

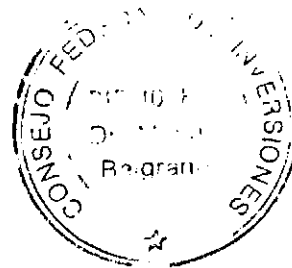
O/H. 1112
619v

Resumen bueno 46458
sin soporte

CONVENIO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE SANTA FE



**LOCALIDAD DE TORTUGAS. VERIFICACIÓN SITUACIÓN DE
RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS EXTREMOS**

INFORME FINAL

**Ing. Ricardo Giacosa
Noviembre 2001**

CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE SANTA FE

**LOCALIDAD DE TORTUGAS. VERIFICACIÓN SITUACIÓN DE
RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS EXTREMOS**

**VERIFICACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE APORTES DE AREAS
RURALES PRÓXIMAS A LA LOCALIDAD DE TORTUGAS**

ITEM A

VERIFICACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE APORTES DE ÁREAS RURALES PRÓXIMAS A LA LOCALIDAD DE TORTUGAS

INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA FÍSICO

2.1. Ubicación geográfica

2.2. Rasgos fisiográficos

3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

3.1. Generalidades

3.2. Delimitación de subcuencas para modelación

3.3. Determinación de tormentas de proyecto

3.4. Determinación de hidrogramas de crecidas

4. VERIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE CONDUCCIÓN DE LOS CANALES INTERCEPTORES

4.1. Canal interceptor Norte N° 1

4.2. Canal interceptor Norte N° 2

4.3. Canal interceptor Norte N° 3

4.4. Canal interceptor Este

5. PUNTOS CRÍTICOS. INFLUENCIA DE LAS OBRAS

6. SÍNTESIS

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO 1 :

Gráficos

1. Hidrogramas para recurrencias de proyecto.

Tablas

1. Parámetros físicos de la cuenca

2. Caudales máximos para distintas recurrencias

3. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 1 vs caudales simulados

4. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 2 vs caudales simulados

5. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 3 vs caudales simulados

6. Contraste de capacidades de conducción de calle-canal Este vs caudales simulados

Planos

1. Áreas de aportes rurales y urbanos. Ubicación de canales interceptores

ANEXO 2: Fotografías

ANEXO 3 :Archivos de salida modelo de simulación ARHYMO

RESUMEN

El presente trabajo contiene los resultados de la verificación simulación hidrológica-hidráulica de los aportes de áreas rurales a la localidad de Tortugas (Prov. de Santa Fe) y la incidencia de las obras previstas ante tormentas extremas superiores a la de proyecto.

Para la determinación de los caudales máximos en cada una de las subcuencas de aportes al casco urbano, se aplicó el modelo de simulación ARIHYMO. Los mismos fueron determinados para distintos tiempos de recurrencia, en secciones hidrológicas de control previamente seleccionadas y con situaciones de obras proyectadas.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por objeto la aplicación de un modelo de simulación hidrológica para la determinación de caudales máximos asociados a recurrencia de proyecto ($T_r = 10$ años) y para tormentas con recurrencias sensiblemente superiores a las de proyecto.

Para ello se implementó el modelo ARHYMO de transformación lluvia - caudal en diferentes secciones de interés.

Es importante resaltar que si bien no existen registros de caudales medidos, no obstante se dispone de una detallada información cartográfica que permite una adecuada discretización y obtención de los parámetros físicos.

A efectos de evitar el ingreso de caudales provenientes del sector rural al casco urbano, el Gobierno de la Provincia de Santa Fe se encuentra ejecutando una serie de obras hidráulicas que consisten básicamente en canales interceptores y derivadores de dichos excedentes y obras complementarias.

Ante la ocurrencia de precipitaciones intensas registradas en la región, con recurrencias sensiblemente superiores a la de proyecto, se evalúan los eventuales derrames de tormentas que superen la de diseño, y su influencia en el casco urbano.

2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA FÍSICO

2.1. Ubicación geográfica

La localidad de Tortugas está ubicada sobre la margen este del arroyo homónimo y su casco urbano se desarrolla al sur de la ruta Nacional N° 9.

El arroyo tortugas conjuntamente con el canal San Antonio constituye el límite interprovincial entre Santa Fe y Córdoba hasta su desembocadura en el río Carcarañá.

2.2. Rasgos fisiográficos

La zona en estudio corresponde a las áreas de aportes rurales y suburbanas localizadas al noreste del casco urbano.

Ésta constituye una unidad fisiográfica caracterizada por un relieve muy pronunciado con pendientes de terreno comprendidas entre 2.5 y 7 m/km. El desnivel existente entre las zonas más elevadas y la sección de cierre es de 45 metros en solo 6000 m de distancia.

En la actualidad, la red de drenaje difiere sustancialmente de sus condiciones naturales, y responde la traza de caminos rurales, los cuales tienen un papel determinante en la dinámica hídrica superficial. Éstos actúan como interceptores del escurrimiento y ante la magnitud de las pendientes topográficas los caminos se encuentran a cotas muy inferiores en relación a la de terrenos aledaños producto de procesos erosivos.

Los caminos se comportan como verdaderos canales, y en consecuencia los aportes al casco urbano, se han ido incrementando.

Por otra parte el arroyo Tortugas constituye el límite sur y este, y sus desbordes además de

anegar el casco urbano, impiden el normal drenaje de los excedentes pluviales provenientes de las áreas rurales aledañas.

3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

3.1. Generalidades.

El modelo empleado en este estudio es, hoy en día, una de las herramientas de cálculo hidrológico más difundidas, debido a su versatilidad y adaptabilidad a distintos casos para simular procesos de transformación lluvia-caudal, generados por tormentas en zonas rurales.

Se calcularon hidrogramas en las secciones consideradas como de salida de las subcuencas, y puntos críticos donde se producen interferencias y desvíos de los caudales. Luego se realiza el tránsito de la crecida por estos caminos canales, obteniendo la suma de hidrogramas en cada aporte de subcuenca y realizando un nuevo tránsito de la crecida, hasta llegar a la sección de salida de la cuenca.

3.2. Delimitación de subcuencas para modelación

El modelo ARHYMO permite discretizar la cuenca en subcuencas de aportes y efectuar los traslados de crecidas a través de los cursos ya sean naturales o artificiales.

Se subdividió la cuenca en subcuencas con características hidrológicas homogéneas. Las mismas se presentan en el plano N°1.

Para su definición se utilizó la información topográfica existente, y el plano de dinámica hídrica elaborado por el Convenio C.F.L.-Provincia de S. Fe, en escala 1: 50.000, la cual es suficiente para el grado de detalle requerido. Esta información además fue complementada con una recorrida de campo realizada los días 14-15 de julio 2001.

En total se consideraron 10 subcuencas con áreas comprendidas entre 2 y 11.6 km².

3.3. Determinación de tormentas de proyecto

La determinación de tormentas de diseño correspondientes a diferentes recurrencias T con destino al dimensionamiento o verificación de obras hidráulicas u obras de paso, depende fundamentalmente de la información disponible, tamaño de la cuenca de aportes, del tipo de obra y su importancia.

La tormenta de diseño, también denominada tormenta de proyecto tiene un propósito netamente ingenieril. Cuando se utilizan métodos de transformación lluvia - caudal como hidrogramas unitarios deducidos o sintéticos, o modelos de tormentas, se requiere adoptar criterios de distribución espacial y temporal.

Para el presente caso, se trata de verificar el dimensionamiento de obras de conducción y paso, por lo cual interesa fundamentalmente el caudal máximo a la salida de la cuenca de aportes en la sección de interés, no resultando tan importante el volumen total de escorrentía y la forma del hidrograma.

Considerando la pequeña extensión de las áreas de aportes superficiales al casco urbano de la localidad de Tortugas, del orden de los 58 Km², las características del terreno (fuertes pendientes), y conducción de excedentes por caminos-canales, hace que el tiempo de concentración sea de aproximadamente 90 minutos, razón por la cual se ha adoptado un paso de tiempo de 10 minutos.

No existe para la cuenca un estudio de lluvias intensas actualizado, ni registros pluviográficos. No obstante en este año en la región se han producido eventos extremos que superan ampliamente las tormentas de proyecto (Tr: 10 años), que si bien tienen una muy baja probabilidad de repetirse en un mismo punto, su ocurrencia en algún punto de la región es de una probabilidad mucho mayor.

A efectos de analizar la incidencia de tormentas de iguales características a las registradas en la región, se analizó información suministrada por el Convenio CFI-Prov. de Santa Fe, seleccionándose un evento considerado extremo medido en la localidad de Bouquet. (164 mm en 2.5 horas) el 26 de enero de 2001.

