.5	99.82		969.11		969.23						
30	19.61	964.94	966.58	965.99	966.70	0.003345	1.54	12.70	13.04	0.50	111.00
30	74.06	964.94	968.51	967.10	968.61	0.000993	1.45	51.14	20.45	0.29	111.00
30	99.82	964.94	969.00	967.35	969.13	0.001044	1.63	61.18	20.45	0.30	111.00
29	19.61	964.65	966.35	965.51	966.43	0.001426	1.24	15.79	11.28	0.34	94.00
29	74.06	964.65	968.32	966.61	968.46	0.001436	1.69	43.73	19.63	0.36	94.00
29	99.82	964.65	968.80	966.99	968.97	0.001608	1.84	54.36	23.88	0.38	94.00
28	19.61	964.50	966.07	965.48	966.23	0.003294	1.78	11.02	7.92	0.48	103.00
28	74.06	964.50	967.94	966.78	968.23	0.004532	2.35	31.46	20.00	0.60	103.00
28	99.82	964.50	968.47	967.27	968.75	0.003448	2.35	42.40	22.02	0.54	103.00
27	19.61	964.32	965.65	965.25	965.83	0.004487	1.91	10.29	9.25	0.58	110.00
27	74.06	964.32	967.61	966.45	967.84	0.002931	2.10	35.26	19.82	0.50	110.00
27	99.82	964.32	968.23	966.84	968.45	0.002205	2.04	48.91	23.34	0.45	110.00
26	19.61	963.90	965.51	964.66	965.58	0.001123	1.11	17.61	12.86	0.30	93.00
26	74.06	963.90	967.56	965.65	967.66	0.000721	1.40	64.00	37.44	0.27	93.00
26	99.82	963.90	968.20	966.00	968.29	0.000613	1.43	88.30	38.62	0.25	93.00
25	26.20	963.55	965.27	964.57	965.41	0.002378	1.65	15.86	10.74	0.43	20.00
25	89.90	963.55	967.33	965.75	967.54	0.001766	2.08	48.89	27.54	0.40	20.00
25	118.30	963.55	968.00	966.15	968.20	0.001397	2.06	67.42	28.18	0.38	20.00
23	26.20	963.45	965.25	964.46	965.36	0.001875	1.49	17.62	12.14	0.39	20.00
23	89.90	963.45	967.34	965.60	967.50	0.001180	1.81	53.47	24.81	0.34	20.00
23	118.30	963.45	967.99	965.97	968.16	0.001022	1.88	70.04	25.47	0.32	20.00
21	26.20	963.40	965.20	964.45	965.32	0.002095	1.56	16.84	11.71	0.41	20.00
21	89.90	963.40	967.29	965.61	967.47	0.001247	1.89	51.83	23.20	0.35	20.00
21	118.30	963.40	967.95	966.00	968.14	0.001114	1.99	67.04	23.20	0.33	20.00

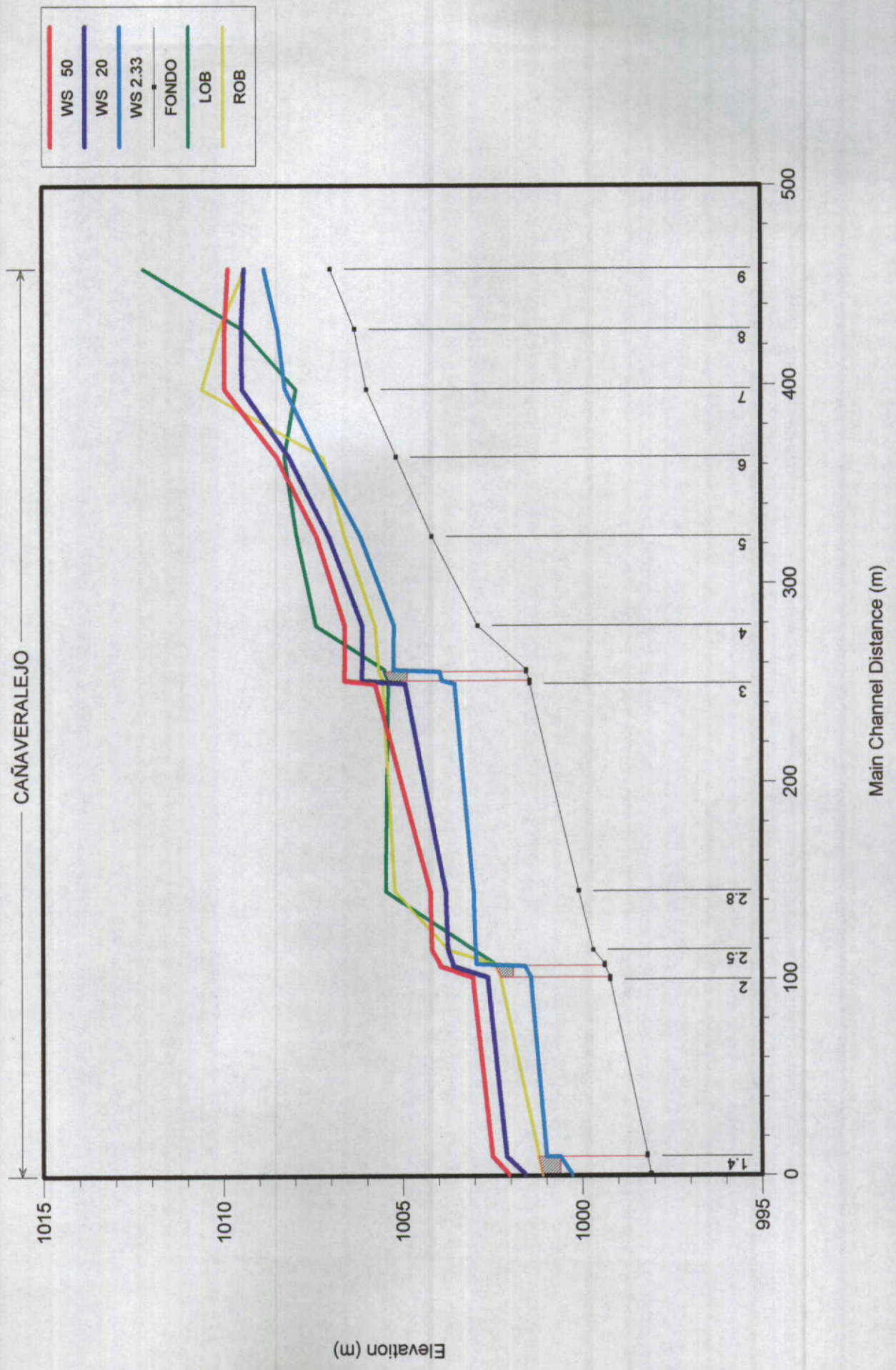
HEC-RAS Plan: Emcall Reach: Rio Lili (continued)

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
19	26.20	963.30	965.09	964.39	965.27	0.003088	1.85	14.18	8.72	0.46	20.00
19	89.90	963.30	967.06	965.70	967.42	0.003142	2.68	36.17	17.70	0.47	20.00
19	118.30	963.30	967.71	966.15	968.09	0.002978	2.79	48.14	18.93	0.47	20.00
17	26.20	963.20	964.98	964.31	965.20	0.003991	2.04	12.85	7.47	0.50	20.00
17	89.90	963.20	967.01	965.83	967.34	0.003503	2.59	37.86	22.78	0.51	20.00
17	118.30	963.20	967.71	966.33	968.01	0.002593	2.53	54.05	23.25	0.45	20.00
15	26.20	963.15	964.95	964.22	965.11	0.002821	1.79	14.62	9.03	0.45	24.00
15	89.90	963.15	966.95	965.51	967.28	0.002934	2.54	36.78	18.68	0.48	24.00
15	118.30	963.15	967.63	965.98	967.96	0.002518	2.59	50.90	22.00	0.45	24.00
13	26.20	963.10	964.91	964.11	965.04	0.002275	1.62	16.13	9.88	0.41	4.00
13	89.90	963.10	966.96	965.36	967.19	0.001975	2.16	44.63	21.81	0.41	4.00
13	118.30	963.10	967.65	965.78	967.88	0.001633	2.21	59.73	22.00	0.38	4.00
12.5	26.20		964.91		965.04						
12.5	89.90		966.96		967.19						
12.5	118.30		967.65		967.88						
12.2	26.20	963.05	964.84	964.06	964.97	0.002384	1.65	15.87	9.83	0.41	15.00
12.2	89.90	963.05	966.89	965.31	967.13	0.002045	2.19	43.70	21.61	0.41	15.00
12.2	118.30	963.05	967.59	965.74	967.83	0.001681	2.23	59.03	22.00	0.38	15.00
11	26.20	963.05	964.65	964.14	964.89	0.004887	2.18	12.01	7.76	0.56	38.00
11	89.90	963.05	966.34	965.51	966.97	0.006882	3.51	25.62	8.65	0.65	38.00
11	118.30	963.05	966.91	965.99	967.64	0.007393	3.79	31.76	12.79	0.70	38.00
9	26.20	962.85	964.18	964.03	964.61	0.010708	2.90	9.04	7.38	0.84	54.60
9	89.90	962.85	965.65	965.45	966.60	0.011867	4.32	20.82	8.69	0.89	54.60
9	118.30	962.85	966.12	965.97	967.24	0.012389	4.72	26.02	16.42	0.91	54.60
8	26.20	962.60	964.14	963.50	964.27	0.002526	1.63	16.09	11.43	0.44	30.00
8	89.90	962.60	965.84	964.59	966.14	0.002622	2.42	37.20	14.78	0.46	30.00
8	118.30	962.60	966.38	964.97	966.71	0.002987	2.57	48.75	24.51	0.51	30.00
7	26.20	962.50	963.97	963.48	964.17	0.004062	1.99	13.18	9.62	0.54	27.00
7	89.90	962.50	965.54	964.68	966.02	0.004694	3.06	29.36	10.99	0.60	27.00
7	118.30	962.50	965.95	965.11	966.56	0.005296	3.48	34.98	19.82	0.64	27.00
6	28.90	962.40	963.85	963.40	964.06	0.004350	2.04	14.20	10.72	0.56	5.00
6	99.20	962.40	965.39	964.59	965.88	0.004878	3.12	31.77	12.06	0.61	5.00
6	130.00	962.40	965.75	965.00	966.41	0.005789	3.59	36.22	12.38	0.67	5.00
5.6	28.90		963.85		964.06						
5.6	99.20		965.39		965.88						
5.6	130.00		965.75		966.41						
5	28.90	962.35	963.73	963.36	963.96	0.005150	2.18	13.41	10.62	0.61	10.00
5	99.20	962.35	965.27	964.55	965.80	0.005326	3.22	30.78	11.96	0.64	10.00
5	130.00	962.35	965.60	964.96	966.31	0.006450	3.73	34.84	12.25	0.71	10.00
4	28.90	962.30	963.70	963.23	963.90	0.003922	1.94	14.91	11.29	0.54	30.00
4	99.20	962.30	965.26	964.38	965.70	0.004866	2.92	33.95	15.22	0.62	30.00
4	130.00	962.30	965.63	964.78	966.16	0.006249	3.23	40.30	19.60	0.72	30.00
3	28.90	962.20	963.57	963.13	963.77	0.004281	2.00	14.47	11.21	0.56	30.00
3	99.20	962.20	965.07	964.29	965.55	0.004897	3.07	32.30	13.02	0.62	30.00
3	130.00	962.20	965.16	964.68	965.93	0.007998	3.86	33.65	14.05	0.80	30.00

HEC-RAS Plan: Emcall Reach: Rio Lili (continued)

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Length Chnl (m)
	28.90	962.06	963.53	962.97	963.65	0.002462	1.54	18.80	15.96	0.45	6.00
	99.20	962.06	965.18	963.96	965.38	0.001749	1.97	50.36	22.28	0.42	6.00
2	130.00	962.06	965.37	964.28	965.66	0.002387	2.38	54.70	23.02	0.49	6.00
1.5	28.90		963.53		963.65						
1.5	99.20		965.18		965.38						
1.5	130.00		965.37		965.66						
1	28.90	962.06	963.35	962.97	963.52	0.003974	1.81	15.98	15.26	0.56	
1	99.20	962.06	964.58	963.95	964.93	0.003971	2.64	37.59	19.96	0.61	
1	130.00	962.06	964.96	964.27	965.38	0.003972	2.85	45.56	21.44	0.62	

RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES HIDROESTUDIOS LTDA



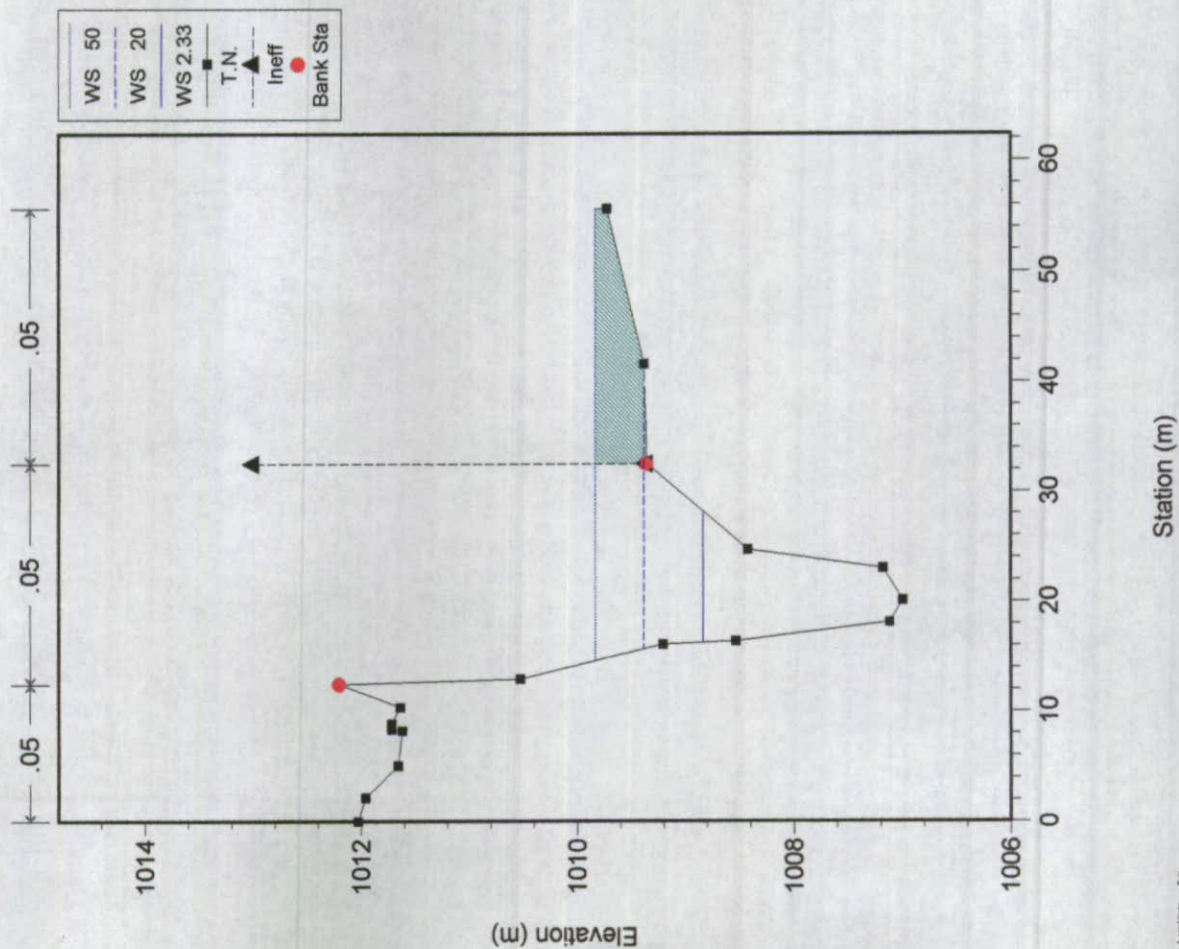
HEC-RAS Plan: C. ACTUALES Reach: CAÑAVERALEJO

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	89.41	1007.00	1009.83	1009.59	1010.34	0.014959	3.15	28.39	40.98	0.80
8	89.41	1006.32	1009.93	1008.84	1010.06	0.002801	1.60	55.96	43.22	0.36
7	89.41	1005.99	1009.93	1008.39	1009.98	0.001337	1.03	86.48	58.17	0.25
6	89.41	1005.16	1008.48	1008.48	1009.74	0.029126	4.97	17.97	40.10	1.06
5	89.41	1004.17	1007.36	1007.36	1008.49	0.026621	4.71	18.99	27.60	1.00
4	89.41	1002.90	1006.58	1005.66	1006.99	0.007508	2.85	31.40	23.31	0.56
3.5	89.41	1001.55	1006.59	1004.75	1006.84	0.003202	2.21	40.43	31.70	0.38
3.4	Bridge									
3	89.41	1001.45	1005.74	1004.65	1006.14	0.001779	2.81	31.82	31.70	0.54
2.8	89.41	1000.10	1004.21	1003.48	1005.35	0.008326	4.73	18.91	4.60	0.74
2.5	89.41	999.70	1004.17	1002.87	1004.50	0.005459	2.53	35.37	13.60	0.46
2.3	89.41	999.38	1003.95	1002.40	1004.44	0.007378	3.10	28.83	10.10	0.48
2.2	Bridge									
2	89.41	999.23	1003.03	1002.30	1003.92	0.012574	4.18	21.39	10.10	0.71
1.5	89.41	998.20	1002.50	1000.64	1002.85	0.005262	2.63	33.99	28.15	0.41
1.4	Bridge									
1	89.41	998.10	1002.06	1000.53	1002.48	0.007001	2.87	31.20	28.15	0.47