Para asociar estos eventos extremos a recurrencias de referencia, se utilizaron las curvas IDF de la ciudad de Rosario, por tratarse de una estación climatológica de primer orden, muy confiable y representativa de las lluvias intensas de la región.

En síntesis se escogieron tres tormentas a simular:

- | | | |
|--------------------------|------------------------|---|
| 1. Intens = 43.8 mm/hora | Duración= 90 minutos | Tr: 10 años (tormenta sintética) |
| 2. Intens = 64 mm/hora | Duración = 150 minutos | Tr: > 1000 años (registrado en Bouquet el 26/01/2001) |
| 3. Intens= 64 mm/hora | Duración = 90 minutos | Tr: 25 años |

3.4. Determinación de Hidrogramas de Crecidas.

Para la desagregación de la cuenca se consideró el mismo esquema al utilizado para el proyecto (2). La dinámica de escurrimiento se encuentra fuertemente condicionada por la red de caminos, los cuales actúan de interceptores-derivadores del escurrimiento superficial. En total se determinaron 10 subcuencas de las cuales dos corresponden al casco urbano.

A los efectos de descontar las pérdidas de precipitación y obtener el volumen disponible para escurrir, el modelo utiliza el método de estimación de pérdidas del Servicio de Conservación de Suelos (E.E.U.U.), conocido como método del CN.

Se adoptó, como condición de proyecto, la condición de humedad antecedente tipo II y se seleccionó el número de curva teniendo en cuenta la Información existente respecto al tipo y uso de suelo en las distintas regiones. Asimismo se tuvo en cuenta valores de este parámetro obtenidos en cuencas de similares características y tamaño.

Se efectuaron diferentes ensayos haciendo variar los parámetros de CN (entre 75 y 80) y

calculando la abstracción inicial en forma automática. Esto permite ver la sensibilidad del modelo a esos parámetros. No obstante el no disponer de tormentas y caudales medidos no permitió ajustar el volumen de escurrimiento, por lo que se consideraron condiciones promedio para toda el área.

Se utilizaron las tres tormentas indicadas en el punto 3.3, para determinar los hidrogramas de crecidas de diseño.

Los parámetros físicos utilizados en el computo de producción de cada subcuenca se presentan en la tabla N° 1

En la tabla N° 2 se presentan los caudales pico, tiempo al pico y volúmenes correspondientes a secciones características y para cada una de los eventos simulados.

4. VERIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE CONDUCCIÓN DE LOS CANALES INTERCEPTORES

4.1. Canal interceptor norte N° 1

Este canal de 5700 metros de longitud recibe los aportes de las subcuencas A_1 y A_2 . Entre progresivas 1000 y 5700 aporta el área A_2 y entre progresiva 0 y 1000 recibe la suma de $A_1 + A_2$.

La capacidad de conducción de la calle canal es de 110 m³/seg.

Tabla N° 3 Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 1 vs caudales simulados

Tramo	Q canal	Qcalle-canal	Q1	Q2	Q3
000- 1000	5.6 m ³ /seg	110 m ³ /seg	47 m ³ /seg	168 m ³ /seg	90 m ³ /seg
1000 –5700	5.6 m ³ /seg	110 m ³ /seg	26 m ³ /seg	100 m ³ /seg	52 m ³ /seg

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

El canal interceptor norte N° 1 tiene capacidad suficiente para conducir los volúmenes de escurrimientos producidos de las tormentas simuladas N° 1 y 3. Aún en el caso de la tormenta N° 2 si bien los caudales en el tramo próximo a desembocadura (Q=168 m³/seg) superan la capacidad de conducción de la calle canal (Q=110 m³/seg) el bordo impide el paso de los excedentes hacia el sur por lo que dichos volúmenes escurrirían por terreno natural al norte del canal.

Es importante señalar la magnitud de la pendiente de esta calle-canal : 7 m/km. Esto da lugar a que se produzcan velocidades del orden de los 2.2 a 2.5 m/seg., que ante las características de los suelos del lugar son altamente erosivas.

4.2. Canal interceptor N° 2

Este canal interceptor tiene una longitud de 2500 metros y recibe los aportes de las subcuencas B₁₋₁, B₂ y B₃.

La capacidad de conducción de dicho canal determinada por el proyecto se encuentra comprendida entre 11 y 28 m³/seg.

En progresiva 2500 los aportes conducidos por el camino en dirección norte-sur, son interceptados y derivados hacia el canal N° 2 en dirección este-oeste mediante una obra de sobreelevación de calzada y una alcantarilla oblicua de Luz= 4 m, H= 2.5 m .

Los caudales derivados al canal en progresiva 2500 son limitados por la capacidad de conducción de la alcantarilla (11m³/seg). Estos caudales son a su vez laminados por efecto de la sobreelevación de la calzada que impide que el agua continúe en dirección norte-sur.

Entre progresiva 0 y 1250 el canal interceptor N° 2 recibe los aportes de las áreas B₁₋₁, B₂ y los laminados por la alcantarilla correspondiente al área B₃. En este tramo si bien los aportes se incrementan sustancialmente para las tres tormentas, se produce un anegamiento de terreno natural sin sobrepasar la cota de terraplén.

En la tabla N° 4 se presentan las capacidades de conducción del canal interceptor N° 2 en distintos tramos y los respectivos caudales asociados a las tormentas escogidas.

Tabla N° 4 Contraste de capacidades de conducción de calle-canal N° 2 vs caudales simulados

Progresiva	Q canal	Q1	Q2	Q3	Areas de Aportes
+000	28 m ³ /seg	42 m ³ /seg	159 m ³ /seg	82 m ³ /seg	B ₁₋₁ + B ₂ + B ₃ .
+1250	18 m ³ /seg	30 m ³ /seg	114.4 m ³ /seg	60 m ³ /seg	B ₂ + B ₃ .
+2500	11 m ³ /seg	20 m ³ /seg	79.4 m ³ /seg	40 m ³ /seg	B ₃ .

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

Es importante señalar que el buen funcionamiento de estos interceptores dependerá en buena medida de un mantenimiento sistemático, por cuanto las velocidades de escorrentía son superiores a los 2 m/seg. lo que da lugar a procesos altamente erosivos.

4.3. Canal interceptor norte N° 3

Este canal interceptor escurre por la cuneta norte de la ruta Nacional N° 9. Tiene una

longitud de 1785 metros y recibe los aportes de la subcuenca D.

La capacidad de conducción de dicho canal determinada por el proyecto se encuentra comprendida entre 4 y 11 m³/seg. En el tramo comprendido entre progresiva 400 y 1000 el recrecimiento de un bordo sobre la cuneta norte, le permite incrementar la capacidad de conducción de caudales extremos que si bien generan anegamientos temporarios sobre la margen derecha del canal, el bordo impide su traspaso hacia la ruta N° 9 y finalmente su acceso al casco urbano.

En progresiva 1785 recibe los aportes del área ubicada al norte de ruta 9 y al este del camino rural, continuación de calle Alcorta.. Estos volúmenes conducidos por el camino rural, en dirección norte-sur, son interceptados y derivados hacia el canal N° 3 en dirección este-oeste por la cuneta norte de la ruta N° 9.

En la tabla N° 5 se presentan las capacidades de conducción del canal interceptor N° 3 en distintos tramos y los respectivos caudales asociados a las tormentas escogidas.

Tabla N° 5 Contraste de capacidades de conducción de canal N° 3 vs caudales simulados

Progresiva	Q canal	Canal hasta bordo	Q1	Q2	Q3
400 m	7 m ³ /seg	105 m ³ /seg	11 m ³ /seg	35 m ³ /seg	21 m ³ /seg
1785 m	4 m ³ /seg	105 m ³ /seg	6 m ³ /seg	20 m ³ /seg	11.2 m ³ /seg

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

4.4. Canal interceptor Este

Este canal intercepta y deriva los aportes de las areas correspondientes a las subcuencas C1 y C2, conduciéndolas hacia el arroyo Tortugas por la calle localizada inmediatamente al Este del casco urbano.

El canal se desarrolla entre ruta Nacional N° 9 y su desembocadura en el arroyo, con una longitud de 2170 metros. La capacidad de conducción de dicho canal determinada por el proyecto se encuentra comprendida entre 23 y 33 m³/seg. En dicho tramo el recrecimiento de un bordo (altura comprendida entre 0.80 m y 1.60 m), sobre la cuneta Este, le permite incrementar la capacidad de conducción y evitar el traspaso de excedentes hacia el casco urbano.

En la tabla N°6 se presentan las capacidades de conducción del canal interceptor N° 3 en distintos tramos y los respectivos caudales asociados a las tormentas escogidas.

Tabla N° 6 Contraste de capacidades de conducción de canal Este vs caudales

simulados

Progresiva	Q canal	C canal hasta bordo	Q1	Q2	Q3
0 m	33 m ³ /seg	230 m ³ /seg	33 m ³ /seg	130 m ³ /seg	65 m ³ /seg
565 m	33 m ³ /seg	230 m ³ /seg	33 m ³ /seg	130 m ³ /seg	65 m ³ /seg
2170 m	23 m ³ /seg	135 m ³ /seg	25 m ³ /seg	99 m ³ /seg	50 m ³ /seg

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

En progresiva +2170 m (cruce con ruta 9) se inicia el canal interceptor Este, y confluyen los aportes de la subcuenca C₁, en tanto en progresiva +565 m corresponde al cruce con el FFCC y recibe la suma de los aportes de las áreas C₁ y C₂.

El canal y bordos laterales tienen capacidad suficiente para contener los aportes de las crecidas analizadas.

5. PUNTOS CRITICOS. INFLUENCIA DE LAS OBRAS PARA EVENTOS EXTREMOS

Canal Interceptor Norte N° 1

Este canal no presenta problemas en cuanto a posibles transfluencias del escurrimiento hacia el casco urbano para los eventos extremos analizados. Debe considerarse que la magnitud de las velocidades de escurrimiento (2.2 m/seg) producto de las fuertes pendientes da lugar a procesos altamente erosivos.

Canal Interceptor Norte N° 2

El punto crítico de este canal, corresponde a la obra de arte localizada en su inicio (progresiva +2500 m) la cual capta los aportes conducidos por el camino en dirección norte-sur, y los deriva hacia el canal N° 2 en dirección este-oeste. La sobreelevación de calzada impide la continuidad del flujo en dirección Norte-Sur hacia el casco urbano.

El buen funcionamiento de esta obra dependerá de un correcto mantenimiento, por cuanto los procesos erosivos actualmente observables en dicho camino son de gran magnitud. Las velocidades de escorrentía estimadas son superiores a los 2 m/seg.

Canal Interceptor Norte N° 3

Este canal no presenta problemas en cuanto a posibles transfluencias de escurrimiento para

los eventos extremos analizados. El principal problema al igual que los canales anteriores, lo constituyen las velocidades altamente erosivas.

Canal Este

Para los eventos de diseño, el canal tiene capacidad suficiente para conducir los valores de caudales.

Para eventos extremos, este canal tiene dos puntos críticos y corresponden a las obras de arte en los cruces de ruta 9 (2170 m) y FFCC (+565 m). Ambas obras tienen una capacidad de conducción de 23 m³/seg.

En la primera, en caso de producirse tormentas que superen a la de diseño, los volúmenes que excedan la capacidad de conducción de la alcantarilla, sobrepasarían la calzada de ruta 9 ingresando al casco urbano.

En la segunda alcantarilla converge el flujo paralelo a la vía del FFCC(sentido Este-Oeste) y el proveniente del canal interceptor Este (sentido Norte-Sur) lo cual ante las fuertes pendientes introduce un factor de riesgo a la erosión. Si bien la capacidad de conducción es similar a la alcantarilla de ruta 9 en caso de producirse tormentas superior a la de diseño, el bordo sobre la margen derecha del canal interceptor Este, contendría los desbordes del canal.

Una tormenta de similares características a la registrada en Bouquet, generaría caudales de casi 100 m³/seg, que si bien no sobrepasa la cota de la defensa correspondiente al canal Este tiene su punto crítico en su intersección con ruta 9 ya que esta obra de paso admite 23 m³/seg. Ello arrojaría un volumen de ingreso al casco urbano del orden de 0.58 Hm³. En caso de que ingrese toda la masa de agua (hipótesis en caso de ruptura del terraplén de tierra), el volumen adicional sería de 0.36 Hm³. Estos volúmenes ingresarían por el sector noreste de la ciudad generando anegamientos temporales en dicho sector, y serían retenidos en los sectores bajos de la localidad que se encuentran por debajo de cota 72 m.

Ante este escenario planteado, es importante señalar además del nivel de inundación, el carácter de torrencialidad que tendrían las aguas con velocidades superiores a los 2m/seg estimándose una altura de lámina del orden de los 0.50 metros.

6. SÍNTESIS

- Las características topográficas de la región, la localización del casco urbano, y la traza de los caminos, da lugar a que el escurrimiento superficial, converja hacia el área urbana.
- Las tormentas de gran intensidad y corta duración generan caudales picos de gran magnitud concentrados en breves periodos de tiempo.
- Los terraplenes de los canales interceptores diseñados para una tormenta de recurrencia Tr 10 años cumplen adecuadamente con la finalidad de interceptar los

volúmenes de escorrentía. Dichas obras no incrementan los caudales picos y volúmenes de escorrentía.

- Un aspecto importante a señalar son las altas velocidades de escorrentía (superiores a los 2 m/s) que introducen un riesgo erosivo muy alto sobre las obras. Se sugiere un monitoreo continuo del estado y mantenimiento preventivo de las obras.
- Se considera importante precisar y difundir en la población, que las obras son a los efectos de disminuir el actual riesgo de inundación. Esto es considerado de vital importancia para no introducir expectativas erróneas sobre la finalidad y alcances de dichas obras.
- Para eventos extremos de similares características a las registradas en Bouquet, (160 mm en 2.5 horas) o aún menores pero que superen las condiciones de diseño, deberán plantearse sistemas de alerta temprana y acciones a ser encaradas por la comunidad.
- En los canales interceptores 1,2 y 3 se verifica una capacidad de conducción adecuada para los eventos analizados. El caso del canal interceptor Este, presenta un punto crítico en su intersección con ruta 9 que no es posible de solucionar por las características topográficas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. PAOLI C. , MACEDO G. (1998) Determinación de las curvas intensidad -duración - recurrencia y tormentas de diseño para la ciudad de Rosario. INA CRL.
2. ROUDE E. (1999) Estudios hidrológicos e hidráulicos en la cuenca del arroyo Tortugas. Propuestas de solución al problema de anegamientos urbanos. Convenio Consejo Federal de Inversiones - Pcia de Santa Fe.
3. CHOW, V. T., 1982: Hidráulica de canales abiertos. De. Diana, México.
4. U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE, 1986. Technical Release Nro. 55, Urban hydrology for Small Watersheds. National Engineering. Publications.
5. FERNANDEZ, Pedro; MAZA, J. y FORNERO, L. HYMO 10 (versión 1984). Manual del usuario. INA - CRA, 1984.
6. FERNANDEZ, Pedro; MAZA, J. y FORNERO, L. ARHYMO (versión 1995). Manual del

usuario. INA - CRA,

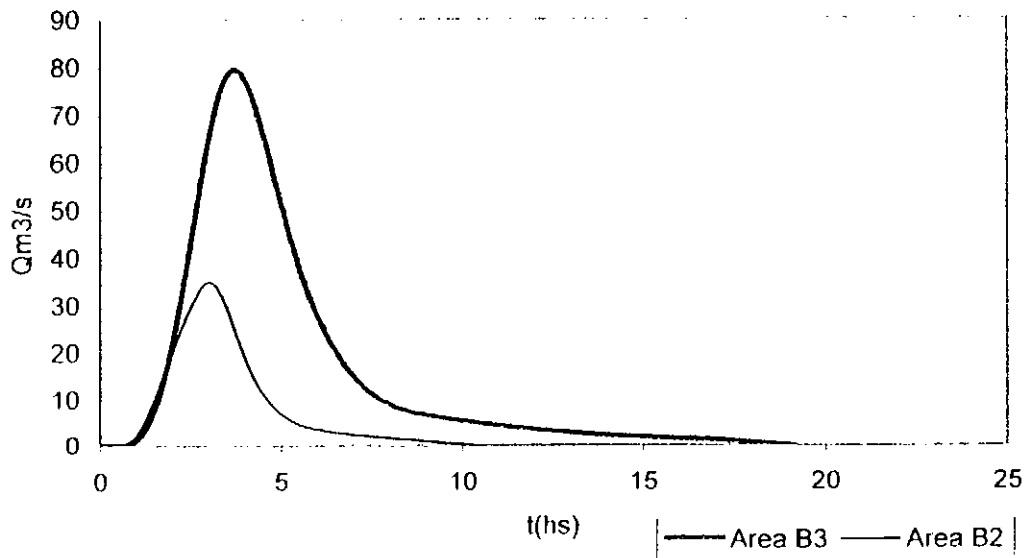
7. LINSLEY, R.; KOHLER M.; PAULUS J. Hidrología para Ingenieros. De. Mc Graw-Hill, 1975.