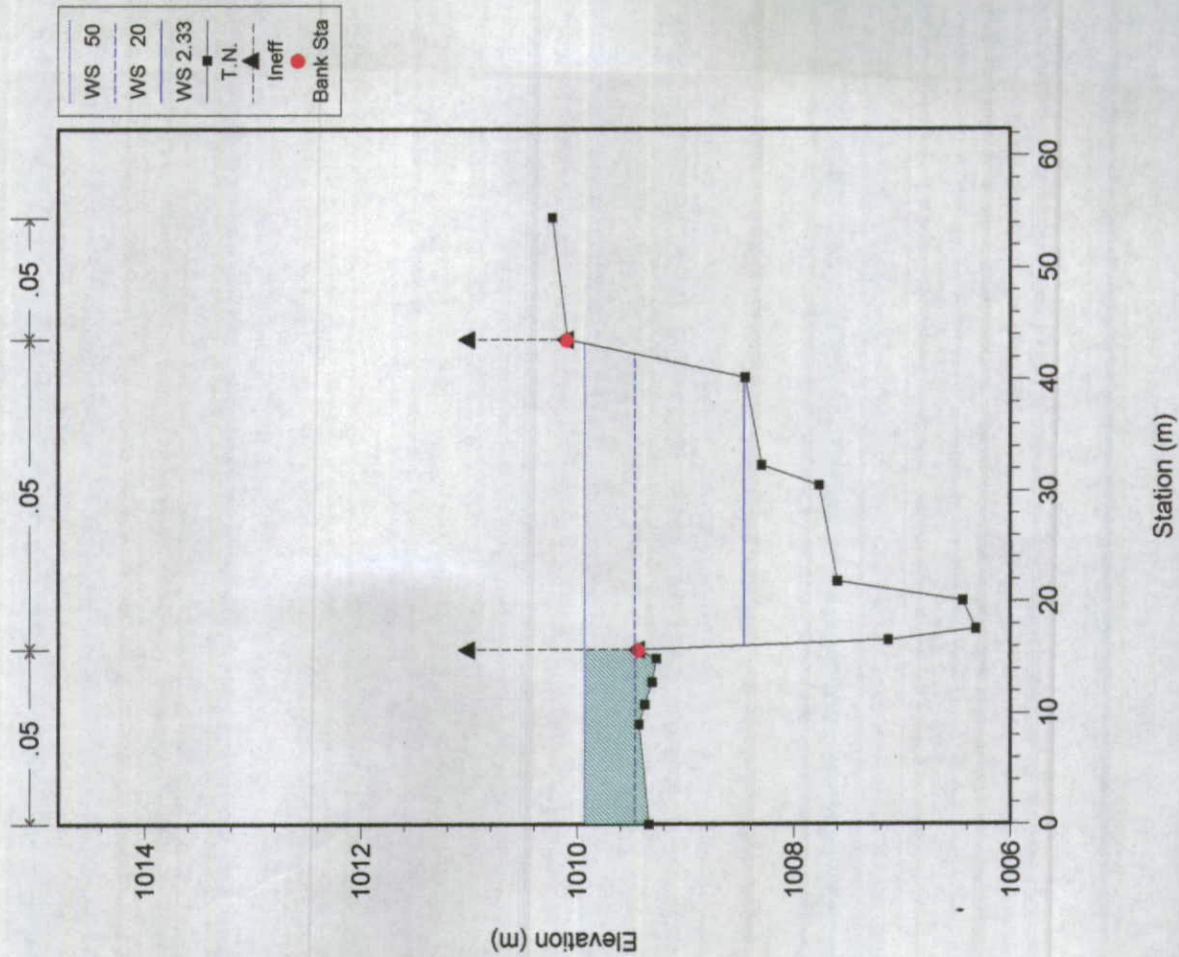
HEC-RAS Plan: Plan 02 Reach: CAÑAVERALEJO

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	34.59	1007.00	1008.84	1008.65	1009.21	0.018703	2.71	12.78	11.83	0.83
8	34.59	1006.32	1008.45	1008.15	1008.65	0.015382	1.94	17.82	24.10	0.72
7	34.59	1005.99	1008.24	1007.85	1008.34	0.006192	1.42	24.32	35.09	0.48
6	34.59	1005.16	1007.32	1007.16	1007.92	0.024987	3.42	10.11	14.23	0.86
5	34.59	1004.17	1006.14	1006.14	1006.82	0.029959	3.64	9.51	7.12	1.00
4	34.59	1002.90	1004.92	1004.63	1005.28	0.014846	2.66	12.99	9.68	0.73
3.5	34.59	1001.55	1004.95	1003.62	1005.08	0.003049	1.57	22.04	20.95	0.34
3.4	Bridge									
3	34.59	1001.45	1003.52	1003.52	1004.15	0.007121	3.50	9.89	8.02	1.01
2.8	34.59	1000.10	1002.16	1001.89	1002.84	0.007434	3.65	9.49	4.60	0.81
2.5	34.59	999.70	1001.76	1001.76	1002.44	0.030677	3.65	9.47	7.04	1.01
2.3	34.59	999.38	1001.80	1001.03	1002.09	0.009565	2.39	14.46	6.70	0.52
2.2	Bridge									
2	34.59	999.23	1001.35	1000.96	1001.83	0.013515	3.06	11.31	6.70	0.71
1.5	34.59	998.20	1000.99	999.55	1001.12	0.003381	1.60	21.67	8.15	0.31
1.4	Bridge									
1	34.59	998.10	1000.29	999.45	1000.51	0.007004	2.06	16.78	8.15	0.46

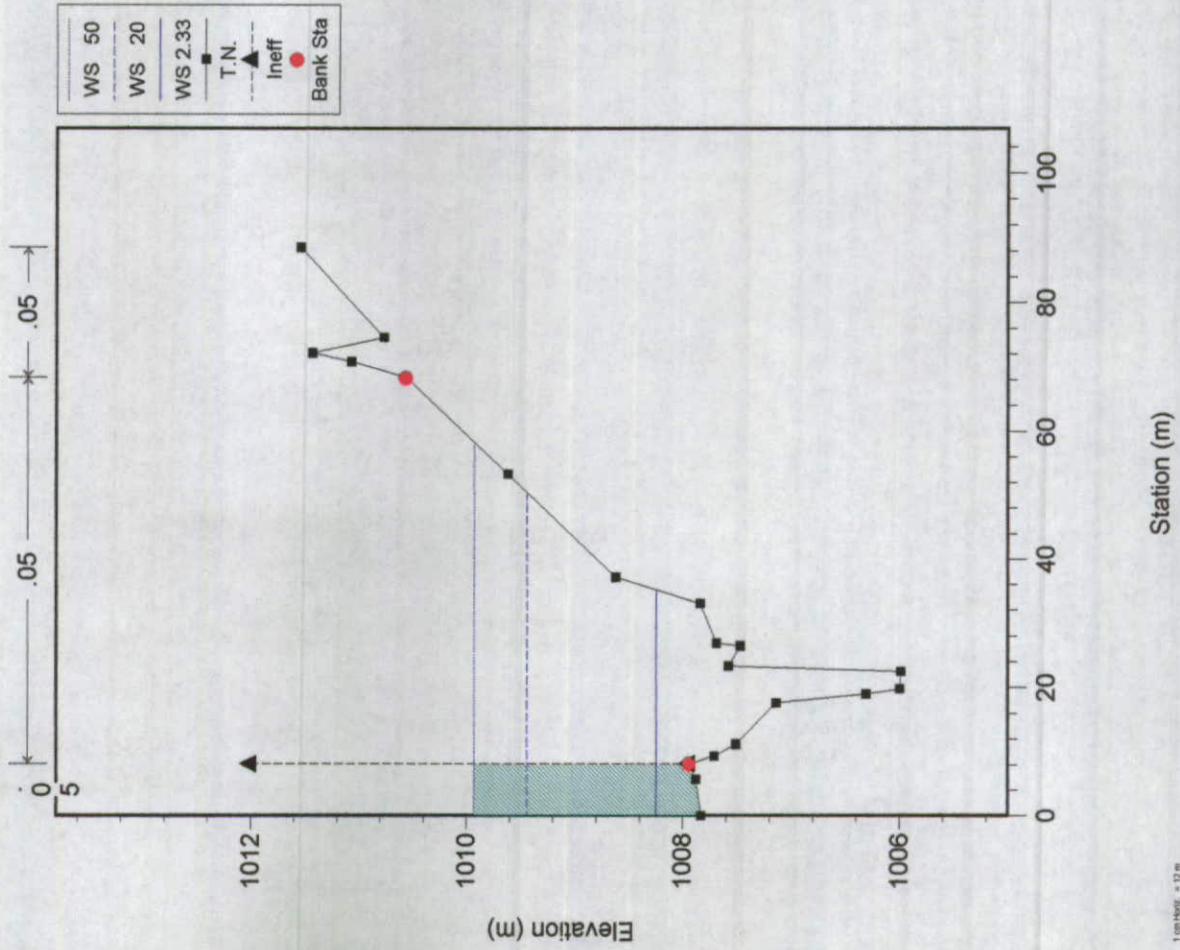
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC.9 - A.ARR PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA



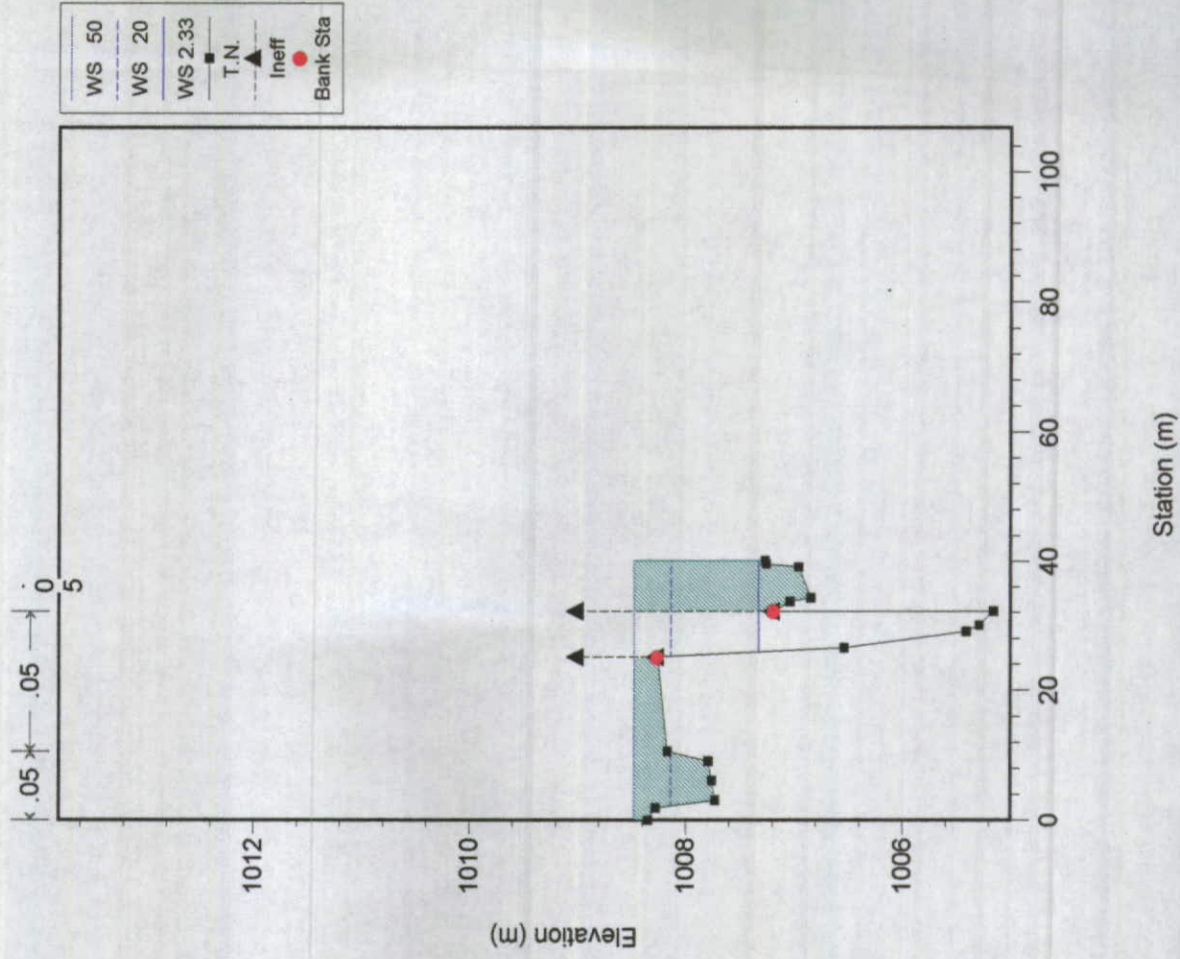
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC.8 A.ARR PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA



RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC.7 A.ARR. PTE1 HIDROESTUDIOS LTDA

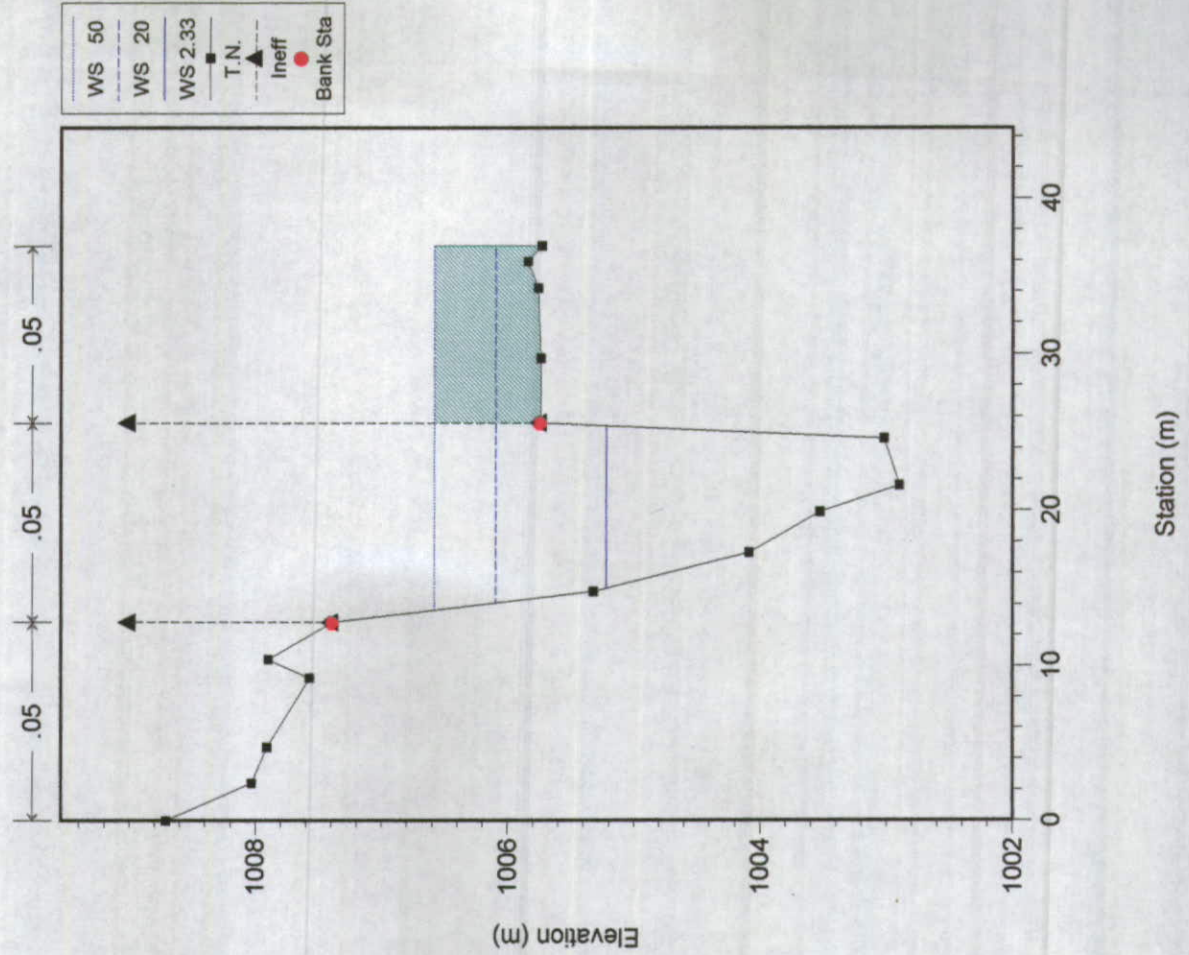
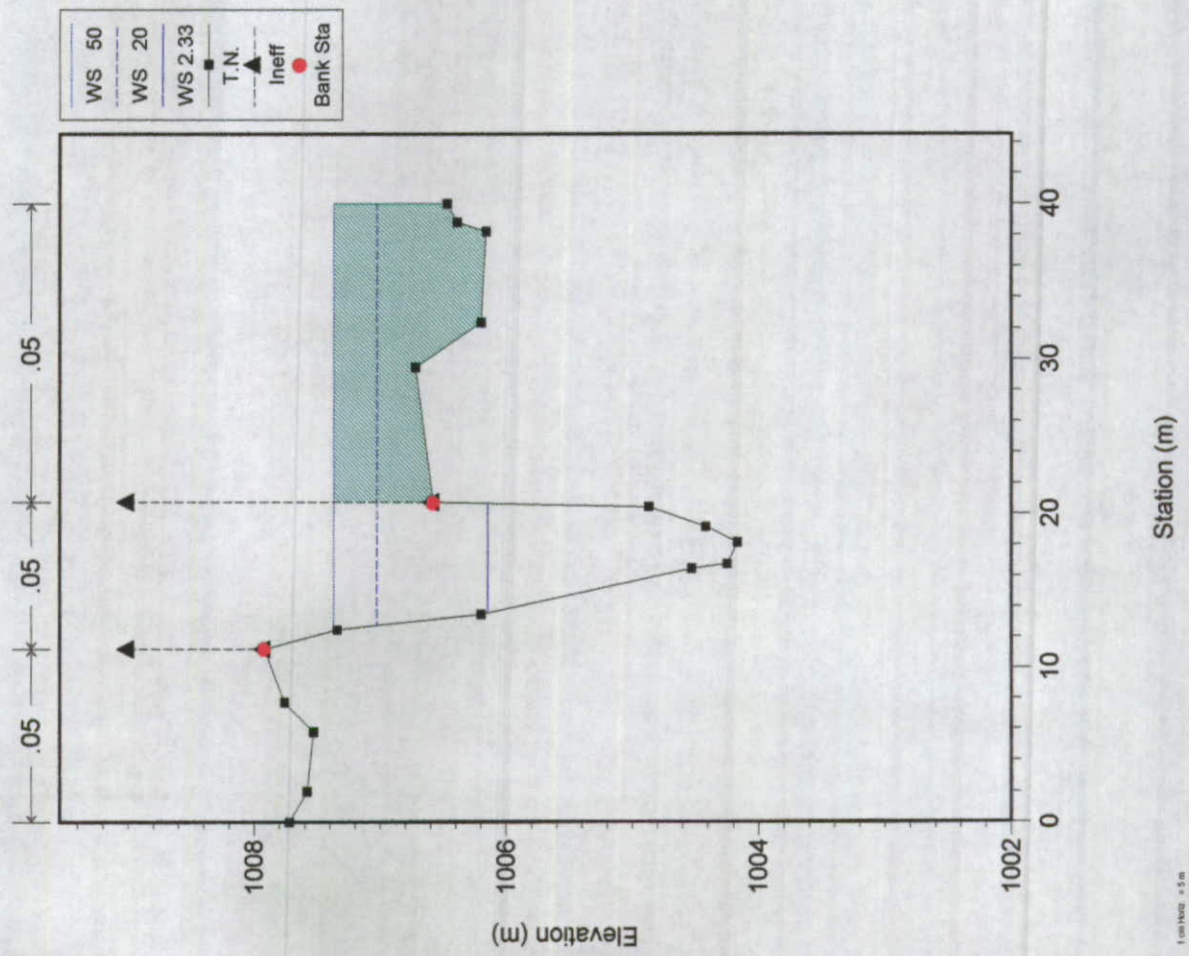


RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC.6 A.ARR. PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA

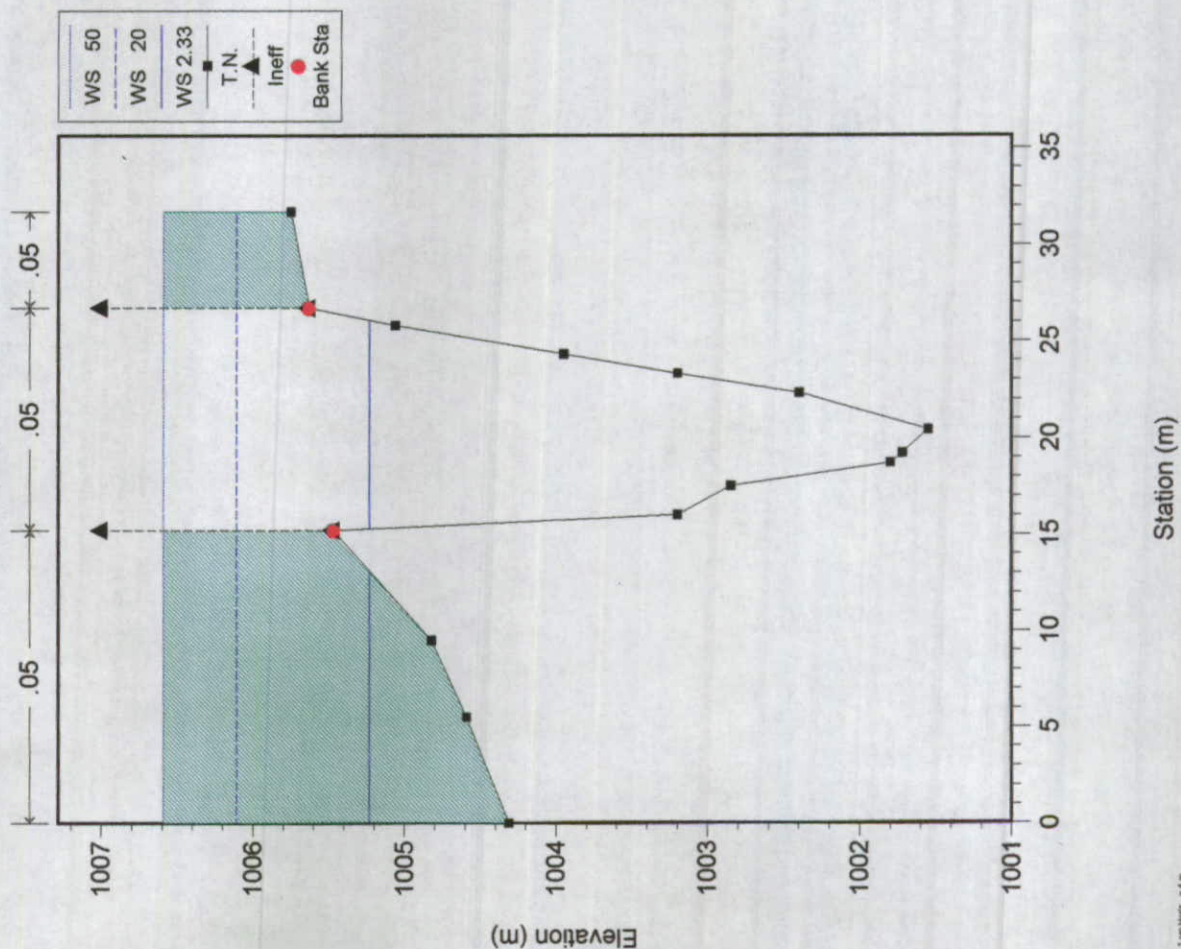


RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC5 A.ARR PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA

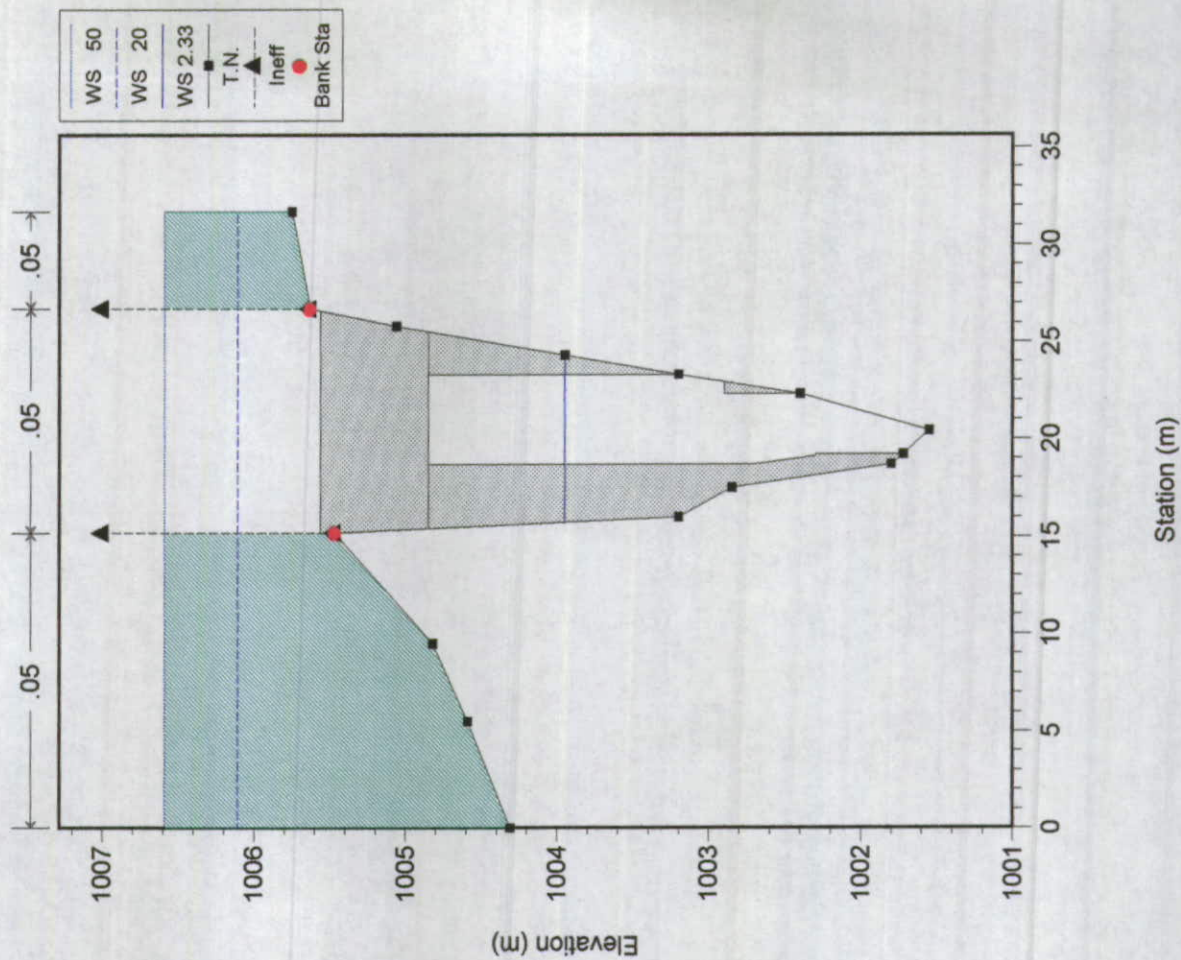
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC. 4 A.ARR PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA



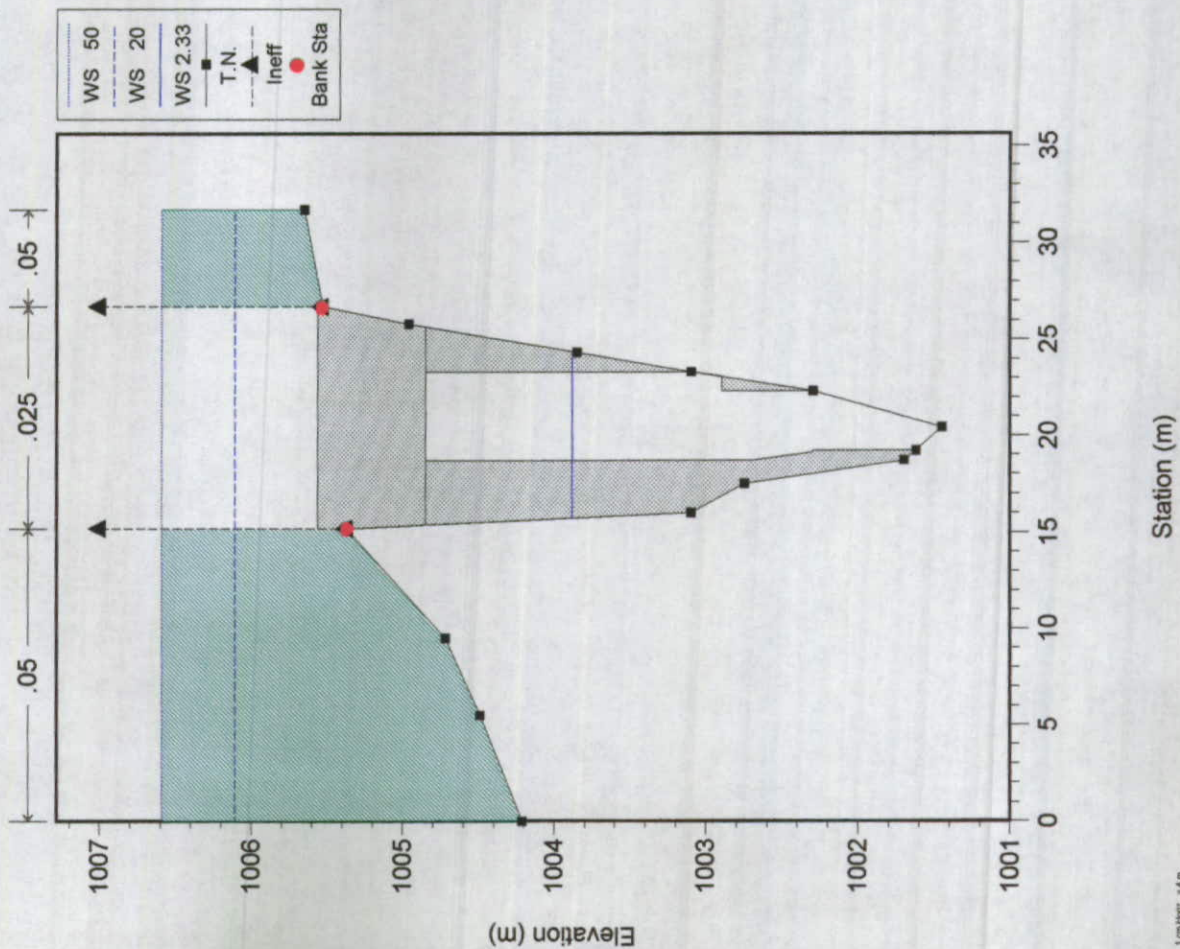
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC 3.5 A.ARR PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA



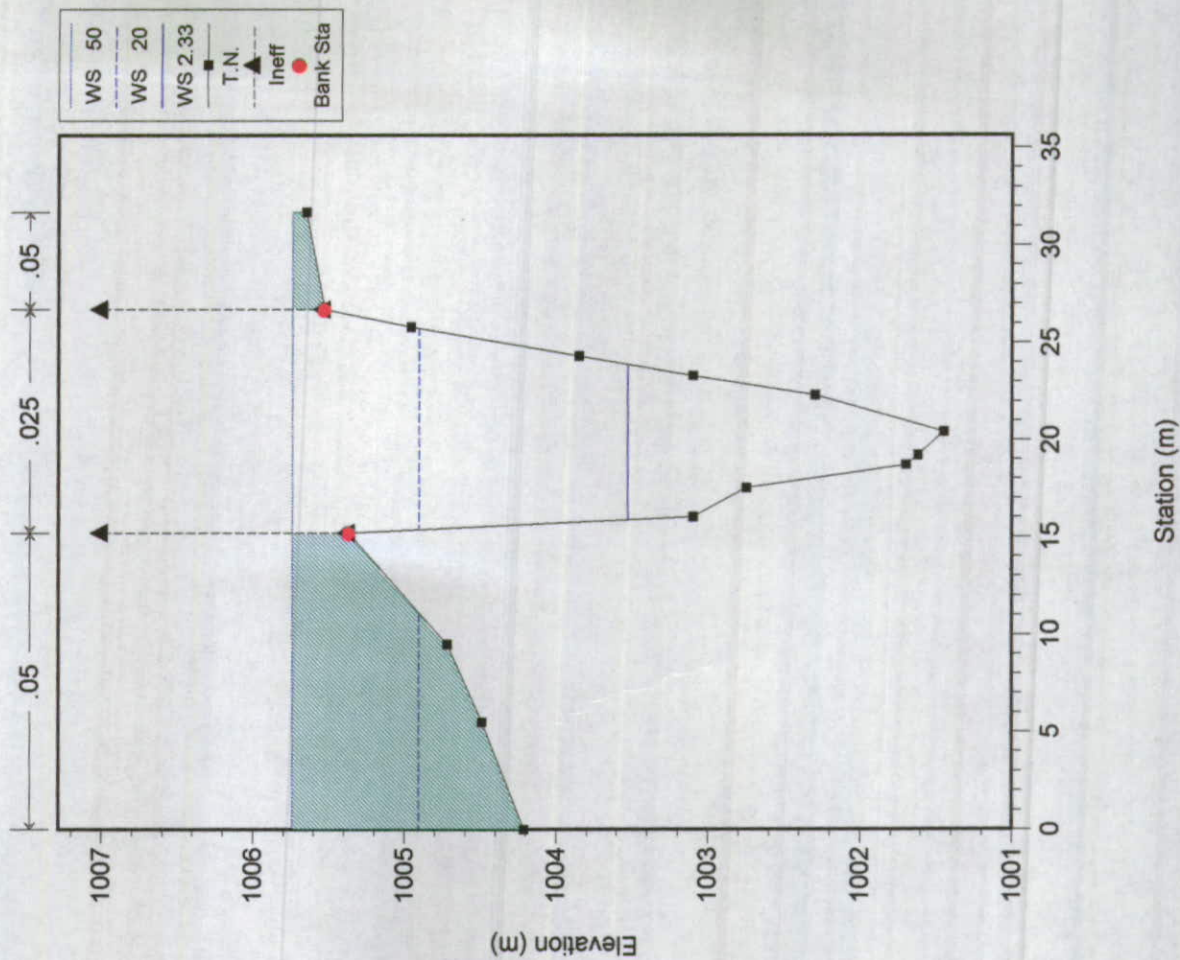
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
Upstream Inside PTE # 1 HIDROESTUDIOS LTDA



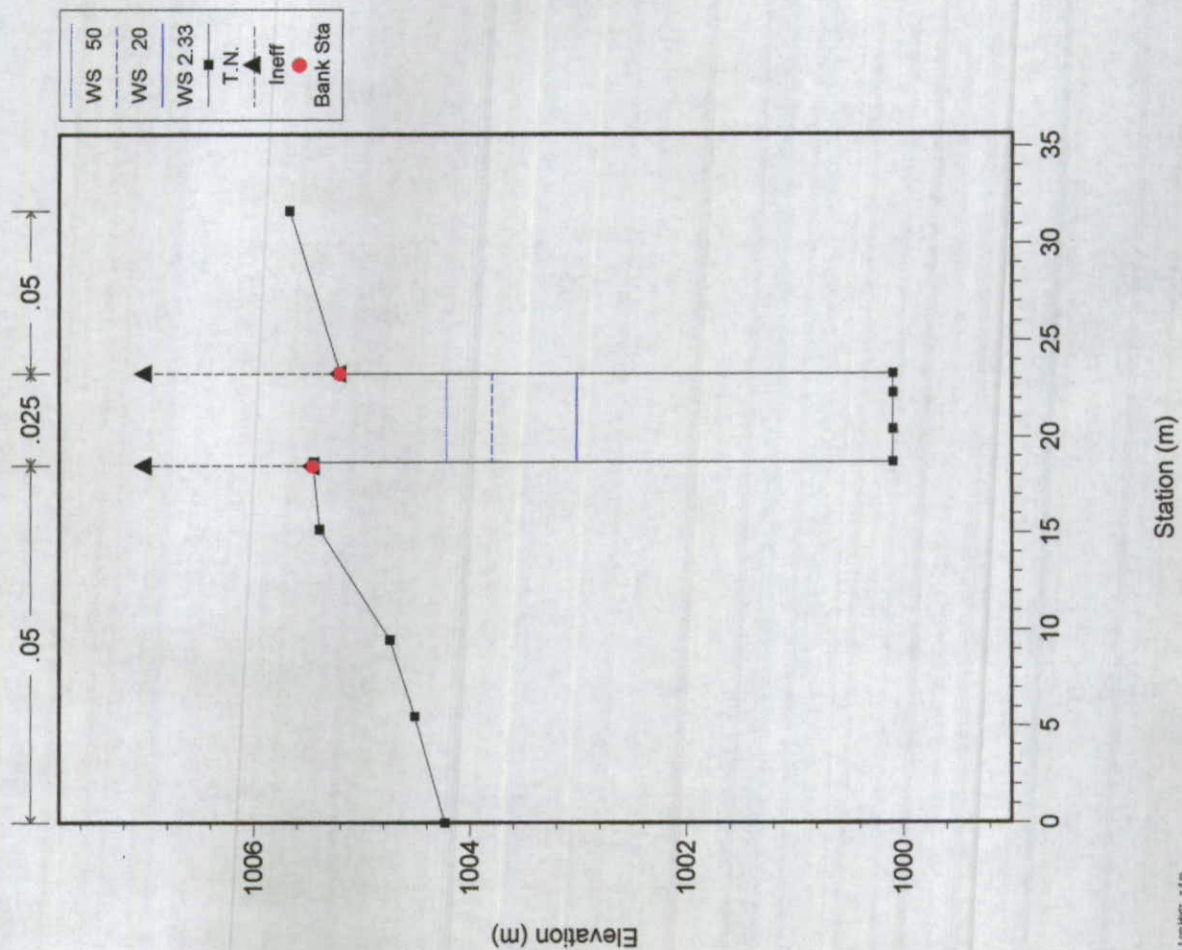
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
Downstream Inside PTE # 1 HIDROESTUDIOS LTDA