8. WILLIAMS, J. R. HYMO Flood Routing. Journal of Hydrology. Vol. 26-1975.

ANEXO 1

GRÁFICOS, TABLAS Y PLANOS

Caudales simulados subcuencas B
Tormenta 164 mm - duracion 150 minutos



Caudales simulados subcuencas C
Tormenta 164 mm - duracion 150 minutos

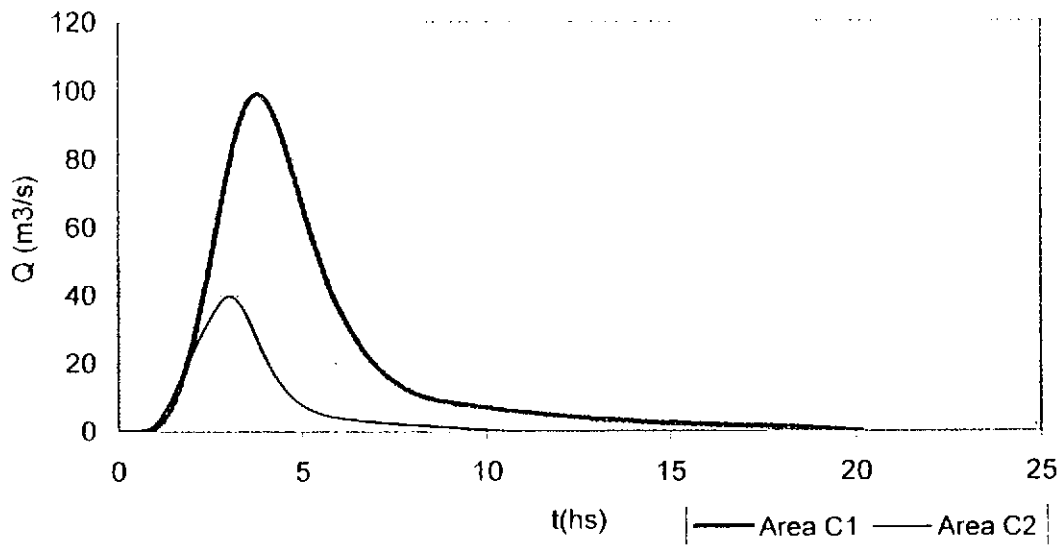


Gráfico N° 1

Tabla N° 1

PARAMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA

SUBCUENCA	DENOMINACION	SUPERFICIE (Km ²)	DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/km)
A1	311	6.8	45	7500	6.0
A2	312	11.67	46.5	8200	5.7
B1	321	6.1	15	2700	5.6
B2	322	3.3	22.5	3000	7.5
B3	323	10.6	34	8300	4.1
C1	331	13.2	34	6500	5.2
C2	332	3.7	24	2800	8.6
D	341	4.6	27.5	3500	7.9
U1	351	3.3	12.5	2000	6.2
U2	352	2.1	2.5	1000	2.5

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES A LOCALIDAD DE TORTUGAS

Tormenta sintética

Precipitación total : 65 mm

Intensidad: 43.8 mm/hora

Archivo: M10.sal

Duración: 90 minutos

Tr: 10 años

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
A1	311	21	2.1	0.17	
A2	312	26.4	2.6	0.28	
B1	321	14.6	2.3	0.17	
B2	322	10	1.8	0.08	
B3	323	20.3	2.6	0.25	
B1+B2+B3		42.1	2.3	0.50	
C1	331	25.3	2.8	0.32	
C2	332	11.4	2	0.09	
C1+C2		33	2.5	0.4	
D	341	15.2	2	0.12	
U1	351	13.9	0.9	0.13	
U2	352	3.2	1.8	0.06	

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES A LOCALIDAD DE TORTUGAS

Precipitación total: 160 mm

Intensidad: 64. mm/hora

Archivo: pp164mm.sal

Duración: 150 minutos

Tr: >>> 50 años

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
A1	311	68.4	3.3	0.72	
A2	312	100	3.5	1.2	
B1	321	51	3.3	0.67	
B2	322	35	3	0.34	
B3	323	79.4	3.6	1.09	
B1+B2+B3		159	3.3	2.1	
C1	331	99	3.8	1.36	
C2	332	39.7	3	0.38	
C1+C2		130	3.5	1.74	
D	341	49.5	3.2	0.49	
U1	351	16.6	2.7	0.41	
U2	352	13.3	2.8	0.25	

Observaciones:

tormenta registrada en Bouquet el 26-enero-2001: 160 mm en 150 minutos.

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES A LOCALIDAD DE TORTUGAS

Precipitación total: 96 mm

Intensidad: 64 mm/hora

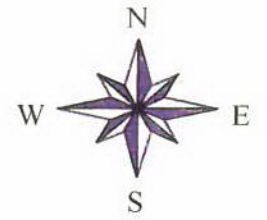
Archivo: pp96mm.sal

Duración: 90 minutos

Tr: 25 años

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
A1	311	38	2.6	0.33	
A2	312	52	3	0.55	
B1	321	27.4	2.5	0.32	
B2	322	20	2.9	0.16	
B3	323	40	3	0.5	
B1+B2+B3		82	2.6	0.98	
C1	331	49.8	3	0.62	
C2	332	22.7	2.1	0.17	
C1+C2		65.2	2.8	0.8	
D	341	28.8	2.3	0.23	
U1	351	12.3	1.6	0.22	
U2	352	7.2	2.1	0.125	

AREA DE APORTES RURALES Y URBANAS



- Direccion Escurrimier
 - Canal Interceptor
 - Subcuencas
 - Cuencas
- 3363-ii.tif
- :Layer_1
 - :Layer_2
 - :Layer_3



ANEXO 2

FOTOGRAFÍAS

ANEXO 2

FOTOGRAFÍAS



Foto N° 1 Camino rural altamente erosionado, 500 metros al Norte de alcantarilla de cruce donde se inicia el canal interceptor N° 2.



Foto N° 2. Vista hacia el sur, desde alcantarilla de cruce oblicua donde se inicia el canal interceptor N° 2

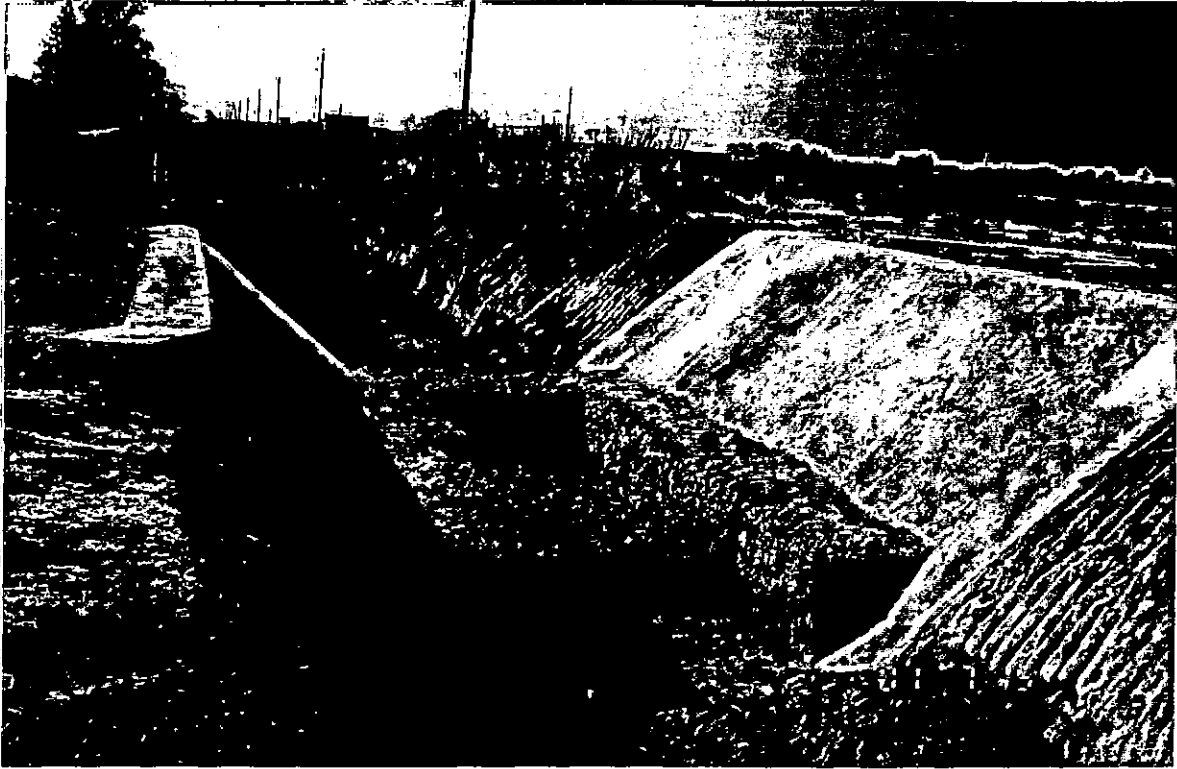


Foto N° 3. Canal interceptor Este. Vista hacia aguas arriba. En primer plano detalle de disipadores con gaviones.