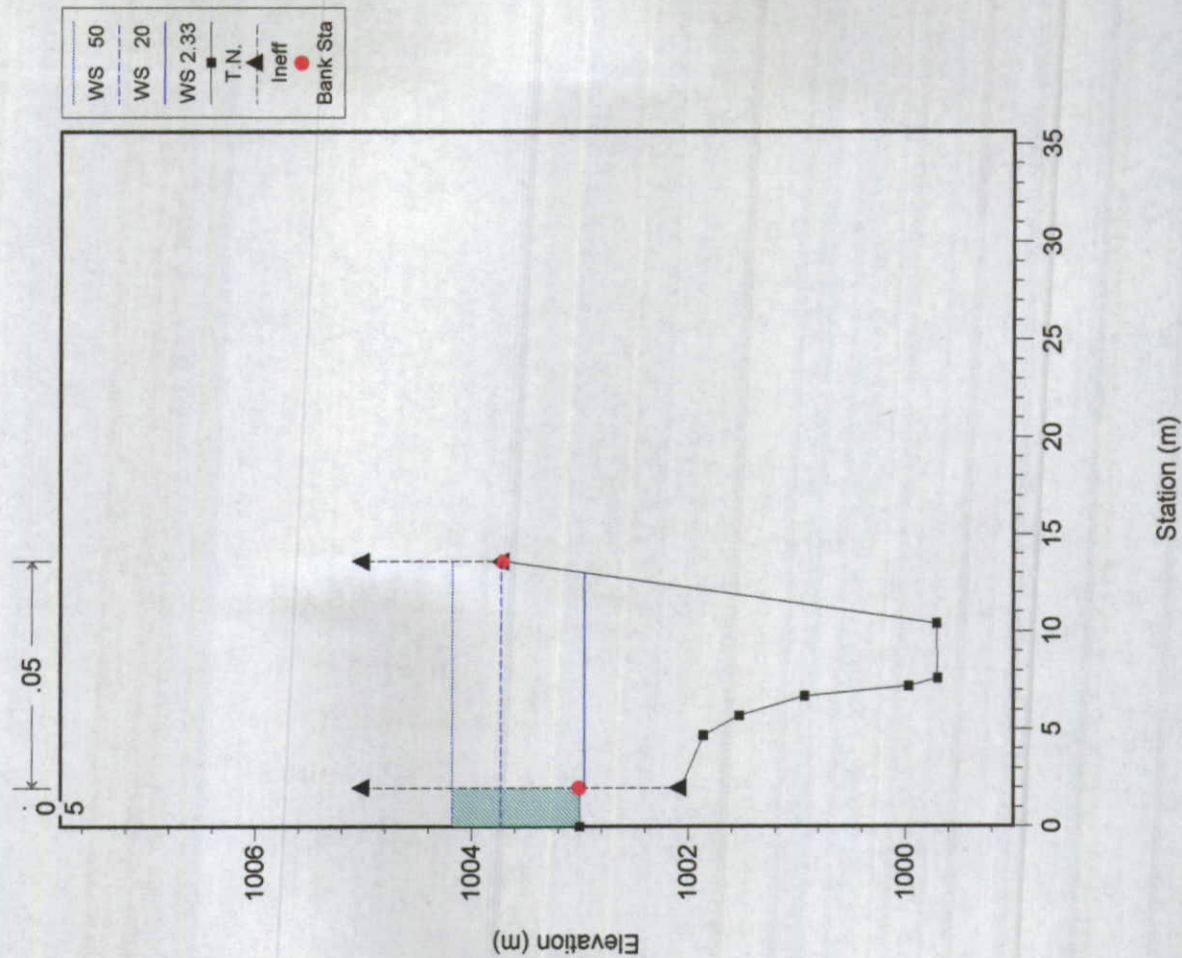
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC 3 A.AB PTE 1 HIDROESTUDIOS LTDA



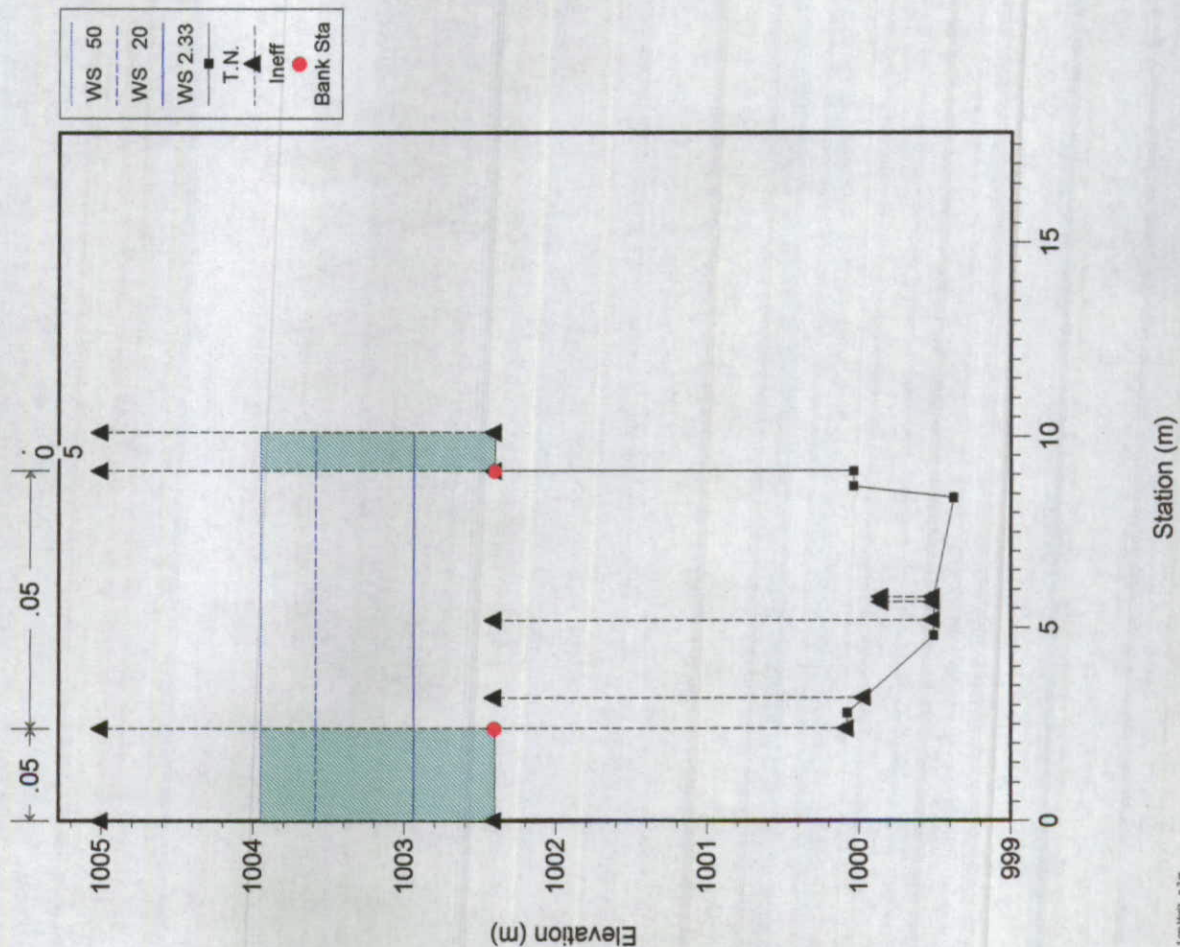
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC 2.8 A.ARR PTE 2 HIDROESTUDIOS LTDA



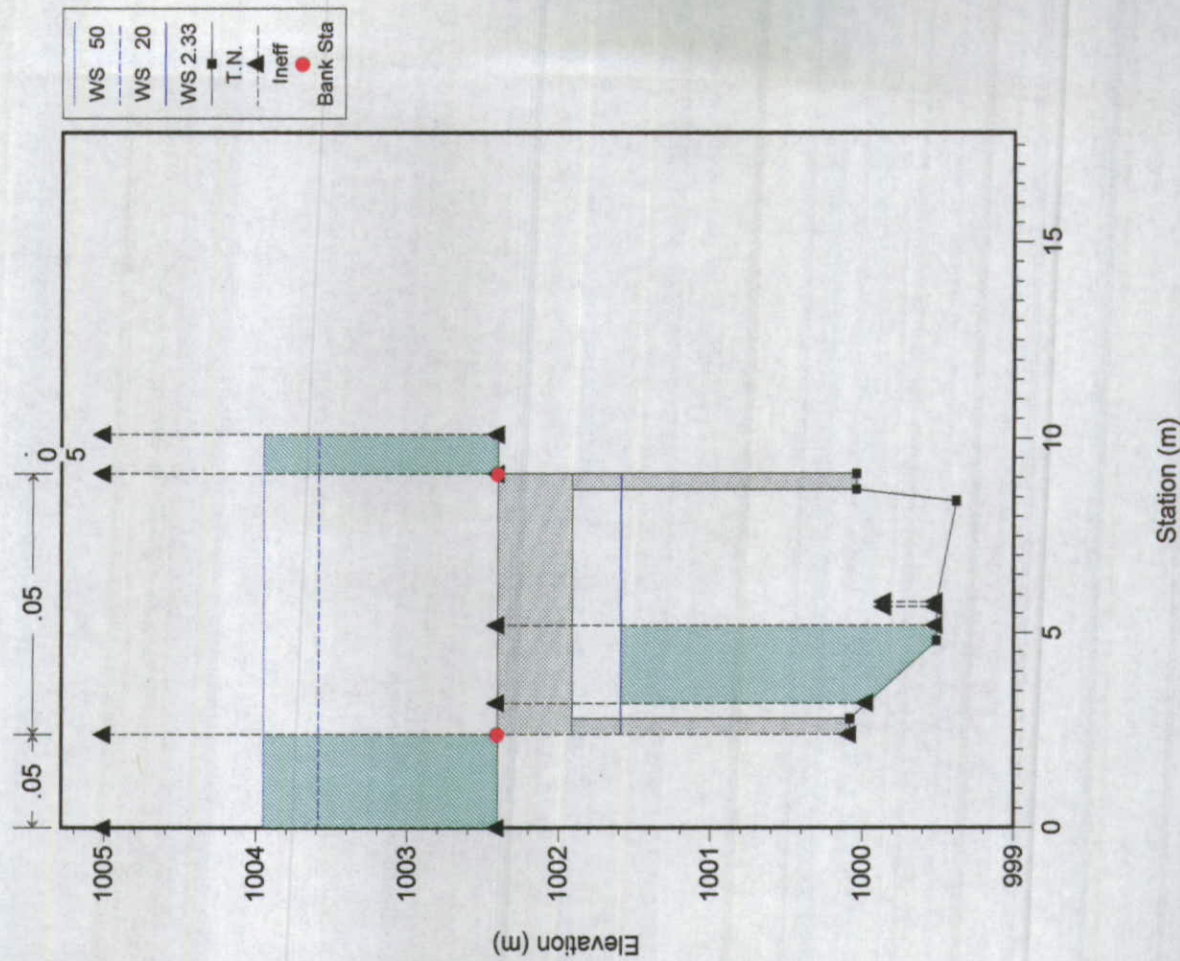
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC 2.5 A.ARR. PTE2 HIDROESTUDIOS LTDA



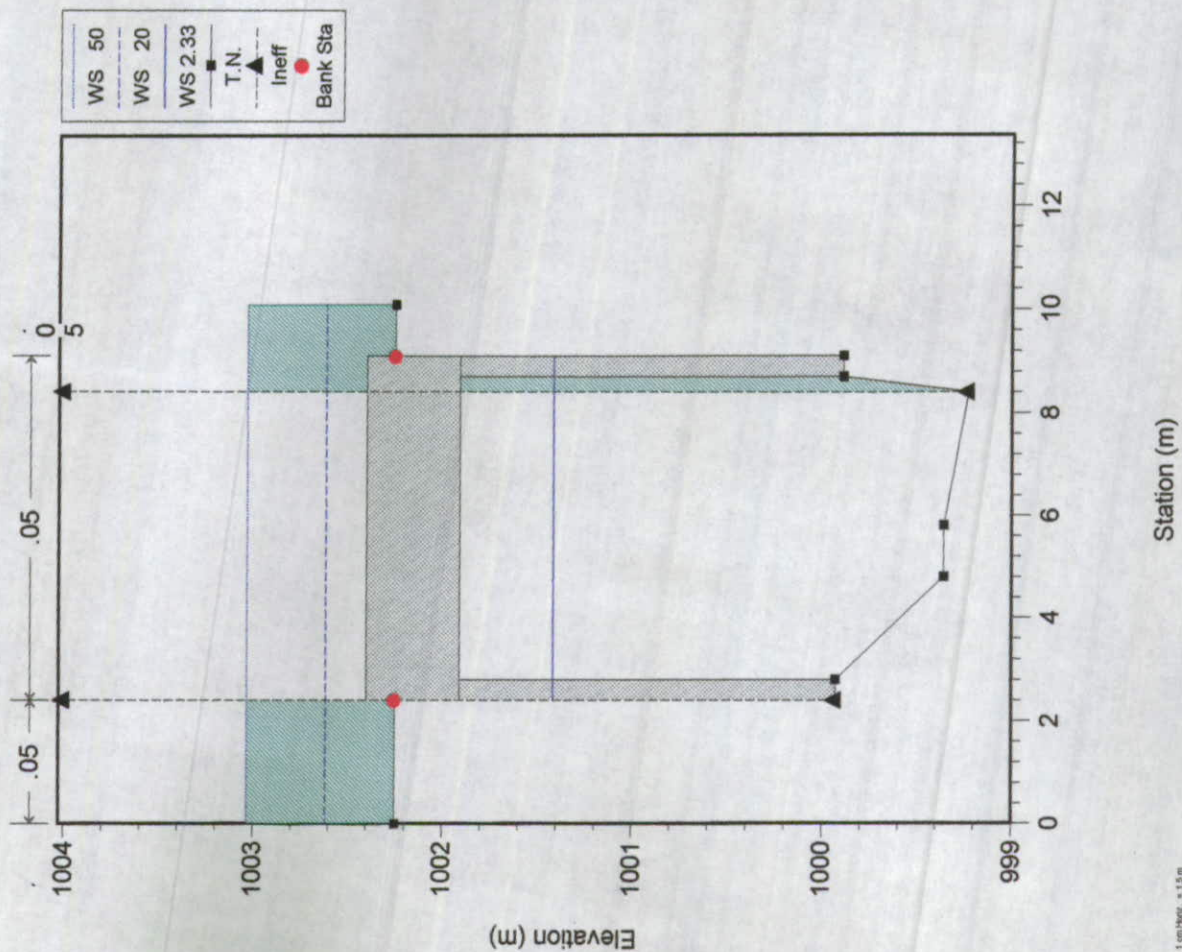
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC. 2 A.ARR. PTE 2 HIDROESTUDIOS LTDA



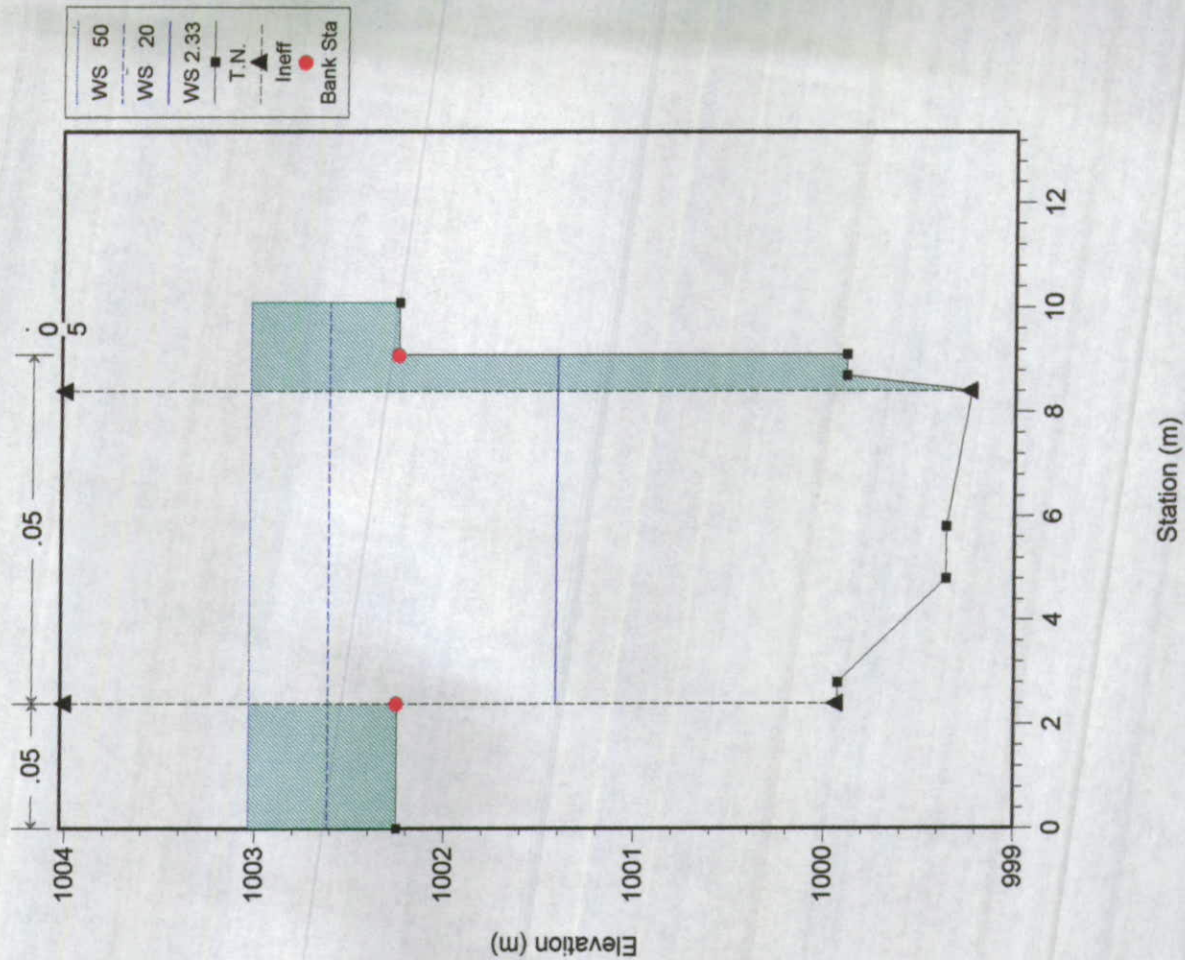
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
Upstream Inside HIDROESTUDIOS LTDA



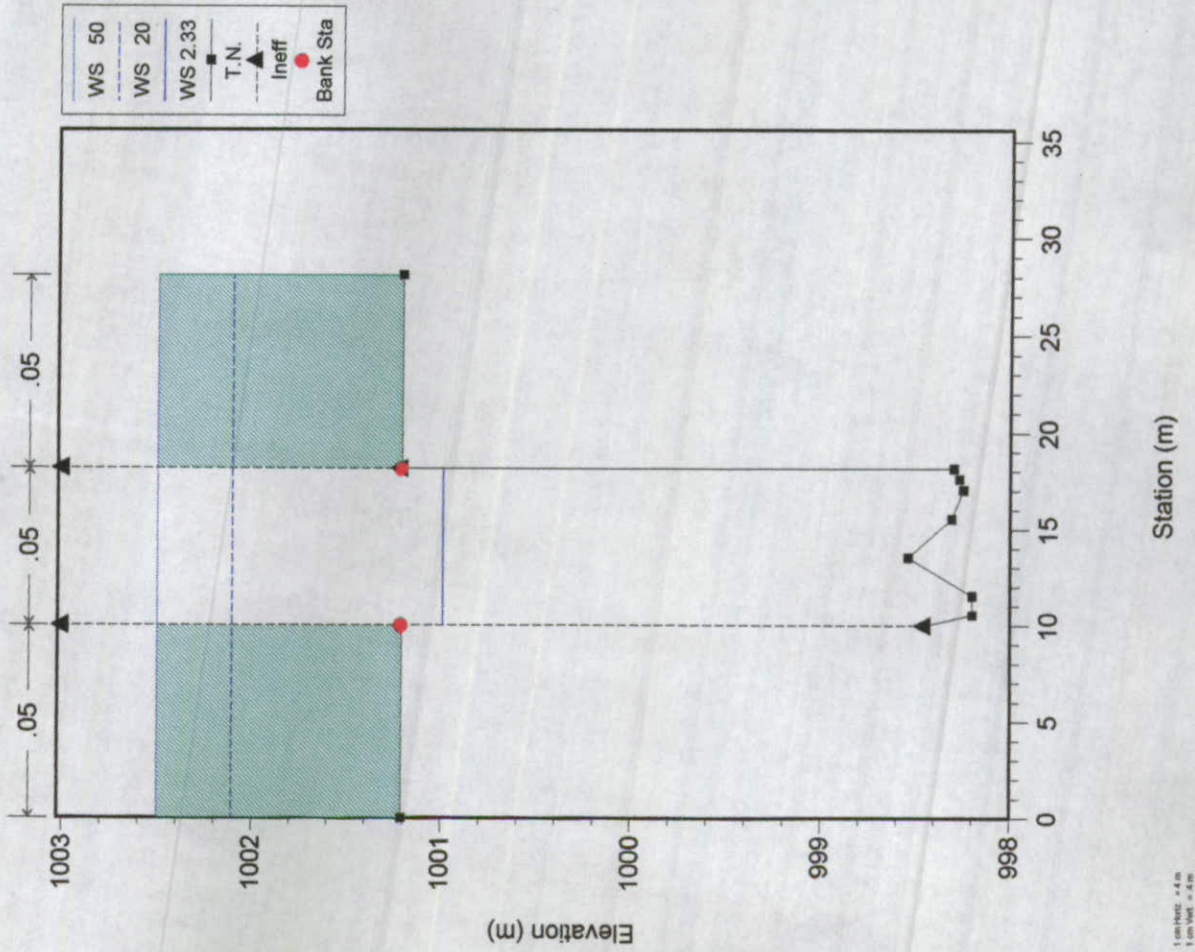
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
Downstream Inside HIDROESTUDIOS LTDA



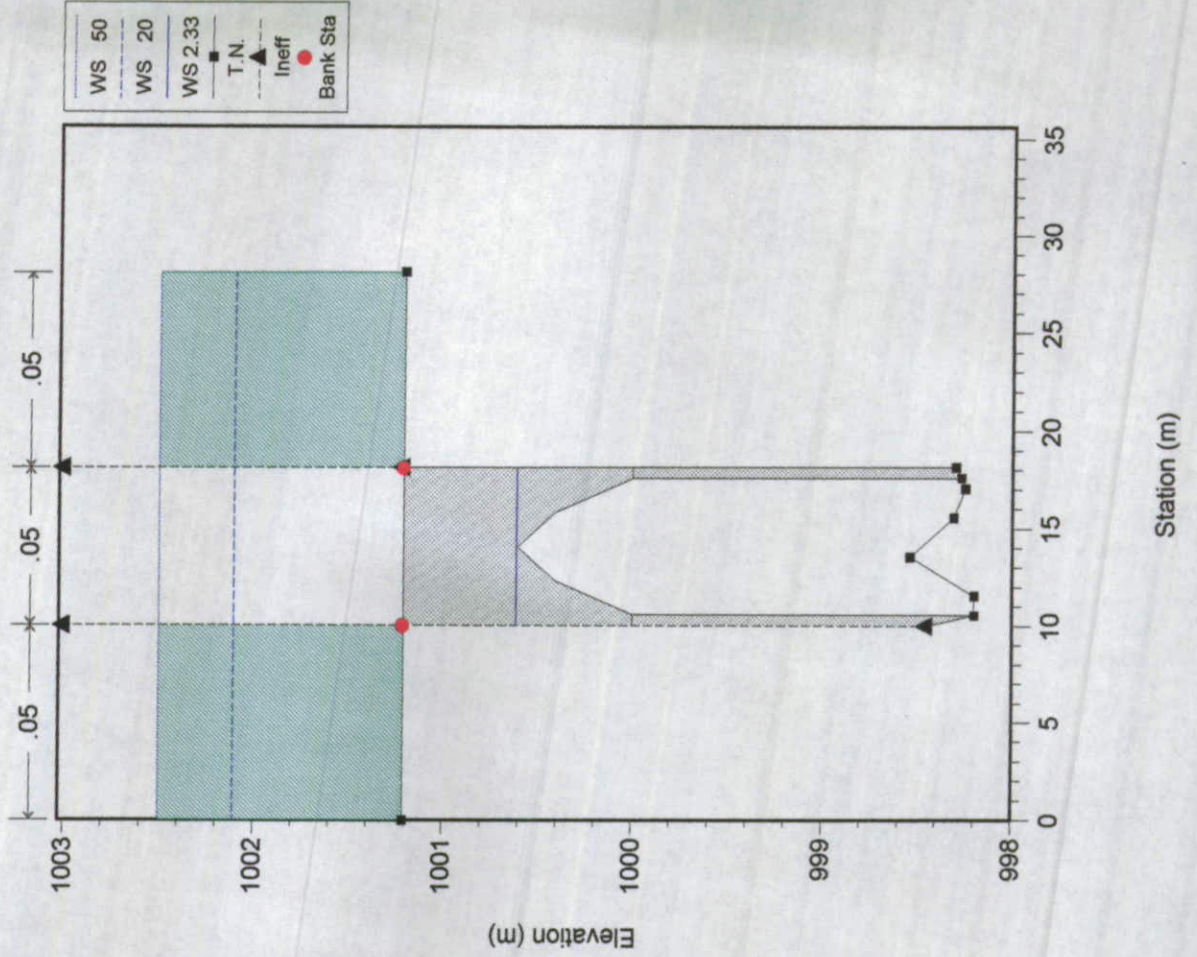
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC. 2 A.ARR. PTE 2 HIDROESTUDIOS LTDA



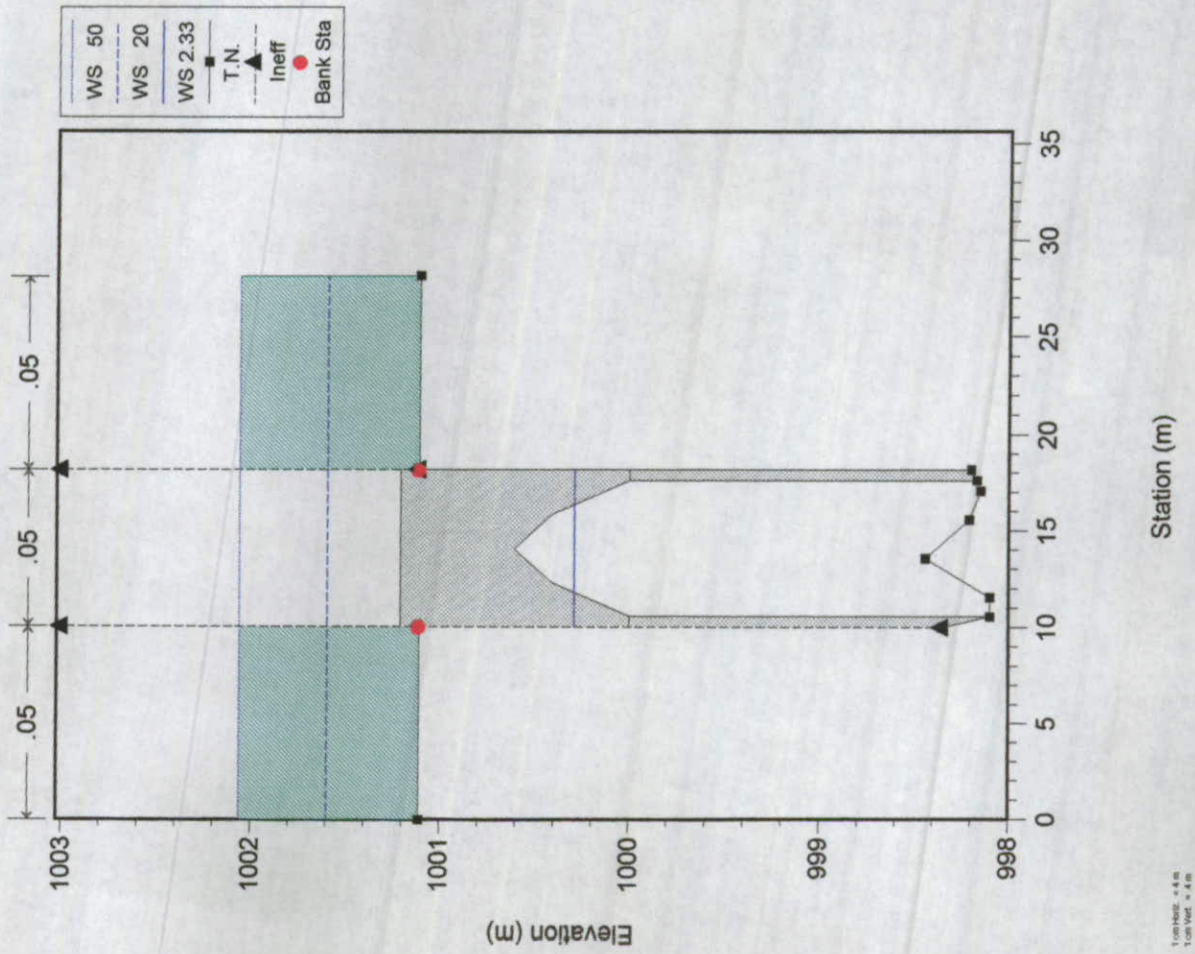
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC 1 A.ARR PTE 3 HIDROESTUDIOS LTDA



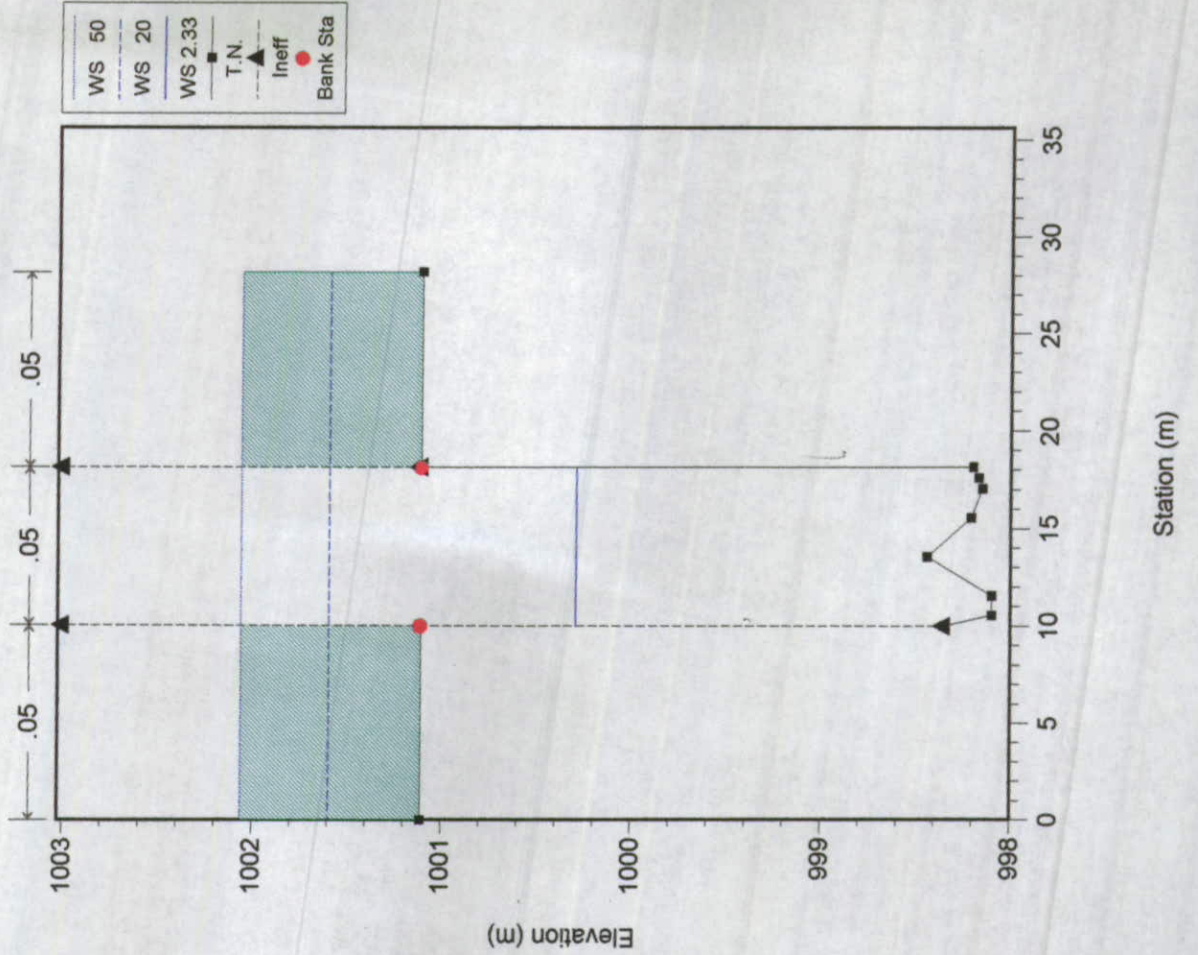
RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
Upstream Inside PUEBLO # 3 HIDROESTUDIOS LTDA

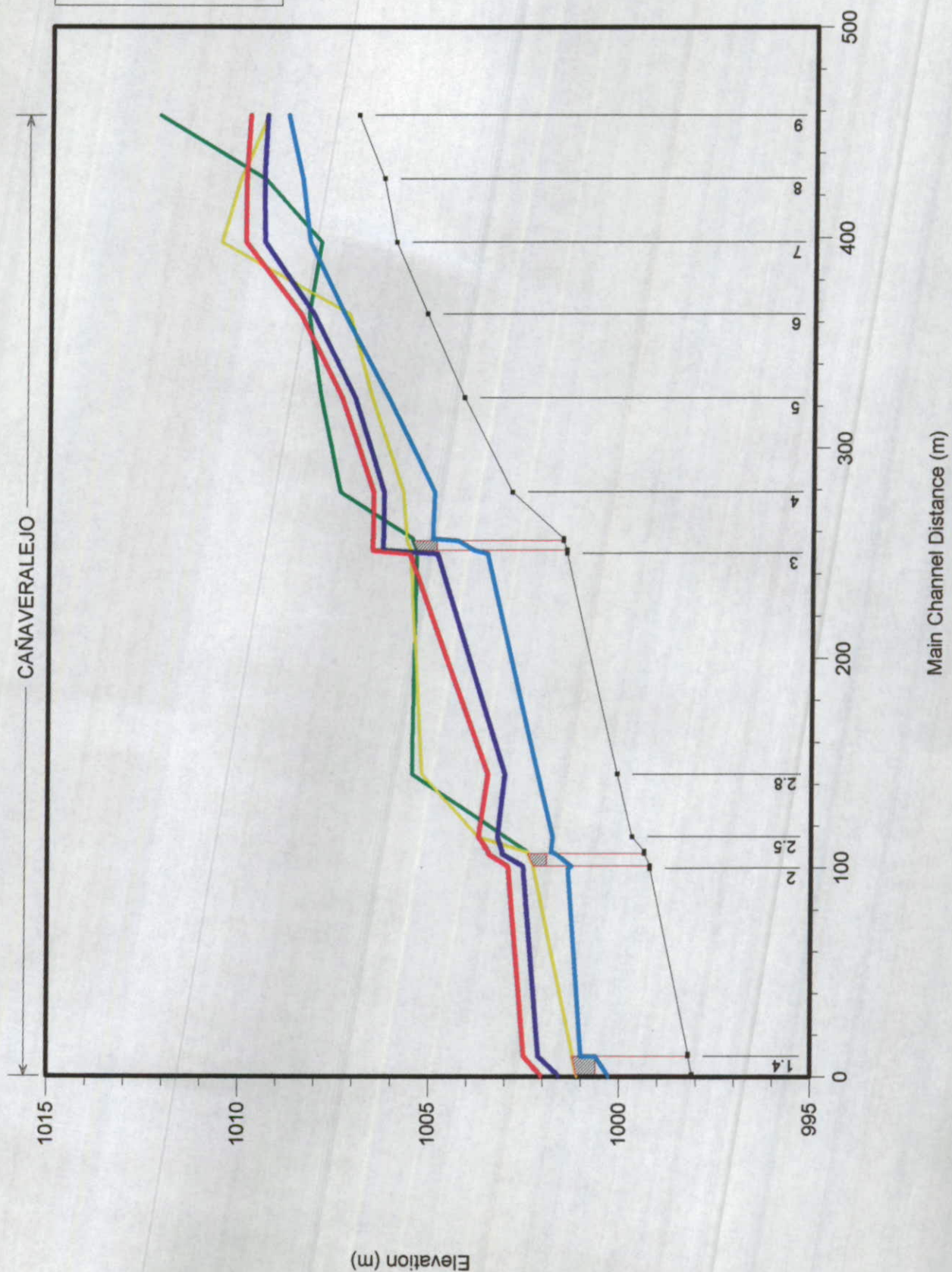


RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
Downstream Inside PUENTE # 3 HIDROESTUDIOS LTDA



RIO CAÑAVERALEJO Plan: EN CONDICIONES ACTUALES
SECC 1 A.AB PTE 3 HIDROESTUDIOS LTDA





HEC-RAS Plan: Plan 02 Reach: CAÑAVERALEJO

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	89.41	1007.00	1009.83	1009.59	1010.34	0.015034	3.15	28.34	40.98	0.80
8	89.41	1006.32	1009.93	1008.83	1010.06	0.002803	1.60	55.95	43.21	0.36
7	89.41	1005.99	1009.93	1008.38	1009.98	0.001338	1.03	86.46	58.17	0.25
6	89.41	1005.16	1008.48	1008.48	1009.74	0.029126	4.97	17.97	40.10	1.06
5	89.41	1004.17	1007.37	1007.37	1008.49	0.026526	4.70	19.02	27.61	1.00
4	89.41	1002.90	1006.51	1005.67	1006.95	0.008084	2.92	30.64	23.25	0.58
3.5	89.41	1001.55	1006.53	1004.75	1006.78	0.003399	2.25	39.72	31.70	0.39
3.4	Bridge									
3	89.41	1001.45	1005.55	1004.65	1006.01	0.002255	3.02	29.64	27.51	0.60
2.8	89.41	1000.10	1003.47	1003.47	1005.16	0.013699	5.77	15.50	4.60	1.00
2.5	89.41	999.70	1003.70	1002.88	1004.15	0.009245	3.00	29.83	13.59	0.60
2.3	89.41	999.38	1003.43	1002.28	1004.06	0.011301	3.52	25.37	10.10	0.58
2.2	Bridge									
2	89.41	999.23	1002.92	1002.30	1003.87	0.013980	4.32	20.72	10.10	0.74
1.5	89.41	998.20	1002.49	1000.63	1002.85	0.005290	2.63	33.93	28.15	0.41
1.4	Bridge									
1	89.41	998.10	1002.06	1000.53	1002.48	0.007001	2.87	31.20	28.15	0.47

HEC-RAS Plan: Plan 02 Reach: CAÑAVERALEJO

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	34.59	1007.00	1008.84	1008.65	1009.21	0.018703	2.71	12.78	11.83	0.83
8	34.59	1006.32	1008.45	1008.15	1008.65	0.015382	1.94	17.82	24.10	0.72
7	34.59	1005.99	1008.24	1007.85	1008.34	0.006192	1.42	24.32	35.09	0.48
6	34.59	1005.16	1007.32	1007.16	1007.92	0.024987	3.42	10.11	14.23	0.86
5	34.59	1004.17	1006.14	1006.14	1006.82	0.029959	3.64	9.51	7.12	1.00
4	34.59	1002.90	1004.92	1004.63	1005.28	0.014846	2.66	12.99	9.68	0.73
3.5	34.59	1001.55	1004.95	1003.62	1005.08	0.003049	1.57	22.04	20.95	0.34
3.4	Bridge									
3	34.59	1001.45	1003.52	1003.52	1004.15	0.007121	3.50	9.89	8.02	1.01
2.8	34.59	1000.10	1002.16	1001.89	1002.84	0.007434	3.65	9.49	4.60	0.81
2.5	34.59	999.70	1001.76	1001.76	1002.44	0.030677	3.65	9.47	7.04	1.01
2.3	34.59	999.38	1001.80	1001.03	1002.09	0.009565	2.39	14.46	6.70	0.52
2.2	Bridge									
2	34.59	999.23	1001.35	1000.96	1001.83	0.013515	3.06	11.31	6.70	0.71
1.5	34.59	998.20	1000.99	999.55	1001.12	0.003381	1.60	21.67	8.15	0.31
1.4	Bridge									
1	34.59	998.10	1000.29	999.45	1000.51	0.007004	2.06	16.78	8.15	0.46

DAGMA

PROTECCION CONTRA INUNDACIONES DE RIO MELENDEZ

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ALCANCE

Las obras aquí especificadas comprenden el suministro de toda la mano de obra, equipo, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo la recava ó dragado y obras civiles contempladas en el proyecto de protección contra inundaciones del río Meléndez.