Foto N° 4. Camino sur paralelo a las vías FFCC. Vista hacia el Oeste desde cruce con camino vecinal situado al Este de Tortugas.



Foto N° 5. Canal interceptor N° 3 aguas debajo de cruce con ruta Nacional N° 9.

ANEXO 3

ARCHIVOS DE SALIDA MODELO ARHYMO

C
C
INICIA

APLICACION DEL MODELO ARHYMO
SECTOR NORTE DE LA LOCALIDAD DE TORTUGAS
INICIO=0 HR COD=0

C
D=90 M
TORMENTA

CALCULO DE LLUVIA ESTACION MARCOS JUAREZ - TR 10

TD= 90 TP/TD=0.33 DT=10 MIN A=-1

DUR (MIN)	INT (MM/HR)
10	169.0
20	118.0
30	92.0
50	66.0
80	47.0
120	35.0
240	21.0
360	16.0
720	9.0
1440	5.0 *

Los valores estimados para A, B y C son:

A = 1688.089
B = 8.271
C = .796

Coefficiente de correlación = 1.000

<- CURVA IDF ->

TIEM MIN	INTENSIDAD MM/HR	TIEM MIN	INTENSIDAD MM/HR
5	215.57	85	45.66
10	167.13	90	43.80
15	137.86	95	42.10
20	118.07	100	40.55
25	103.72	110	37.79
30	92.78	120	35.43
35	84.14	130	33.37
40	77.12	140	31.57
45	71.31	150	29.97
50	66.39	160	28.54
55	62.18	170	27.26
60	58.53	180	26.10
65	55.33	190	25.05
70	52.49	200	24.09
75	49.97	210	23.20
80	47.70	220	22.39

Tormenta de Chicago

TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H
.00	.00	.33	46.91	.67	61.54	1.00	22.41	1.33	13.80
.17	19.49	.50	167.13	.83	32.92	1.17	17.04	1.50	11.64

Precipitación total = 65.48 m

C **CALCULO DEL CAUDAL POR SECTORES**

C **SECTOR A**
 C **SUBCUENCA A1**
 RURHIDRO HID=311 DT=10 AREA=6.8km CN=81 Ia=-1 HT=45m L=5.9km
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 311

Escorrentia = 25.4 mm .172 Hm3
 Caudal pico = 21.072 m3/s
 Tiempo al pico = 2.17 horas

C **SUBCUENCA A2**
 RURHIDRO HID=312 DT=10 AREA=11.7km CN=80 Ia=-1 HT=46.5m L=8.2
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 312

Escorrentia = 24.0 mm .280 Hm3
 Caudal pico = 26.414 m3/s
 Tiempo al pico = 2.67 horas

C **SECTOR B**
 C **SUBCUENCA B1**
 RURHIDRO HID=321 DT=10 AREA=6.1km CN=83 Ia=-1 HT=15m L=2.7km
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 321

Escorrentia = 28.3 mm .173 Hm3
 Caudal pico = 14.634 m3/s
 Tiempo al pico = 2.33 horas

C **SUBCUENCA B2**
 RURHIDRO HID=322 DT=10 AREA=3.3km CN=80 Ia=-1 HT=22.5m L=3.0
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 322

Escorrentia = 24.0 mm .079 Hm3
 Caudal pico = 9.985 m3/s
 Tiempo al pico = 1.83 horas

C **SUBCUENCA B3**
 RURHIDRO HID=323 DT=10 AREA=10.6km CN=80 Ia=-1 HT=34.0m L=8.3
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 323

Escorrentia = 24.0 mm .254 Hm3
 Caudal pico = 20.319 m3/s
 Tiempo al pico = 2.67 horas

C **SUMA B1 + B2 + B3**
 SUMHIDRO HID 102= 321 + 322 + 323 *

HIDROGRAMA PARCIAL 102

Escorrentia = 25.3 mm .506 Hm3
 Caudal pico = 42.140 m3/s
 Tiempo al pico = 2.33 horas

C **SECTOR C**
 C **SUBCUENCA C1**
 RURHIDRO HID=331 DT=10 AREA=13.2km CN=80 Ia=-1 HT=34m L=6.5km
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 331

Escorrentia = 24.0 mm .316 Hm3
 Caudal pico = 25.351 m3/s
 Tiempo al pico = 2.83 horas

C **SUBCUENCA C2**
 RURHIDRO HID=332 DT=10 AREA=3.7km CN=80 Ia=-1 HT=24.0m L 2.8
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 332

Escorrentia = 24.0 mm .089 Hm3
 Caudal pico = 11.408 m3/s
 Tiempo al pico = 2.00 horas

C SUMA C1 + C2
 SUMHIDRO HTD 103= 331 + 332 *

HIDROGRAMA PARCIAL 103

Escorrentia = 24.0 mm .405 Hm3
 Caudal pico = 33.079 m3/s
 Tiempo al pico = 2.50 horas

C **SECTOR D**
 RURHIDRO HID=341 DT=10 AREA=4.6km CN=82 Ia=-1 HT=27.5m L=3.5km
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 341

Escorrentia = 26.8 mm .123 Hm3
 Caudal pico = 15.128 m3/s
 Tiempo al pico = 2.00 horas

C **SECTOR URBANO**
 C SUBCUENCA U1
 URBHIDRO HID=351 DT=10 MIN A=340 Ha XIMP=.25 TIMP=0.3 F0=-1
 CN=82
 Ia=-1 F=0 DPSI=-1 DPSP=0 KI=0 KP=0
 SLI=0.63% LGI=1500m MNI=0.035
 SLP=0.20% LGP=1400m MNP=0.30 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 351

Escorrentia = 37.4 mm .127 Hm3
 Caudal pico = 13.923 m3/s
 Tiempo al pico = .93 horas

C **SUBCUENCA U2**

C
RURHIDRO

SUBCUENCA U2

HID=352 DT=10 AREA=1.9km CN=86 Ia=-1 HT=2.5m L=1.0 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 352

Escorrentia	=	29.5 mm	.056 Hm3
Caudal pico	=	3.290 m3/s	
Tiempo al pico	=	1.86 horas	

C **APLICACION DEL MODELO ARHYMO**
 C **SECTOR NORTE DE LA LOCALIDAD DE TORTUGAS**
 INICIA INICIO=0 HR COD=0

C **LLUVIA SIMILAR A LA REGISTRADA EN BOUQUET PPT= 160**
MM EN
 C **150 MINUTOS Y 90 MINUTOS DE DURACION**

C DISTRIBUCION UNIFORME DE PRECIPITACION
 C CALCULO DEL CAUDAL POR SECTORES

.....