GENERALIDADES

Objeto, normas y procedimientos. Las presentes especificaciones técnicas tienen como finalidad establecer una guía de procedimientos para llevar a cabo los diferentes trabajos requeridos en la construcción de las obras definidas en el alcance de las presentes especificaciones.

Las especificaciones y planos que se entreguen al Contratista se complementan entre sí y tienen por objeto explicar las condiciones y características constructivas relacionadas con el empleo de los materiales como figura en los planos.

Cualquier detalle que se haya omitido en las especificaciones, en los planos, o en ambos, pero que debe formar parte de la construcción, no exime al Contratista de su ejecución ni podrá tomarse como base para reclamaciones o demandas posteriores.

El proponente favorecido deberá ceñirse a los métodos, normas, procedimientos y compromisos que aquí se describen y si de acuerdo con su criterio cree conveniente cambiar o modificar algo en cualesquiera de los items de acuerdo a lo aquí establecido, no podrá hacerlo sin previa consulta y sin autorización escrita de la Interventoría o de Hidroestudios Ltda. Deberá además el Contratista justificar y explicar las causas del cambio y aclarar las ventajas que esto conlleve.

Obligaciones del contratista. Será obligación primordial del contratista ejecutar el trabajo estrictamente de acuerdo con los planos y especificaciones, para lo cual someterá muestras de materiales a utilizar para la aprobación del Interventor.

Se supone que las cotas y dimensiones de los planos deben coincidir unas con otras, pero será obligación del Contratista verificar los planos antes de iniciar los trabajos. Cualquier discrepancia debe ser aclarada prontamente con El Interventor, pues en caso contrario si se presenta la necesidad de hacer correcciones después de adelantada la obra, el costo de ésta será por cuenta del Contratista.

Debe tenerse en cuenta que la localización y replanteo del área del proyecto y de las zonas de préstamo, corresponde al contratista, y que no habrá un pago específico por esta actividad, la cual deberá ser involucrada en los costos administrativos. No habrá pago por separado por concepto de señales y accesos y será responsabilidad del contratista cualquier daño que se produzca por, la realización de los trabajos y/o la movilización de los equipos.

1. CAMPAMENTO

Descripción

Dentro del área destinada para la obra o en la zona anexa, y en el sitio estratégicamente dispuesto, se levantará una o más edificaciones provisionales y resistentes para la instalación de la oficina necesaria para el Contratista y El Interventor e igualmente para el correcto almacenamiento de materiales, herramientas y equipos a utilizar en la construcción. El campamento deberá contar con un adecuado servicio sanitario provisional.

EL Interventor y su personal, tendrán libre acceso a todas las áreas e instalaciones del Contratista.

El área destinada para campamento, será mínimo de 60 m2.

El Contratista se compromete a que el espacio destinado para depósito de cemento, ofrezca la seguridad del caso en cuanto a sequedad del piso, cubierta a prueba de goteras, protección contra inundaciones, etc.

El Contratista sólo podrá desmontar las instalaciones del campamento una vez finalizada la construcción, salvo el caso de que el sitio se necesite para algunas obras finales que requieran su desalojo.

A. Medida y forma de pago

La medida del campamento se considerará en forma global y deberá tener en cuenta todo lo que constituye materiales, mano de obra dirección, herramientas, alquiler del predio, etc., con el propósito de levantar un campamento provisional de mínimo 60 metros cuadrados.

B. Item de pago

1. 1	Campamento	Global
------	------------	--------

2. DESMONTE Y LIMPIEZA CON REPOSICION, PLANTE DE ARBOLES Y EMPRADIZACION

A. Generalidades

Este trabajo consiste en el suministro de toda la planta, ingeniería, materiales equipo, mano de obra y transporte, incluyendo combustible, lubricantes, energía y agua, y en la realización de todo trabajo requerido para el desenmalezado y limpieza en estricta concordancia con las especificaciones, los planos de construcción, los dibujos, los planos de detalles suministrados por el interventor y/o con las indicaciones de éste; en aquellas zonas del proyecto donde sea necesario conformar diques y previa autorización del Interventor.

Se deberá así mismo restituir el paisaje alterado con las obras mediante unas medidas de compensación que consistirán en plantar árboles con cantidad y especificación que se detalla en el plan de manejo ambiental anexo, y realizar la empradización de la zona verde existente, donde ella sufra alteraciones como consecuencia de los trabajos realizados, ó donde lo disponga el Interventor.

B. Ejecución

Toda el área especificada para este fin, mostrada en los planos, y/o indicada por el Interventor, debe estar completamente desarraigada por la remoción de todas las cepas, raíces, troncos enterrados y otros materiales que puedan ser objetables en trabajo terminado.

Todas las raíces y otras salientes mayores de cinco (5) centímetros de diámetro que estén dentro del área indicada por el Interventor, deberán quitarse hasta una profundidad no menor de un (1) metro por debajo de la superficie previamente desenmalezada. Ningún árbol podrá ser derribado o mutilado sin necesidad absoluta y sin previa autorización de la autoridad competente y del Interventor.

El Contratista se encargará de la disposición de las cañas, cepas, troncos, pastos, ramas, raíces y desperdicios; el Contratista puede si lo desea, conducirlos a sitios fuera de la zona de las obras, aprobadas por el Interventor.

C. Medida y forma de pago

La obra se medirá por el número de metros lineales de superficie tratada. No se incluirán en la medida las áreas desmontadas, limpiadas, descapotadas y restauradas con reposición de árboles y empradización en las zonas de préstamo, para fuentes de materiales, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como caminos de acarreo, campamentos, instalación o depósitos de materiales.

Los trabajos de desmonte, desenmalezado, limpieza, reposición y plante de árboles y empradización que efectúe el Contratista le serán estimados y liquidados de acuerdo con el tamaño de los troncos, la densidad de la vegetación y la profundidad de las raíces.

El pago se realizará por metro lineal de superficie tratada, el cual cubrirá los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados, en el ítem desmonte y limpieza, incluyendo el cargue, transporte y descargue de los materiales removidos.

D. Ítem de pago

2. 1 Desmonte, limpieza, reposición y plante de árboles y empradización ml.

3. DESCAPOTE

A. Descripción

El trabajo a que se refiere esta sección consiste en la ejecución de las operaciones necesarias para el descapote o remoción del suelo orgánico en las áreas en donde se construirán los diques. En general todo este trabajo deberá hacerse en las zonas en donde se indican en los planos o como el Interventor lo ordene.

B. General

El descapote se hará en las respectivas áreas con una profundidad de 20 cm. o a la profundidad que indique el Interventor para remover toda la capa superficial que contenga humus, hierba, raíces, etc. El Contratista debe descapotar además cualquier zona adicional que el Interventor indique. El Descapote debe iniciarse después que se hayan inspeccionado y aprobado las áreas de trabajo.

C. Medida y forma de pago

La excavación del descapote para todos estos trabajos se medirá en M³, se basará en levantamientos topográficos del terreno hechos antes y después de ser completada dicha excavación. El volumen en metros cúbicos se computará por el método del promedio de las áreas extremas entre secciones cada 25 metros.

No habrá pago por separado del descapote. En el ítem de pago "rectificación del cauce y conformación de los diques marginales" se deberá incluir el costo por descapote del área donde se conformará el dique incluyendo el costo de la planta, mano de obra, equipo, el retiro y bote del material a una distancia máxima si fuera del caso de 1 km, y demás gastos requeridos para efectuar este ítem como se ha especificado en esta sección.

D. Ítem de pago

3.1 Descapote (e= 0.20 m) m³

4. RECTIFICACION DEL CAUCE

A. Generalidades

Esta especificación se refiere al dragado del río y su canalización de acuerdo con una sección tipo establecida para cada tramo en los planos anexos.

Las excavaciones deberán ejecutarse como se especifica en esta sección, de acuerdo con los niveles y pendientes que figuran en los planos, o como lo indique el Interventor. Podrán ejecutarse utilizando equipo mecánico adecuado (retroexcavadora) de acuerdo con instrucciones y previa autorización por escrito de la Interventoría. Cualquier aumento o disminución en las cantidades excavadas, deberán ser ejecutadas por el Contratista a los precios unitarios fijados en el contrato para cada uno de los items de excavación.

En el caso de que la excavación haya pasado de la profundidad especificada se rellenará con material adecuado aprobado por el Interventor, debidamente apisonado en capas de quince (15) cms hasta recobrar el nivel correcto. El Contratista asumirá el costo adicional de la sobreexcavación y relleno si no ha sido autorizado por el Interventor.

En el caso de que la excavación haya pasado del ancho especificado se rellenará con material adecuado, compactado, en la forma y como lo ordene el Interventor. El Contratista asumirá el costo adicional de la sobreexcavación y relleno cuando no haya sido aprobado por el Interventor.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para garantizar la estabilidad de los taludes de las excavaciones y de las construcciones aledañas, y para evitar el ingreso de aguas negras a las excavaciones, para lo cual deberá disponer apropiadamente dichas aguas durante la construcción.

Cuando la excavación se ejecute con equipo mecánico se dejará el margen suficiente para pulir y perfilar manualmente las superficies de acuerdo con los alineamientos especificados.

B. Disposición de los materiales de dragado

De acuerdo con las secciones que se hayan determinado en el proyecto, se hará la disposición de los materiales.

Aquellos materiales producto del dragado y conformación de los taludes podrán, de acuerdo con el Interventor utilizarse para conformar diques y/o rellenos marginales proyectados de acuerdo con las especificaciones que para tal fin se describen en las actividades "diques-relleno compactado con material seleccionado" y "rellenos para obras civiles".

Los materiales que por su pobre calidad no pueden ser utilizados para conformar los diques ó rellenos especificados, deberán ser dispuestos en sitios especialmente designados por el Interventor para tal fin, a una distancia máxima de 200 metros.

C. Tolerancias

En ningún punto comprobado por nivelación topográfica, la obra realizada variará de la proyectada en más de 5 cms con relación a la cota del fondo del cauce rectificado ni 10 cms con respecto a la corona de proyecto de los diques.

D. Medida y forma de pago

La unidad de medida será el metro cúbico de material dragado, medida en su posición original. Las excavaciones aprobadas por el Interventor, se medirán con base en las áreas de las secciones transversales tomadas antes y después de ejecutado el trabajo. Dichas áreas estarán limitadas por las siguientes líneas de pago:

- a. Las líneas del terreno original (terreno natural después de la realización de las operaciones de desmonte, limpieza y descapote eventualmente necesarias).
- b. Las líneas de corte aprobadas.

El pago se realizará al precio unitario del contrato. Los precios unitarios de dragado (excavación en el lecho del río) cubrirán los costos de manejo de agua, corte de talud o lecho del fondo, cargue transporte hasta una distancia que varía entre 0 y 200 mts y descargue de los materiales excavados, en el sitio que indique el Interventor.

E. Item de pago

- 4.1 Excavación y conformación de taludes en cauce sector
puente Calle 5ª hasta 200 mts aguas abajo.

m³

5. DIQUE-RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO

A. Trabajo por ejecutar

El trabajo por ejecutar bajo esta sección consiste en el suministro de toda la planta, mano de obra y materiales en la realización de todas las operaciones necesarias para preparar la fundación y construcción de los rellenos de los diques y de cualquier otro trabajo adicional de relleno que sea necesario en el dique proyectado, como se indica en los planos, como aquí se especifica o como lo dirija el Interventor. Los diques deberán localizarse de acuerdo a los parámetros indicados en los planos.

El área que ocuparán los diques deberá estar libre de árboles y deberá ser descapotada previamente a la conformación de los diques de acuerdo con las especificaciones "desmonte" y limpieza con reposición y plante de árboles y descapote".

B. Preparación para fundación del terraplén

- a. General. - Inmediatamente antes de colocar el material para los diques, la superficie de la tierra sobre la cual se van a colocar aquellos, debe ser escarbada completamente hasta una profundidad de 15 cm y debe ser cilindrada. Toda la escarificación de la superficie debe ser hecha paralelamente al eje del dique.
- b. Drenaje. - La fundación que va a recibir rellenos, así como el relleno parcialmente terminado, deben mantenerse convenientemente drenados.

C. Materiales para terraplén

Para la construcción del terraplén se podrán utilizar las arcillas limosas o los limos arcillosos provenientes del sector. El área de préstamo deberá ser aprobada por el Interventor, mediante pruebas realizadas en sitio al momento de la construcción de los diques. Los materiales colocados en el terraplén deben estar libres de elementos inadecuados y serán colocados como se especifica en el numeral siguiente.

D. Construcción de terraplenes

- a. General.

El material debe colocarse o esparcirse en capas que antes de ser cilindradas tengan un espesor máximo de 20 cm. Las capas deben iniciarse desde las estacas de chafalán y deben llevarse en forma sustancialmente horizontal con una pendiente suficiente para que haya un drenaje satisfactorio durante la construcción. Cuando en opinión del interventor, la superficie de una capa ya compactada está tan lisa que pueda no adherirse adecuadamente con la capa superior, deberá ser escarificada antes de que la capa superior se coloque encima de ella.

El relleno debe alcanzar una compactación mínima equivalente al 95% del ensayo de compactación Proctor Modificado.

b. Control de humedad.

En general la intención de estas especificaciones es la de preparar los materiales para relleno al contenido de humedad óptimo, para obtener el grado de compactación especificado. Por lo tanto si en la opinión del interventor el material está demasiado seco para una compactación adecuada, el contratista deberá distribuir suficiente agua para obtener la humedad requerida.

En caso contrario, es decir, que el material esté demasiado húmedo se dejará secar hasta que obtenga la humedad óptima, aceptada por el interventor y se procederá a escarificar la capa antes de compactar.

c. Operaciones de compactación.

Cada capa deberá ser compactada con no menos de 4 pasos de un rodillo apisonador que cumpla los requisitos que se dan a continuación. No se deben usar en tandas de más de 2 rodillos, y si esto ocurre cada viaje del cilindro sobre cualquier superficie será considerado como dos pasos. Cada paso del cilindro apisonador debe cubrir el paso precedente o adyacente por lo menos 30 cm. Las reparaciones de terraplén que por cualquier razón no sean accesibles al rodillo, deben ser compactadas por cualquier otro método aceptado, por la Interventoría a la misma compactación del terraplén circundante. Si en la opinión del interventor no se ha llegado a la compactación deseada en cualquier área del terraplén, usando el número especificado de pasos, el contratista deberá efectuar pasos adicionales hasta obtener la compactación deseada. (Compactación mínima 95% del Proctor Modificado). El interventor podrá modificar el equipo de compactación que se deba utilizar en la conformación del dique.

d. Equipo.

Los rodillos apisonadores serán de una o más unidades cada una de las cuales consistirá en un tambor cilíndrico de una longitud no inferior a 1.20 mts. Cada cilindro debe ejercer una presión en el pie de por lo menos 250 libras por pulgada cuadrada, una vez lastrado. La presión en el pie se define como el peso

total del cilindro y lastre dividido por el área total de los pies apisonadores que se hallen en una fila paralela al eje del rodillo. Cada tambor debe tener los pies espaciados o escalonados uniformemente sobre toda la superficie cilíndrica de manera que resulten aproximadamente tres pies apisonadores por cada dos pies cuadrados de superficie de tambor. Los pies apisonadores deben sobresalir de la superficie cilíndrica entre 18 y 25 cm. y deben tener una superficie no menor de 32 ni mayor de 45 cm. cuadrados. Las unidades deben ser equipadas con un dispositivo adecuado para limpiar los pies. Las unidades cilindradoras de tipo múltiple deben poder girar en el marco principal de manera que puedan adaptarse a sus superficies irregulares del terreno y rotar individualmente. El rodillo debe ser manejado por un tractor de tipo de oruga de suficiente potencia para que el cilindro viaje a una velocidad aproximada de 3 km. por hora. El equipo adicional misceláneo, tal como el equipo rociador, el escarificador y el esparcidor, deben ser de un tipo aprobado, adecuado para la construcción de terraplenes. El interventor podrá ordenar al contratista cambiar el tipo de equipo de compactación con el propósito de alcanzar la compactación mínima definida.

e. Acabado.

El terraplén terminado debe llevarse a la sección definida en todos los puntos. La superficie del coronamiento debe quedar libre de huecos o prominencias.

E. Secciones transversales

A menos que se especifique otra cosa, las dimensiones y características de los materiales deben conformarse a las secciones normales del dique que se muestran en los planos. En caso de que el contratista insista en usar materiales de un carácter tal que, en la opinión del interventor, requieran el uso de una sección mayor o distinta que la prescrita en estas especificaciones, para proporcionar una equivalente, la sección mayor o modificada debe construirse sin ninguna compensación adicional en el pago.

F. Tolerancia de la rasante y de los taludes y tolerancia para encogimiento

El dique debe ser construido con la rasante neta y sección mostrada en los planos con la adición de las tolerancias para encogimiento de relleno.

a. Tolerancia en la rasante.

En todos los puntos se permite dejar una tolerancia de 15 cm. por encima de la rasante prescrita, siempre y cuando que cualquier material excedente quede distribuido sobre el coronamiento del dique de manera que haya drenaje hacia el

rio y que no haya depresiones y elevaciones abruptas en la superficie del coronamiento.

b. Tolerancia en los taludes laterales.

Los taludes deberán ser afinados de manera que formen superficies planas libres de ondulaciones excesivas. Se consideran como excesivas las ondulaciones en que la distancia entre protuberancias sea menor de 2 mts. y la profundidad mayor de 0.5 m.

G. Deslizamientos

En caso de que ocurra un deslizamiento de cualquier parte del dique durante su construcción o después de su terminación, pero antes de su aceptación, el contratista deberá remover el derrumbe del dique y luego reconstruir tal porción del dique, una vez que el interventor lo haya ordenado por escrito. Las citadas operaciones serán realizadas sin costo para EL CONTRATANTE.

H. Medida y forma de pago

Los diques a conformar entre el puente de la calle 5ª y 200 mts aguas abajo y cualquier tramo adicional que se conforme con material proveniente del dragado del río, serán pagados incluyendo la planta y mano de obra, equipos y manejo de agua, y toda actividad referente únicamente a descapote, conformación, compactación y empradización de diques. No se hará pago de la explotación con sus actividades anexas, ni del cargue y transporte del material, puesto que su ejecución debe incluirse en los ítems respectivos, es decir: "rectificación del cauce", y/o "excavaciones para obras civiles".

A menos que se especifique de otra manera, los materiales para el terraplén de cualquier descripción especificados en ésta sección, serán medidos para el pago por el volumen determinado por el método del promedio de las áreas extremas. La base para las medidas, serán secciones de las áreas por llenar tomadas inmediatamente antes de las operaciones de relleno, y las secciones terminadas, tomadas en el terreno, realizadas de acuerdo con rasantes, taludes y dimensiones mostradas en los dibujos, con cualquier modificación de ellas, ordenadas por el interventor, o aquí especificadas, con las siguientes limitaciones. 1. No se hará medida por el material adicional resultante de la tolerancia de rasante y de taludes laterales. 2. Tampoco se mide para el pago la tolerancia por encogimiento. 3. Los volúmenes ocupados por estructuras no serán incluidos en la medida para el pago del terraplén.

El precio por metro cúbico para relleno compactado con material importado, incluye el costo de suministrar la planta, mano de obra, herramientas, manejo de agua y demás operaciones inherentes a la colocación del relleno incluyendo la selección y el descapote de las zonas de préstamo, tal como se especifica en esta sección. La selección de la zona de préstamo deberá incluir las pruebas necesarias para garantizar la calidad del material que conformará los diques. No se reconocerá pago alguno por material colocado para tener en cuenta las tolerancias de rasante y de taludes laterales.

Este trabajo incluye la protección de los diques y de los taludes mediante su empradización. Así mismo debe incluir la empradización del área de préstamo.

I. Item de pago

- | | | |
|-----|---|----|
| 5.1 | Relleno compactado con material seleccionado proveniente de excavaciones del sitio o recava | m³ |
| 5.2 | Relleno compactado con material seleccionado importado | m³ |

6. EXCAVACIONES PARA OBRAS CIVILES

Generalidades

Esta actividad comprende la rotura y extracción de materiales para la ejecución de fundaciones, drenajes, desagües, instalación de tuberías y en general toda clase de excavación necesaria para la construcción de las obras.

Las excavaciones deberán ejecutarse como se especifica en esta sección, de acuerdo con los niveles y pendientes que se muestran en los planos o como lo indique el Interventor. Podrán ejecutarse por métodos manuales (pico y pala) o utilizando equipo mecánico adecuado (retroexcavadoras, palas, etc.) de acuerdo con instrucciones y previa autorización por escrito de la Interventoría. Cualquier aumento o disminución en las cantidades excavadas, deberán ser ejecutados por el Contratista a los precios unitarios fijados en el contrato para cada uno de los items de excavación.

En el caso de que los materiales encontrados a las cotas especificadas no sean apropiados para el apoyo de las estructuras o tuberías (materias orgánicas, lodos, material de relleno sin compactar, etc.) o que sea necesario excavar a una

profundidad adicional, la excavación deberá llevarse hasta donde lo ordene el Interventor. Cuando debe emplearse material de préstamo para relleno, éste deberá ser previamente aprobado por el Interventor.

En el caso de que la excavación haya pasado de la profundidad especificada se rellenará con material adecuado aprobado por el Interventor, debidamente apisonado en capas de quince (15) cms. Hasta recobrar el nivel correcto. El Contratista asumirá el costo adicional de la sobreexcavación y relleno si no ha sido autorizado por el Interventor.

En el caso de que la excavación haya pasado del ancho especificado se rellenará con material adecuado, compactado, en la forma y como lo ordene el Interventor. El Contratista asumirá el costo adicional de la sobreexcavación y relleno cuando no haya sido aprobado por el Interventor.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para garantizar la estabilidad de los taludes de las excavaciones y de las construcciones aledañas.

Cuando la excavación se ejecute con equipo mecánico se dejará el margen suficiente para pulir y perfilar manualmente las superficies de acuerdo con los alineamientos especificados.

El Interventor podrá ordenar, a los precios unitarios pactados, excavaciones adicionales en los sitios que presenten deficiente capacidad de soporte para las estructuras.

Se suministrarán todos los equipos, instalaciones, materiales, elementos y mano de obra necesarios encaminados a controlar y evacuar aguas de infiltración, lluvia, escorrentía, inundación o de cualquier otra procedencia que puedan interferir con la ejecución de los trabajos o perjudicar la calidad, estabilidad y conservación de las obras. Estas obras y trabajos provisionales se deberán realizar aún cuando no estén indicadas en los planos ni hayan sido determinadas por el Interventor, y serán mantenidas en buenas condiciones de operación durante el tiempo que sea necesario para que cumplan los fines a que se destinen. Se controlará cuidadosamente el abatimiento del nivel freático para evitar efectos perjudiciales en la estabilidad de la excavación y la capacidad portante del terreno. En las operaciones de bombeo se empleará el menor tiempo posible para no dar lugar a la formación de cárcavas o ampliación innecesaria de las excavaciones.

El Contratista someterá a la aprobación del Interventor el plan detallado para la ejecución de las obras y trabajos contemplados en esta especificación, indicará la localización y características de las obras provisionales, así como el tipo y las

capacidades del equipo de bombeo o sistema de desecación que se propone utilizar.

La aprobación del plan y la autorización para que ejecute cualquier otro trabajo por parte de la Interventoría, no exime al Contratista de su responsabilidad por los daños y perjuicios que se presenten por omisión, descuido o incorrecta ejecución de las obras y operaciones mencionadas en esta especificación.

La medida para el pago de la excavación se referirá a la cantidad del material que haya entre la estructura y el límite de excavación que se muestra en los planos o el indicado por el Interventor.

El pago se hará al precio unitario del contrato para excavación, precio que incluye el costo de suministro de la planta, ingeniería, dirección, mano de obra, materiales y equipo para realizar el trabajo de excavación como se muestra en los planos y/o como lo indique el Interventor.

Clasificación de las excavaciones

a. Excavación en tierra

Quedará comprendido dentro de esta clasificación todo el material no pedregoso excavable por los medios corrientes, (manuales o mecánicos), sin intervención de explosivos y sin que sea indispensable usar equipo mecanizado especial, es decir, se trata de un material que se deje aflojar con el pico y que se pueda remover con la pala manual.

b. Excavación bajo agua

Es aquella que se ejecuta por debajo del nivel freático existente en el momento de hacer la excavación y que exija el uso continuo de equipo mecánico especial para extracción de agua de la zanja, como bombas.

No se considerará como excavación bajo agua la debida a lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto, pérdidas o de corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo. Tampoco será determinante la excavación bajo agua cuando deba hacerse la extracción normal del agua infiltrada o del agua lluvia de la brecha por medio de bombeo.

El Interventor no permitirá el trabajo de instalación de tubería en una excavación inundada por el agua.

c. **Excavación y remoción de muros antiguos**

Comprende la eliminación de los muros viejos a remover del cauce actual. Este material será dispuesto en un lugar aprobado por el DAGMA y el Interventor, y solo será aceptado en los diques si su componente en volumen de relleno es aceptable a juicio del Interventor.

Bombeo

En los sitios en los que debido a lluvias, filtraciones diferentes a las producidas por el nivel freático, fugas, desagües, se inunde la excavación el Contratista deberá secar el fondo de la misma por medio de bombas.

Medida y forma de pago

La medida de las excavaciones será el número de metros cúbicos (m³) excavados a máquina o a mano, ejecutados de acuerdo con estas especificaciones, los planos y las recomendaciones de la Interventoría.

El pago de este ítem incluirá toda la mano de obra, herramienta y equipo empleado en su ejecución. Además debe contemplar el retiro y acarreo de sobrantes hasta el lugar previamente establecido por el Interventor.

Ítem de pago

6.1	Excavación en tierra, en seco	m³
6.2	Excavación en tierra, bajo agua	m³
6.3	Excavación y remoción de muros antiguos	m³

7. RELLENOS PARA OBRAS CIVILES

Descripción

Se considerarán dos tipos de rellenos: Relleno estructural y relleno con material seleccionado.

El relleno estructural consistirá en todo el relleno requerido entre el fondo de la excavación y la parte inferior de las cimentaciones de las estructuras y/o donde lo indique el Interventor.

Antes de proceder con las operaciones de relleno estructural, el área de la excavación deberá estar limpia de todo desperdicio y basura y deberá ser sometida a compactación.

El material para relleno estructural deberá ser colocado en capas horizontales que no excedan de un espesor de 15 cms serán humedecidas apropiadamente, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y cada capa deberá ser compactada a mano, con apisonadores mecánicos o con cualquier otro equipo adecuado.

Se considerarán como rellenos con material seleccionado todos aquellos que no correspondan a rellenos estructurales.

Materiales

Los materiales por emplear en los rellenos se clasifican en:

a. Material seleccionado

Que puede obtenerse también del que proviene de las excavaciones de la recava o de una fuente externa. (Material importado).

El material seleccionado debe cumplir, como mínimo los siguientes requisitos:

1. Estar libre de partículas de arcilla y materia orgánica.
2. Tener un límite líquido menor de 40%.
3. Tener un índice de plasticidad menor de 10%.
4. La fracción que pasa tamiz Icontec 74 (200) debe ser menor del 15%.

b. Balasto de río

Se empleará para los rellenos estructurales y consistirá en cantos rodados bien gradado, con tamaño máximo de partículas de 1½" y que además contenga una porción fina de material limoso que oscile entre el 10% y el 15% en peso.

Forma de ejecución

No se debe colocar relleno sobre terreno que no se haya descapotado. La compactación será hecha con equipo liviano, en capas de 15 centímetros como máximo. Para materiales completamente granulares será necesario ejecutar la compactación con equipos vibratorios.

Cuando se compacte a máquina, se exigirá el uso de pisón neumático en los sitios estrechos y en los rincones donde no llegue la máquina, hasta obtener la densidad exigida.

La superficie final deberá quedar completamente nivelada y a las cotas determinadas por los planos.

Los rellenos deberán compactarse como mínimo a una densidad del 95% del Proctor modificado.

Medida y forma de pago

Los rellenos estructurales y con material seleccionado se medirán por metro cúbico completo de material compactado y aceptado por el Interventor.

A menos que se especifique de otra manera, los materiales para el terraplén de cualquier descripción especificados en ésta sección, serán medidos para el pago por el volumen determinado por el método del promedio de las áreas extremas. La base para las medidas, serán secciones de las áreas por llenar tomadas inmediatamente antes de las operaciones de relleno, y las secciones terminadas, tomadas en el terreno, realizadas de acuerdo con rasantes, taludes y dimensiones mostradas en los dibujos, con cualquier modificación de ellas, ordenadas por el interventor, o aquí especificadas, con las siguientes limitaciones. 1. No se hará medida por el material adicional resultante de la tolerancia de rasante y de taludes laterales. 2. Tampoco se mide para el pago la tolerancia por encogimiento. 3. Los volúmenes ocupados por estructuras no serán incluidos en la medida para el pago del relleno.

El precio por metro cúbico para relleno compactado con material importado, incluye el costo de suministrar la planta, mano de obra, herramientas, manejo de agua y demás operaciones inherentes a la colocación del relleno incluyendo la selección y el descapote de las zonas de préstamo, tal como se especifica en esta sección. La selección de la zona de préstamo deberá incluir las pruebas necesarias para garantizar la calidad del material que conformará los diques. No se reconocerá pago alguno por material colocado para tener en cuenta las tolerancias de rasante y de taludes laterales.

El pago del relleno con material seleccionado, del sitio, proveniente de la recava y excavaciones, cubrirá los costos por mano de obra, materiales y equipo para la colocación, conformación y compactación del relleno, más no habrá pago por explotación ni transporte del material.

Items de pago

7.1	Relleno estructural	m³
7.2	Relleno con material seleccionado del sitio proveniente De excavaciones y recava	m³
7.3	Relleno con material seleccionado importado	m³

8. CONCRETO EN ZAPATAS, ESPOLONES, LOSAS Y MUROS**Descripción**

Esta especificación se refiere a la forma como deberán ser elaboradas y manipuladas las mezclas de concreto para la construcción de zapatas, espolones, losas y muros de protección. Se definen aquí los materiales, equipos y elementos varios así como la colocación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas, acabado y curado del concreto y, en general, todas las operaciones requeridas para terminar tales obras de acuerdo con los planos, las especificaciones, las instrucciones de la Interventoría y las recomendaciones del Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes, Decreto 1400 de 1984 (Capítulos C3, C4, C5 y C6).

Materiales**a. Cemento**

El cemento empleado en las obras del proyecto será portland, tipo 1 y debe cumplir con las Normas Icontec Números 30, 121, 321 ó la C150 de la ASTM para el Tipo 1. El cemento que el Contratista adquiera para las obras deberá ser del mismo tipo y marca del que se haya utilizado para el diseño de las mezclas. El Contratista deberá comunicar al Interventor cualquier cambio de las características o de la procedencia del cemento que desee adquirir y éste determinará las modificaciones o los rediseños de las mezclas que considere necesarios.

Si el Contratista almacena cemento deberá protegerlo contra la humedad y llevar un registro detallado del período de almacenamiento de cada lote. Será prohibido usar

en las obras cemento que haya estado almacenado durante más de un mes o en el que se haya iniciado el proceso de fraguado.

Agregados

Los agregados para el concreto deben cumplir con la Norma Icontec 174; se almacenarán sobre plataformas de madera u otra superficie dura y limpia.

Cuando se almacenen en pilas que estén en contacto con el suelo no se podrán utilizar los primeros 15 centímetros de material. Los distintos tipos y tamaños de agregado fino y grueso, se deberán almacenar en montones separados, lo suficientemente alejados para evitar que los materiales se mezclen. La forma de almacenamiento no deberá permitir la segregación ni la inclusión de materiales extraños a los agregados.

Agregado Fino

El agregado fino será arena natural, lavada u otro material similar que cumpla con los requisitos aquí anotados; se compondrá de granos duros y estará libre de polvo, esquistos, limos, alcalis, ácidos y materias orgánicas o nocivas. El agregado fino para el concreto no podrá contener más de un total de tres por ciento (3%) en volumen de arcilla, limo, mica u otras sustancias extrañas.

Tamíz No.	Porcentaje que pasa
3/8"	100
4	95 - 100
8	80 - 100
16	50 - 85
30	25 - 60
50	10 - 30
100	2 - 10
200	- 5
Modulo de Finura	2.3 - 3.1

b. Agregado Grueso

El agregado grueso será material pétreo triturado y/o clasificado que cumpla con los requisitos aquí anotados; se compondrá de partículas duras y limpias y estará libre de materias orgánicas o nocivas. El porcentaje máximo en peso de arcilla y lutita no deberá exceder del 1%.

Los tipos o tamaños máximos admisibles del agregado grueso serán de 2" o los determinados por el Interventor, con base en las dimensiones de las estructuras proyectadas y/o la disposición del acero de refuerzo. Los procedimientos de explotación y elaboración de los agregados deben permitir el suministro de un producto de características uniformes.

Aditivos

El Contratista podrá usar, previa autorización del Interventor, aditivos que varíen las características de la mezcla, del fraguado o el concreto terminado; para esto deberá presentar al Interventor, con suficiente antelación a su uso, muestras de los aditivos propuestos así como las especificaciones del fabricante. En elementos de concreto reforzado, no será permitido el uso de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas.

Agua

El agua que se use para concreto, mortero y lechada, así como durante el período de curado, deberá ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, sales, álcalis, limo, materia orgánica y otras impurezas. Si el Interventor lo juzga convenientemente el Contratista deberá presentar análisis químicos del agua que proponga utilizar.

Mezclas y clases de concreto

El concreto se compondrá de una mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos finos y gruesos. Se clasificará por su resistencia mínima a la compresión para los fines del pago.

El concreto ciclópeo se compone de concreto de 2.500 psi, y agregado pétreo en una proporción del 40% del volumen total, como máximo.

Diseño de las Mezclas

El Contratista deberá suministrar diseños de los diferentes tipos de mezcla indicando las relaciones de agua-cemento, el asentamiento previsto (Slump) y el peso de los agregados, el cemento y el agua para producir un metro cúbico de concreto de la resistencia especificada. Estas mezclas deberán someterse a ensayos preliminares con 30 días de anticipación y deberán mostrar una resistencia superior en un 15% a la especificada. El costo de estos ensayos será por cuenta del Contratista. Cuando por razón de tiempo no se pueda tener una antelación de 30 días, se aceptarán resultados de termofraguado.

Se efectuarán ensayos de resistencia de materiales cuando sean requeridos por el Interventor.

Los ensayos de cilindros de concreto se harán de acuerdo con las normas ASTM C-192 y C-31 del ACI-214-65 o como lo indique el Interventor. El costo de los ensayos de concreto normales será de cuenta del Contratista, y si las mezclas no cumplen la resistencia especificada, los ensayos adicionales serán también por cuenta del Contratista.

De cada mezcla que el Contratista proponga usar, deberá elaborar tres juegos de tres cilindros de concreto, para ser ensayados a los 7, 14 y 28 días, respectivamente, después de la fecha de vaciado. Los cilindros de concreto se deberán preparar y curar bajo la vigilancia del Interventor o de un representante autorizado por este.

La aprobación previa que dé el Interventor al diseño, los materiales y las resistencias determinadas en el Laboratorio, no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que el Contratista construya con base en ellos, ni lo exime de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines del pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia mínima a la compresión especificada para la respectiva clase de concreto; esta resistencia será determinada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

En general, el Contratista antes del vaciado deberá obtener aprobación del Interventor por las siguientes actividades:

- El sistema o procedimiento de mezclado.
- La preparación de sub-bases o bases.
- El equipo de transporte o vaciado.

- El sistema o procedimiento de vaciado y colocación.
- Las juntas de construcción.
- Los vaciados con lluvia.
- La colocación de partes embebidas como anclajes y pernos en el concreto.

La aprobación anterior no exime de responsabilidad al CONTRATISTA en cuanto a la buena calidad de la obra.

Juntas y partes embebidas

a. Juntas de Construcción:

Todas las juntas que no figuren en los planos y que se requieran para la construcción de las obras, deberán ser aprobadas previamente por la Interventoría.

Todo el refuerzo deberá pasar a través de las juntas. Se deben dejar barras horizontales o llaves cuando las apruebe el Interventor. En los muros y entre muros y cimientos se deben construir llaves longitudinales de por lo menos 4 cms. de espesor.

La superficie del concreto en las juntas debe limpiarse, removiendo las partes sueltas y humedecerse con lechada de cemento antes de colocar otro concreto.

b. Juntas para detener el paso del agua:

Los materiales deben ser lámina de acero, cobre, caucho, plástico, o sintéticos producidos por fabricantes reconocidos.

c. Otras partes embebidas:

Todos los pernos, anclajes, soportes, tuberías para filtros, y varillas de otros elementos estructurales y de las compuertas de chapaleta que vayan en el concreto deberán colocarse y fijarse apropiadamente, antes del vaciado.