C **SECTOR A**
 C **SUBCUENCA A1**
 RURHIDRO HID=311 DT=10 AREA=6.8km CN=81 Ia=-1 HT=45m L=7.5km
 P=2
 0 64 64 64 64 64 64 64 64 *

HIDROGRAMA DEL AREA 311

Escoorrentja = 49.2 mm .335 Hm3
 Caudal pico = 38.000 m3/s
 Tiempo al pico = 2.67 horas

C **SUBCUENCA A2**
 RURHIDRO HID=312 DT=10 AREA=11.7km CN=80 Ia=-1 HT=46.5m L=8.2
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 312

Escoorrentja = 47.3 mm .553 Hm3
 Caudal pico = 52.021 m3/s
 Tiempo al pico = 3.00 horas

C **SECTOR B**
 C **SUBCUENCA B1**
 RURHIDRO HID=321 DT=10 AREA=6.1km CN=83 Ia=-1 HT=15m L=2.7km
 P=-1

HIDROGRAMA DEL AREA 321

Escoorrentja = 53.2 mm .325 Hm3
 Caudal pico = 27.469 m3/s
 Tiempo al pico = 2.50 horas

C **SUBCUENCA B2**
 RURHIDRO HID=322 DT=10 AREA=3.3km CN=80 Ia=-1 HT=22.5m L=3.0
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 322

Escoorrentja = 47.3 mm .156 Hm3
 Caudal pico = 19.930 m3/s
 Tiempo al pico = 2.17 horas

C **SUBCUENCA B3**

RURHIDRO HID=323 DT=10 AREA=10.6km CN=80 Ia=-1 HT=34.0m L=8.3
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 323

Escorrentja = 47.3 mm .501 Hm3
Caudal pico = 40.121 m3/s
Tiempo al pico = 3.00 horas

C SUMA R1 + R2 + R3
SUMHIDRO HID 102= 321 + 322 + 323 *

HIDROGRAMA PARCIAL 102

Escorrentja = 49.1 mm .982 Hm3
Caudal pico = 81.863 m3/s
Tiempo al pico = 2.67 horas

C **SECTOR C**
C **SUBCUENCA C1**

RURHIDRO HID=331 DT=10 AREA=13.2km CN=80 Ia=-1 HT=34m L=6.5km
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 331

Escorrentja = 47.3 mm .624 Hm3
Caudal pico = 49.870 m3/s
Tiempo al pico = 3.00 horas

C **SUBCUENCA C2**

RURHIDRO HID=332 DT=10 AREA=3.7km CN=80 Ia=-1 HT=24.0m L=2.8
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 332

Escorrentja = 47.3 mm .175 Hm3
Caudal pico = 22.700 m3/s
Tiempo al pico = 2.17 horas

C SUMA C1 + C2
SUMHIDRO HID 103= 331 + 332 *

HIDROGRAMA PARCIAL 103

Escorrentja = 47.3 mm .799 Hm3
Caudal pico = 65.274 m3/s
Tiempo al pico = 2.83 horas

C **SECTOR D**

RURHIDRO HID=341 DT=10 AREA=4.6km CN=82 Ia=-1 HT=27.5m L=3.5km
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 341

Escorrentja = 51.2 mm .236 Hm3
Caudal pico = 28.854 m3/s
Tiempo al pico = 2.33 horas

C **SECTOR URBANO**
C **SUBCUENCA U1**
URBHIDRO HID=351 DT=10 MIN A=340 Ha XIMP=.25 TIMP=0.3 F0=-1 CN=82
 Ia=-1 F=0 DPSI=-1 DPSP=0 KI=0 KP=0
 SLI=0.63% LGI=1500m MNI=0.035

 SLP=0.20% LGP=1400m MNP=0.30 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 351

Escorrentia = 63.7 mm .217 Hm3
Caudal pico = 12.298 m3/s
Tiempo al pico = 1.61 horas

C **SUBCUENCA U2**
RURHIDRO HID=352 DT=10 AREA=1.9km CN=86 Ia=-1 HT=2.5m L=1.0 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 352

Escorrentia = 66.0 mm .125 Hm3
Caudal pico = 7.2 m3/s
Tiempo al pico = 1.96 horas

C **APLICACION DEL MODELO ARHYMO**
 C **SECTOR NORTE DE LA LOCALIDAD DE TORTUGAS**
 INICIA INICIO=0 HR COD=0

C **LLUVIA REGISTRADA EN BOUQUET PPT= 160 MM EN 150**
MINUTOS

C **DISTRIBUCION UNIFORME DE PRECIPITACION**

C

CALCULO DEL CAUDAL POR SECTORES

C **SECTOR A**
 C **SUBCUENCA A1**
 RURIHIDRO HID=311 DT=10 AREA=6.8km CN=81 Ia=-1 HT=45m L=7.5km
 P=-2
 0 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 *

HIDROGRAMA DEL AREA 311

Escorrentia = 105.6 mm 1.718 Hm3
 Caudal pico = 68.446 m3/s
 Tiempo al pico = 3.33 horas

C **SUBCUENCA A2**
 RURIHIDRO HID=312 DT=10 AREA=11.7km CN=80 Ia=-1 HT=46.5m L=8.2
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 312

Escorrentia = 102.9 mm 1.204 Hm3
 Caudal pico = 100.0 m3/s
 Tiempo al pico = 3.67 horas

C **SECTOR B**
 C **SUBCUENCA B1**
 RURIHIDRO HID=321 DT=10 AREA=6.1km CN=83 Ia=-1 HT=15m L=2.7km
 P=-1

HIDROGRAMA DEL AREA 321

Escorrentia = 111.0 mm 1.677 Hm3
 Caudal pico = 51.037 m3/s
 Tiempo al pico = 3.33 horas

C **SUBCUENCA B2**
 RURIHIDRO HID=322 DT=10 AREA=3.3km CN=80 Ia=-1 HT=22.5m L=3.0
 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 322

Escorrentia = 102.9 mm 1.340 Hm3
 Caudal pico = 34.996 m3/s
 Tiempo al pico = 3.00 horas

C **SUBCUENCA B3**

RURHIDRO HID=323 DT=10 AREA=10.6km CN=80 Ia=-1 HT=34.0m L=8.3
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 323

Escorrentja = 102.9 mm 1.091 Hm3
Caudal pico = 79.441 m3/s
Tiempo al pico = 3.67 horas

C SUMA B1 + B2 + B3
SUMHIDRO HID 102= 321 + 322 + 323 *

HIDROGRAMA PARCIAL 102

Escorrentja = 105.4 mm 2.108 Hm3
Caudal pico = 158.9 m3/s
Tiempo al pico = 3.33 horas

C **SECTOR C**
C **SUBCUENCA C1**
RURHIDRO HID=331 DT=10 AREA=13.2km CN=80 Ia=-1 HT=34m L=6.5km
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 331

Escorrentja = 102.9 mm 1.359 Hm3
Caudal pico = 98.898 m3/s
Tiempo al pico = 3.83 horas

C **SUBCUENCA C2**
RURHIDRO HID=332 DT=10 AREA=3.7km CN=80 Ia=-1 HT=24.0m L=2.8
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 332

Escorrentja = 102.9 mm 1.381 Hm3
Caudal pico = 39.711 m3/s
Tiempo al pico = 3.00 horas

C SUMA C1 + C2
SUMHIDRO HID 103= 331 + 332 *

HIDROGRAMA PARCIAL 103

Escorrentja = 102.9 mm 1.739 Hm3
Caudal pico = 130.2 m3/s
Tiempo al pico = 3.50 horas

C **SECTOR D**
RURHIDRO HID=341 DT=10 AREA=4.6km CN=82 Ia=-1 HT=27.5m L=3.5km
P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 341

Escorrentja = 108.3 mm 1.498 Hm3
Caudal pico = 49.470 m3/s
Tiempo al pico = 3.17 horas

C
C
URBHIDRO

SECTOR URBANO

SUBCUENCA U1

HID=351 DT=10 MIN A=340 Ha XIMP=.25 TIMP=0.3 F0=-1 CN=82
Ia=-1 F=0 DPSI=-1 DPSP=0 KI=0 KP=0
SLI=0.63% LGI=1500m MNI=0.035
SLP=0.20% LGP=1400m MNP=0.30 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 351

Escorrentia = 123.0 mm .418 Hm3
Caudal pico = 16.675 m3/s
Tiempo al pico = 2.69 horas

C
RURHIDRO

SUBCUENCA U2

HID=352 DT=10 AREA=1.9km CN=86 Ia=-1 HT=2.5m L=1.0 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 352

Escorrentia = 130.0 mm .247 Hm3
Caudal pico = 13.3 m3/s
Tiempo al pico = 2.85 horas

CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE SANTA FE

**LOCALIDAD DE TORTUGAS. VERIFICACIÓN SITUACIÓN DE
RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS EXTREMOS**

**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL RESERVORIO Y ESTACION
DE BOMBEO EN LA LOCALIDAD DE TORTUGAS PARA EVENTOS
EXTREMOS**

ITEM B

VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL RESERVORIO Y ESTACION DE BOMBEO EN LA LOCALIDAD DE TORTUGAS PARA EVENTOS EXTREMOS

INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

2. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS EN EJECUCIÓN PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO

3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

3.1. Generalidades

3.2. Determinación de tormentas de proyecto

3.4. Determinación de hidrogramas de crecidas

4. VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN-ALMACENAMIENTO-BOMBEO

4.1. Canal perimetral interno

4.2. Reservoirio

4.3. Influencia de las obras.

5. SINTESIS

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXO 1 :

Gráficos

1. Hidrogramas para recurrencias de proyecto.

Tablas

1. Parámetros físicos de la cuenca
2. Caudales máximos para distintas recurrencias
3. Contraste de capacidades de conducción del canal perimetral vs caudales simulados
4. Curva altura –volumen del reservoirio
5. Caudales y volúmenes aportados al reservoirio

Planos

1. Ubicación áreas aportes urbanas U1 y U2
2. Ubicación canal perimetral-reservoirio-bombeo
3. Curvas de nivel – Reservoirio

ANEXO 2 :Archivos de salida modelo de simulación ARHYMO

RESUMEN

El presente trabajo contiene los resultados de la verificación del funcionamiento hidráulico del canal perimetral-reservorio-sistema de bombeo ante tormentas extremas superiores a la de proyecto.