Forma de ejecución

El Contratista solamente podrá elaborar y colocar concreto cuando el Interventor lo haya autorizado, previa aprobación del diseño de mezclas, equipo, excavaciones, obra falsa y formaletas, acero de refuerzo correctamente instalado, así como de los procedimientos de colocación de concreto propuestos por aquel. Ninguna de las aprobaciones previas eximirá al Contratista de su responsabilidad por cualquier daño o falla que se presente durante la construcción ni de su obligación de terminar las obras de acuerdo con los planos, y las presentes especificaciones.

a. Equipo

El equipo para la ejecución de las obras de concreto comprende: mezcladora, balanza para el pesaje de los agregados, dispositivos o vehículos para el transporte y colocación de los agregados y la mezcla, vibradores y otros elementos.

La capacidad mínima de las mezcladoras normalmente será de seis pies cúbicos por cochada (mezcladora de un saco). El uso de equipo de menor capacidad o mezclado manual solamente podrá ser autorizado para volúmenes pequeños y elementos de concreto sometidos a bajos esfuerzos. Las mezcladoras deberán ser de un tipo adecuado que permita obtener una mezcla uniforme; deberá tener un depósito para agua y dispositivos que permitan medir con precisión y controlar automáticamente tanto la aplicación de agua como el tiempo de mezclado.

Los vibradores deberán ser del tipo de inmersión y deberán operar a no menos de siete mil revoluciones por minuto (7000 rpm). Los vibradores externos solamente se podrán usar en la construcción de elementos prefabricados y con la autorización del Interventor.

Los dispositivos para el transporte y colocación de la mezcla no deberán causar segregación de los agregados ni producir esfuerzos excesivos, desplazamiento, trepidación o impactos, en la obra falsa o en las formaletas.

b. Excavaciones y/o Rellenos

Antes de iniciar la colocación de concreto, las excavaciones y/o rellenos para las obras deberán estar correctamente terminadas y aceptadas por la Interventoría. Cualquier daño o deterioro ocurrido después de la aceptación deberá ser subsanado por el Contratista a su costo, y con procedimientos aceptados por el Interventor. Todas las superficies de la excavación y/o rellenos que han de ser cubiertas de concreto deberán estar libres de agua estancada, barro, tierra o roca suelta,

escombros o cualquier material extraño y deberán humedecerse inmediatamente antes de iniciar la colocación de concreto, así sea el de solado.

c. Obra Falsa y Formaletas

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de estructuras en concreto u obras similares deberá ser diseñada por el Contratista y aprobada por el Interventor. En el diseño deberán tenerse en cuenta las cargas muertas y vivas a que la obra falsa estará sometida durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, deberán compensarse mediante contraflechas, de tal modo que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los planos.

Las formaletas, tanto de madera como de acero, se ensamblarán firmemente y deberán tener resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que se muestran en los planos.

Las formaletas para las superficies a la vista deberán ser colocadas de manera regular y uniforme con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas.

Antes de iniciar la colocación de concreto, se deberán limpiar las formaletas de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie se deberá cubrir con una capa de aceite u otro producto que evite la adherencia y no manche la superficie del concreto. Las formaletas podrán tener más de un uso, siempre que se les haya limpiado cuidadosamente y no se presenten abultamientos ni combaduras y el Contratista se compromete a no utilizar las formaletas que rechace el Interventor.

d. Mezcla

Las proporciones de los componentes de la mezcla y los agregados deberán ser las del diseño previamente aprobado por el Interventor. Cualquier cambio de cemento, agregados y de las proporciones de esos en la mezcla requieren la autorización del Interventor o el rediseño de la mezcla, si éste lo considera necesario.

Las cantidades de los componentes de la mezcla se medirán y controlarán así:

Cemento:	Por peso
Agregado:	Por peso
Agua:	Por volumen o por peso

La medida de los agregados por volúmen solamente podrá ser autorizada para cantidades de obra pequeñas, bajo la responsabilidad del Contratista y sin perjuicio de la calidad de la obra terminada; en caso de efectuarse, se determinará una relación inicial peso/volumen del agregado y se controlarán estrechamente las variaciones de ésta, durante la construcción.

El tiempo de mezcla, después de que todos los componentes se encuentren en el tambor de la mezcladora, no será menos de uno y medio (1 1/2) minutos ni mayor de dos y medio (2 1/2) minutos. El concreto se mezclará en las cantidades requeridas para uso inmediato. No se usará ningún concreto que haya iniciado fraguado o que se haya mezclado con más de 20 minutos de anterioridad.

e. Colocación del Concreto

Los procedimientos y dispositivos para el transporte y la colocación del concreto así como la secuencia de ésta deberán ser previamente aprobados por el Interventor.

La mezcla deberá colocarse antes de que se haya iniciado el fraguado y dentro de los treinta (30) minutos después de ser mezclada. Toda mezcla que no cumpla con éstos requisitos o que tenga un asentamiento excesivo, no podrá ser incorporada a la obra y deberá ser removida y dispuesta, por el Contratista y a satisfacción del Interventor.

Los procedimientos de colocación no deben producir segregación de los agregados ni desplazamientos del acero de refuerzo o de las formaletas. No será permitido dejar caer la mezcla libremente de alturas mayores de 1.5 metros. Para alturas mayores deberá proveerse canaletas o tolvas previamente aprobados por el Interventor.

Cuando el concreto se coloque bajo agua, esta no podrá estar en movimiento y la manguera o tubo mediante el cual se deposita la mezcla deberá permanecer embebido en ella; el diseño de la mezcla debe garantizar que el asentamiento sea menor de 6". Se evitará agitar el concreto depositado. Luego de colocado, el nivel

del agua en el espacio debe conservarse estático hasta que el concreto haya endurecido.

No será permitido colocar mezcla fresca sobre concreto parcial o totalmente fraguado sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

La colocación de agregado ciclópeo deberá ajustarse a los siguientes requisitos: La piedra deberá colocarse cuidadosamente (no deberá dejarse caer) en la mezcla de concreto simple; deberá ser limpia y haberse mojado antes de ser colocada. En estructuras con espesor menor de 0.8 metros, la distancia libre entre piedras o entre piedras y superficies de la obra no será menos de diez (10) centímetros. En estructuras de mayor espesor, las respectivas distancias no serán menos de quince (15) centímetros. En estribos y pilas, no podrá usarse agregado ciclópeo en los últimos cincuenta (50) centímetros debajo de la superficie de asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el cuarenta por ciento (40%) del volumen total de concreto.

f. Vibración

Todas las muestras de concreto deberán ser compactadas mediante vibración, con la posible excepción de estructuras pequeñas sometidas a bajos esfuerzos o si así lo autoriza el Interventor. Los vibradores deberán tener suficiente capacidad para compactar adecuadamente cada cochada antes de que se coloque la siguiente.

La vibración deberá aplicarse de manera uniforme a toda la masa de la mezcla y deberá suspenderse antes de que cause segregación de agregados y mortero. La vibración no debe usarse para transportar mezcla dentro de las formaletas ni debe aplicarse directamente a formaletas o acero de refuerzo, especialmente si esto afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

g. Curación

Las superficies del concreto terminado se deberán curar, con agua o mediante el recubrimiento con un material impermeable.

La curación con agua se extenderá sobre un período de siete (7) días, durante los cuales todas las superficies se deberán mantener húmedas. La curación con material impermeable se hará con "Antisol" u otro producto similar, el cual se aplicará a las superficies de concreto, tan pronto se haya evaporado el agua de fraguado o removido la formaleta.

h. Remoción de Formaletas y obra falsa

- Aplicación de carga

Los períodos mínimos admisibles, después de la colocación del concreto, tanto para la remoción de formaletas y obra falsa como para la apertura al tránsito o la colocación de rellenos, sobre o a lo largo de la estructura, serán determinados por el Interventor de acuerdo con las características del concreto; de la obra y del clima, pero en principio serán mínimo 20 días. Ninguna de las autorizaciones respectivas del Interventor eximirán al Contratista de su responsabilidad por la calidad y estabilidad de la obra o por cualquier defecto o daño que pueda ocurrirle, especialmente aquellos que se puedan atribuir a esfuerzos excesivos en la estructura, causados por procedimientos inadecuados en la remoción de formaletas u obra falsa, en las aplicaciones de carga o en combinaciones de ambas.

i. Acabado y Reparaciones

Todas las superficies de concreto que quedarán expuestas a la vista en las estructuras terminadas deberán ser lisas, regulares y libres de depresiones, protuberancias y otros defectos visuales o de alineamiento.

Cualquier protuberancia que se advierta con posterioridad al fraguado deberá rebajarse.

Las formaletas en las superficies laterales e inferiores de las estructuras de concreto así descubiertas deberán resanarse inmediatamente y eventualmente reparar, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor. No será permitido resanar superficies defectuosas con capas de mortero. El exceso de hormigueros o cavidades y otros defectos será causa de rechazo de la respectiva obra.

j. Cinta flexible PVC para sellar Juntas de construcción

Todas la Juntas de construcción especificadas en los planos se sellarán con cinta PVC 0-22, colocada centrada perimetralmente y perpendicular por su lomo a la Junta de construcción de tal manera que la mitad de su ancho quede embebida en el concreto del primer vaciado y la otra mitad en el siguiente.

Medida y forma de pago

A no ser que la respectiva obra esté cubierta por otro ítem de pago la medida será el número de metros cúbicos, aproximados al décimo de metro cúbico, de obra de concreto terminada de acuerdo con los planos, las especificaciones y las instrucciones del Interventor. No se medirá, para fines del pago, obra ejecutada fuera de las dimensiones o líneas establecidas en planos y especificaciones. De los volúmenes calculados se deducirán los correspondientes a tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y cables de alta resistencia.

El pago se hará por metro cúbico de concreto de las diferentes clases especificadas, a los respectivos precios unitarios del contrato y por toda obra aceptada a satisfacción del Interventor.

Los precios unitarios deberán cubrir todos los costos de suministro y eventual elaboración de los materiales componentes del concreto así como el diseño y la preparación de las mezclas; el suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de las excavaciones y la construcción de obra falsa y formaletas, inclusive el suministro de todos los materiales y elementos; el transporte y la colocación de las mezclas, su vibrado, la curación del concreto terminado, el acabado o reparación de sus superficies y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de las obras especificadas. Los precios unitarios deberán cubrir además los costos de aditivos y patentes que use el Contratista y los de todos los ensayos especificados (inclusive el suministro de moldes para éstos). El sobre costo por el tipo de acabado del concreto (a la vista) deberá ser absorbido por el costo general de los concretos para cada elemento estructural.

Solamente habrá pago separado por el acero de refuerzo tubos Ø2" para alivio de nivel freático, los cables de alta resistencia empleados en las obras de concreto, y la cinta flexible PVC para sellar juntas de construcción.

Ítem de pago

8.1	Concreto en solados $e = 0.07$ m ($f_c' = 105$ kg/cm ²)	m ³
8.2	Concreto en zapatas y losas ($f_c' = 210$ kg/cm ²)	m ³
8.3	Concreto en muros ($f_c' = 210$ kg/cm ²)	m ³
8.4	Concreto en espolones ($f_c' = 210$ kg/cm ²)	m ³

- 8.5 Concreto en vigas (sobreelevaciones ($f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$) m^3
- 8.6 Concreto en columnas (sobreelevaciones ($f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$) m^3
- 8.7 Cinta Sika PVC para muros de dilatación (ancho 0.22 m) ml
- 8.8 Salidas en tubo PVC Ø2" para alivio del nivel freático un

9. MUROS DE LADRILLO

Descripción

Esta especificación se refiere al suministro, transporte y colocación de todos los materiales necesarios para la construcción de muros en mampostería, de acuerdo con los alineamientos, dimensiones, elevaciones y detalles indicados en los planos.

Materiales y equipos

Los materiales a utilizar de acuerdo con lo especificado en los planos serán de bloque cemento hechos a máquina y de primera calidad, de textura y tamaño uniforme, exentos de defectos que desmejoren su resistencia, durabilidad o apariencia.

No se permitirá el uso de piezas con grietas e imperfecciones.

Se utilizarán los equipos y herramientas adecuados para este tipo de trabajos.

En caso de que el ladrillo sea de otro material ó tenga otras dimensiones de las indicadas, el Contratista deberá hacer los ajustes a las cotas de los planos, las cuales deberán ser aprobadas por el Interventor.

Procedimiento de ejecución

La utilización de los diferentes materiales se hará de conformidad con lo especificado en los planos. En general los muros deberán ser de veinte (20) de espesor.

El mortero que se utilice tendrá proporción de cemento-arena de 1 a 3.

Antes de colocar los ladrillos se humedecerán con agua limpia con suficiente anticipación para que estén superficialmente secos en el momento de asentarlos.

Cada ladrillo se colocará en lecho completo de mortero, el cual se exenderá de manera que su espesor sea uniforme. A los extremos de los ladrillos se les deberá aplicar suficiente mezcla para llenar la junta vertical.

Item de pago

Muro de ladrillo tizón m²

10. ACERO DE REFUERZO

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación y amarre del acero de refuerzo en las estructuras de concreto, de la clase, tamaño, forma, calidad y cantidad establecidos en los planos, determinados por el Interventor y de acuerdo con el Código Colombiano de Construcción Sismo-Resistente Decreto 1400 de 1984.

Materiales

El acero de refuerzo consistirá en varillas se denominarán por el número que corresponde al diámetro nominal de éstas, expresado en el número de octavos de pulgada.

Las varillas de refuerzo deberán ser suministradas por el Contratista libres de defectos, dobladuras y curvas que no puedan ser enderezadas completamente y con facilidad en el campo a satisfacción del Interventor.

Se utilizarán barras redondas (lisas) con un límite de fluencia de 2400 K/cm² para un diámetro $\leq 3/8"$ y barras redondas corrugadas con límite de fluencia de 4200 K/cm² para un diámetro de $\geq 1/2"$ de acuerdo con los planos, las cuales se ajustarán a las normas ASTM-15-62 y ASTM-615-68 respectivamente.

Procedimientos de construcción

a. Listas de Diagramas de Despiece

Cuando los planos no incluyen listas y diagramas de despiece, el Contratista deberá prepararlos y someterlos a la aprobación del Interventor con una anticipación no menor de quince (15) días, antes de ordenar el corte y doblado de las barras. Dicha aprobación, no eximirá al Contratista de su responsabilidad por la exactitud de las listas y diagramas de despiece, ni de su obligación de suministrar, doblar y colocar el refuerzo en forma correcta de acuerdo con estas especificaciones.

b. Doblamiento

Las varillas deberán ser dobladas en frío y de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor.

Los radios mínimos de doblamiento, medidos en la parte interior de la varilla, serán los siguientes:

Número de Varilla	Radio Mínimo (en número de diámetros de la Varilla)
Nos. 2 a 8	3
Nos. 2 a 11	4

Los radios mínimos de doblamiento de flejes, estribos u otros elementos similares de amarre serán iguales a dos veces el diámetro de la varilla.

c. Empalmes

Solamente se permitirán los empalmes mostrados en los planos, salvo que el Interventor apruebe modificaciones. Los empalmes de varillas paralelas, sometidas a esfuerzo de tracción y en el mismo elemento estructural, deberán ser alternados mientras esto sea posible; si los planos no indican longitudes de empalme éstas no serán menores que las indicadas en el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes Decreto 1400 de 1984 (Capítulo C.12).

Las varillas empalmadas deberán amarrarse entre sí por medio de alambres. Solamente se podrán hacer empalmes soldados si éstos están mostrados en los planos y previamente autorizados por el Interventor.

d. Sustituciones

Salvo aprobación escrita del Interventor no se permitirá sustituir varillas de un diámetro por otro.

c. Colocación

Las varillas, antes de su colocación, deberán estar libres de óxido, aceite, pintura, grasa y cualquier otro material extraño.

Las varillas de refuerzo se colocarán en su posición correcta, de acuerdo con el plano, y se fijarán adecuadamente para que no sufran desplazamientos durante la colocación y vibración del concreto. En las intersecciones, las varillas serán amarradas entre sí por medio de alambre.

Las distancias especificadas entre varillas o entre varillas y formaletas se mantendrán por medio de tirantes, bloques de mortero premoldeado, tensores, u otros dispositivos previamente aprobados por el Interventor. Las varillas u otras piezas que han de sobresalir de las superficies de concreto deberán ser colocadas de acuerdo con los planos, antes de iniciar la colocación del concreto.

El Interventor deberá inspeccionar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que inicie la colocación del concreto.

El recubrimiento del refuerzo, medido como la distancia libre entre la cara exterior de la varilla y la superficie del concreto, será el mostrado en los planos; en caso tal que éstos no lo indiquen se deben cumplir los indicados en el Capítulo C7.7 del Código de Construcciones Sismo-Resistentes, Decreto 1400 de 1984.

Medida y forma de pago

La medida para el pago del acero de refuerzo será el número de kilogramos de varillas de refuerzo, incluyendo los empalmes, colocadas según lo indicado en los planos, listas de despiece o lo ordenado por el Interventor.

La medida no incluye el peso de las abrazaderas, alambre, separadores, silletas de alambre o cualquier otro material usado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio.

El pago incluirá todos los costos por suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por todo el trabajo, materiales, equipo e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo especificado. Los desperdicios serán por cuenta del Contratista.

Item de pago

10.1	Acero de refuerzo	$\varnothing \leq 3/8"$ ($f_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$)	kg
10.2	Acero de refuerzo	$\varnothing \geq 1/2"$ ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$)	kg

11. MANEJO DEL RIO MELENDEZ

EL Contratista suministrará todos los equipos, instalaciones, materiales, elementos y mano de obra necesarios encaminados a controlar y evacuar aguas negras de infiltración, lluvia, escorrentía, inundación o de cualquier otra procedencia que puedan interferir con la ejecución de los trabajos o perjudicar la calidad, estabilidad y conservación de las obras. Estas obras y trabajos provisionales se deberán realizar aún cuando no estén indicadas en los planos ni hayan sido determinadas por el Interventor, y serán mantenidas en buenas condiciones de operación durante el tiempo que sea necesario para que cumplan los fines a que se destinen. Se controlará cuidadosamente el abatimiento del nivel freático para evitar efectos perjudiciales en la estabilidad de la excavación y la capacidad portante del terreno. En las operaciones de bombeo se empleará el menor tiempo posible para no dar lugar a la formación de cárcavas o ampliación innecesaria de las excavaciones.

El Contratista someterá a la aprobación del Interventor el plan detallado para la ejecución de las obras y trabajos contemplados en esta especificación, indicará la localización y características de las obras provisionales, así como el tipo y las capacidades del equipo de bombeo o sistema de desecación que se propone utilizar.

La aprobación del plan y la autorización por parte del Contratante para que ejecute cualquier otro trabajo, no exime al Contratista de su responsabilidad por los daños y

perjuicios que se presenten por omisión, descuido o incorrecta ejecución de las obras y operaciones mencionadas en esta especificación.

Su pago se realizará en forma global, incluyendo todos los equipos, mano de obra, materiales utilizados para llevar a cabo el plan durante todo el tiempo que dure la obra.

Item de pago

11.1 Manejo del rio Meléndez

Global

ANEXO D
PLANOS