Para la determinación de los caudales máximos en cada una de las dos subcuencas urbanas, se aplicó el modelo de simulación ARHYMO. Los mismos fueron determinados para distintos tiempos de recurrencia, en secciones hidrológicas de control previamente seleccionadas y con situaciones de obras proyectadas.

Se determinó la curva de llenado del reservorio y para situaciones hidrológicas que superan las condiciones de proyecto se evaluaron las áreas afectadas y sus respectivas cotas máximas alcanzadas.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el Gobierno de la Provincia de Santa Fe se encuentra ejecutando una serie de obras hidráulicas destinadas a solucionar el problema de anegamientos en el casco urbano.

El origen de dichos anegamientos se debe a tres causas distintas:

- a. Ingreso de agua proveniente del sector rural al casco urbano
- b. Inadecuado desagüe pluvial urbano (impedido por los niveles del arroyo Tortugas)
- c. Ingreso de agua proveniente de los desbordes del arroyo.

El presente estudio tiene por objeto evaluar el funcionamiento hidráulico del reservorio y la capacidad de la planta de bombeo en la localidad de Tortugas, ante tormentas con recurrencias sensiblemente superiores a las de proyecto.

2. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS EN EJECUCIÓN PARA EL DRENAJE PLUVIAL URBANO

El casco urbano de la localidad de Tortugas se encuentra dividido en dos subáreas U1 y U2 ubicados al norte y sur de las vías del FFCC (Plano N° 1).

Actualmente los excesos pluviales, escurren por gravedad directamente hacia el arroyo Tortugas. En periodos en que se producen desbordes del arroyo, el drenaje interno es impedido y se generan anegamientos temporales.

Ante la construcción del terraplén perimetral paralelo al cauce del arroyo para evitar el ingreso de los desbordes al área urbana, se está ejecutando un canal paralelo destinado a captar y conducir los volúmenes precipitados dentro del área urbana.

Este canal descarga en un reservorio ubicado en un bajo natural al sur de la localidad, complementado por una compuerta y una estación de bombeo.

La longitud del canal desde el reservorio (prog 2681 m) hasta ruta 9 (prog. 6900 m) es de 4219 metros.

A efectos de evitar el ingreso de caudales provenientes del sector rural al casco urbano, se encuentra en ejecución una serie de obras hidráulicas que consisten básicamente en canales interceptores y derivadores de dichos excedentes y obras complementarias.

Ante la ocurrencia de precipitaciones intensas registradas en la región, con recurrencias sensiblemente superiores a la de proyecto, se generarían excesos que superan la capacidad de los canales interceptores, e ingresarían al casco urbano, sumándose a los excesos internos al casco urbano.

3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

3.1. Generalidades.

Se utilizó el modelo ARHYMO para las dos subáreas U1 y U2. Para su definición se utilizó

la información topográfica existente, y el plano elaborado por el Convenio C.F.I.-Provincia de S. Fe, en escala 1: 50.000, la cual es suficiente para el grado de detalle requerido. Esta información además fue complementada con una recorrida de campo realizada los días 14-15 de julio 2001.

Las características físicas de ambas áreas se presentan en la tabla N° 1

Tabla N° 1 PARAMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA

SUBCUENCA	DENOMINACION	SUPERFICIE (Km ²)	DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/km)
U1	351	3.3	12.5	2000	6.2
U2	352	2.1	2.5	1000	2.5

3.2. Determinación de tormentas de proyecto

A efectos de homogeneizar el presente estudio con el correspondiente a los aportes de las áreas rurales, se utilizaron las mismas tormentas de dicho estudio (informe parcial N° 1).

Se utilizó la información suministrada por el Convenio CFI-Prov. de Santa Fe, seleccionándose un evento considerado extremo medido en la localidad de Bouquet. (164 mm en 2.5 horas) el 26 de enero de 2001.

En síntesis las tres tormentas a simular son las siguientes:

Ppt total	Intensidad	Duración mm/h	Observaciones
65 mm	43.8	90	Tr: 10 años (tormenta sintética)
96	64	90	Tr: 25 años
164	54	150	Tr: >1000 años registrado en Bouquet el 26/01/2001

3.3. Determinación de hidrogramas de crecidas.

Para la desagregación de la cuenca se consideró el mismo esquema al utilizado para el proyecto (1).

Se utilizaron las tres tormentas indicadas en el punto 3.2, para determinar los hidrogramas de crecidas de diseño. Los respectivos hidrogramas en cada una de las secciones de control se presentan en el gráfico N° 1.

En la tabla N° 2 se presentan los caudales pico, tiempo al pico y volúmenes correspondientes a secciones características y para cada una de los eventos simulados.

4. VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN-ALMACENAMIENTO-BOMBEO

4.1. Canal perimetral interno

Este canal de 4219 metros de longitud recibe los aportes de las subcuencas U_1 y U_2 . Entre progresivas 6900 y 5300 aporta el área U_1 y entre progresiva 5300 y 2681 recibe la suma de $U_1 + U_2$.

La capacidad de conducción del canal está comprendida entre 3 y 10 m^3/seg .

Tabla N° 3 Contraste de capacidades de conducción del canal perimetral vs caudales simulados

Tramo	Capacidad de conducción del canal	Q1	Q2	Q3	Observaciones
5800 - 4000	7.5 m^3/seg	8.3 m^3/seg	16.6 m^3/seg	12.3 m^3/seg	Tramo hasta alcantarillas de FFCC
4000 - 2681	10 m^3/seg	8.3 m^3/seg	26.4 m^3/seg	15.3 m^3/seg	Ingreso al reservorio

Q1: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 10 años

Q2: caudal correspondiente a la tormenta medida en Bouquet Tr >1000 años

Q3: caudal correspondiente a la tormenta sintética Tr 25 años

El canal perimetral en el tramo correspondiente al sector norte de la localidad tiene una capacidad de conducción variable entre los 3 y 7.5 m^3/seg . Para las tres tormentas simuladas se producen caudales picos que superan dicha capacidad.

Las obras de arte correspondiente al camino comunal y vías de FFCC, constituyen una sección de control sobre el tramo del canal aguas abajo.

La capacidad de conducción de dichas alcantarillas es de 7.5 m^3/seg , por lo cual caudales de mayor magnitud son laminados, produciendo un efecto de amortiguamiento de los caudales hacia aguas abajo y retenciones aguas arriba que generan anegamientos temporales.

4.2. Reservorio

Este reservorio está localizado en una depresión natural en el extremo sureste del casco urbano.

La cota de solera del canal perimetral en su ingreso al reservorio es 69 metros, por lo que la cota mínima prevista en el reservorio (70.30 m) deberá profundizarse y llevarse al menos a

igual cota que la del canal.

La superficie del reservorio es de aproximadamente 16 has, con una capacidad de almacenamiento efectiva del orden de los 100.000 m³ para cotas que van desde un umbral de 70.5 a 72 metros. Debe observarse que la máxima capacidad del reservorio calculada en el proyecto (226000 m³), correspondiente a cota 72.5 , es solo un valor de referencia, por cuanto para esta cota, la superficie cubierta por las aguas excede el área destinada al reservorio ya que se generarían anegamientos en las áreas circundantes. (Planos N° 2 y 3)

Para el desembalse del reservorio se prevé la instalación de un sistema de bombeo con capacidad de 2000 m³/hora, cuando el nivel del arroyo Tortugas impida su salida por gravedad. A su vez el reservorio estará vinculado al canal lado Santa Fe mediante una compuerta y canal de desagüe para su vaciado por gravedad.

Tabla N° 4 Curva altura –volumen del reservorio

Cota (m)	Volumen (m ³)
70.5	20.85
71	19087
71.5	53624
72	100927

4.3. Influencia de las obras

En las tablas N° 5 a-b-c se presentan los respectivos caudales de ingreso al reservorio, y la curva de volúmenes en el reservorio para una capacidad instalada de bombeo de 2000 m³/hora.

Para las tres tormentas analizadas, en el cálculo de llenado-vaciado del reservorio, como factor de seguridad, no se consideró el volumen almacenado en el canal perimetral.

4.3.1. Funcionamiento de las obras para tormenta 1

Tabla N° 5-a. Caudales y volúmenes aportados al reservorio

Precipitación total : 65 mm Intensidad: 43.8 mm/hora Duración: 90 minutos

Áreas de aportes / tramo	Denominación	Q máximos m ³ /seg	Volumen Hm ³	Observaciones
U1	351	8.3	0.127	Subárea urbana al norte de vías FFCC
Tr11	11	5.1	0.127	Tránsito área U1 por canal perimetral
U2	352	3.3	0.056	Subárea urbana al sur de vías FFCC
Tr11+U2	101	8.3	0.183	Ingreso al reservorio

Volumen total de ingreso al reservorio: 183000 m³

Capacidad de bombeo: 2000m³/h = 48000 m³/día

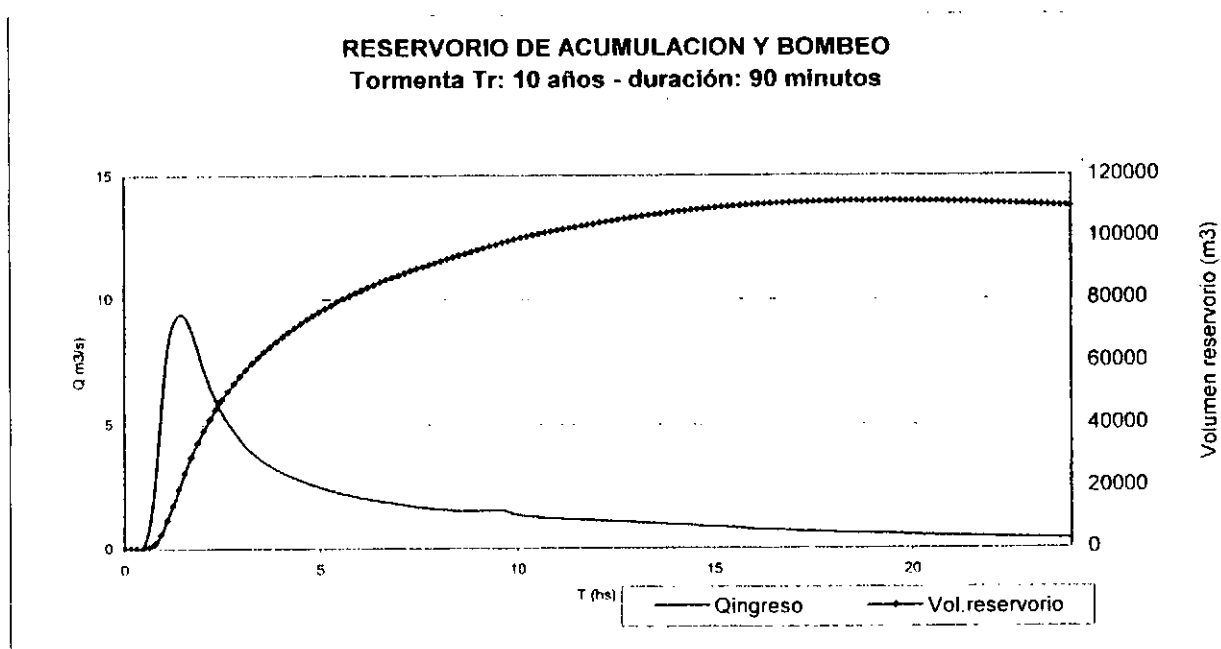
Volumen almacenado en el canal: 40000 m³

Estado de la compuerta : cerrada

Máximo volumen almacenado en el reservorio: 110000 m³ (valor teórico)

Cota máxima en reservorio: 71.5 m

Tiempo de vaciado reservorio: 4 días



Para la tormenta de 10 años de recurrencia –90 minutos de duración el máximo caudal conducido por el canal es de 8.3 m³/seg. al cual le corresponde un tirante hidráulico del orden de 1.6 m , equivalente a cota 70.50 m en si ingreso al reservorio.

Operando el sistema de bombeo en forma continua a partir de la primer hora de iniciada la precipitación el máximo volumen almacenado en el reservorio sería de 110000 m³ (Cota 72 m). Si bien el reservorio, tiene una capacidad suficiente para almacenar dicho volumen, con dicha cota se producirán desbordes del canal en las proximidades del reservorio por efecto de remanso y en las proximidades de éste, generando una mayor superficie de anegamientos en el sector sur de la localidad lo que da lugar a que un 50% del volumen sea retenido fuera del reservorio, y finalmente la cota alcanzada no supere los 71.50 m

4.3.2. Funcionamiento de las obras para tormenta 2

Tabla N° 5-b. Caudales y volúmenes aportados al reservorio

Precipitación total : 96 mm Intensidad: 64 mm/hora Duración: 90 minutos

Areas de aportes / tramo	Denominación	Q máximos m ³ /seg	Volumen Hm ³	Observaciones
U1	351	12.3	0.217	Subárea urbana al norte de vías FFCC
Tr11	11	8.12	0.217	Tránsito área U1 por canal perimetral
U2	352	7.25	0.126	Subárea urbana al sur de vías FFCC
Tr11+U2	101	15.3	0.342	Ingreso al reservorio

Volumen total de ingreso al reservorio: 342000 m³

Capacidad de bombeo: 2000m³/h = 48000 m³/día

Volumen almacenado en el canal: 40000 m³

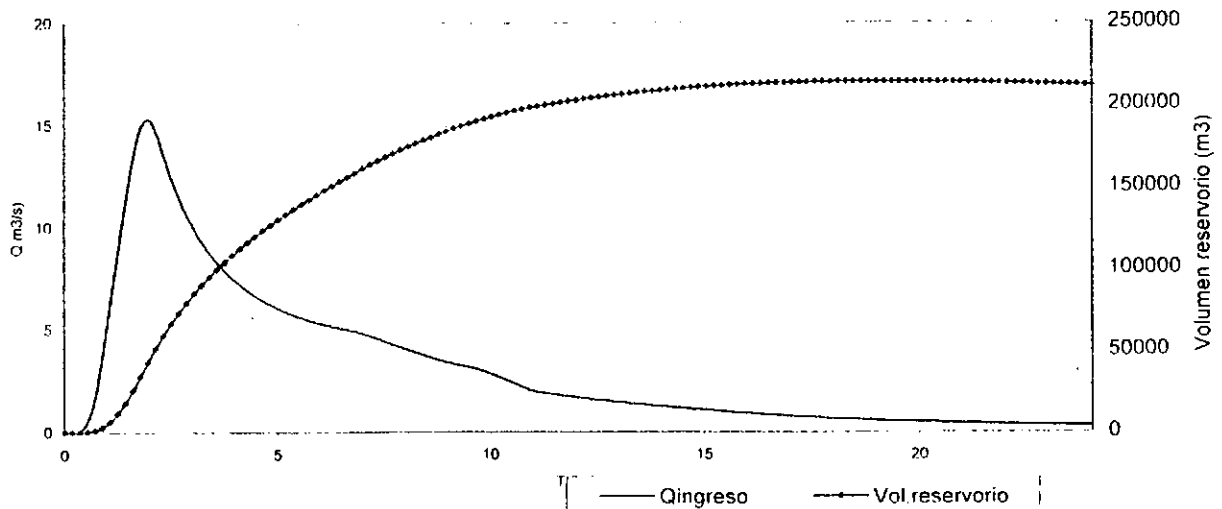
Estado de la compuerta : cerrada

Máximo volumen almacenado en el reservorio: 213000m³(valor teórico)

Cota máxima en reservorio: 71.9 - 72.0 m

Tiempo de vaciado reservorio: 7 días

RESERVORIO DE ACUMULACION Y BOMBEO
Tormenta 96 mm - duración: 90 minutos



Para esta tormenta el máximo caudal conducido por el canal es de 15.3 m³/seg: al cual le corresponde un tirante hidráulico del orden de 2.2 m , equivalente a cota 71.20 m en si ingreso al reservorio. Ello indica que para esta situación hidrológica el canal es desbordado ya que su máxima capacidad de conducción es de 10 m³/seg.

Operando el sistema de bombeo en forma continua a partir de la primer hora de iniciada la precipitación el máximo volumen almacenado en el reservorio sería de 213000 m³ (Cota 72.4 m). Si bien el reservorio, tiene una capacidad suficiente para almacenar dicho volumen, los desbordes del canal en las proximidades del reservorio hacen que gran parte del agua sea almacenada fuera de éste, generando anegamientos en el sector sur de la localidad en una superficie de 25 has adicionales con un nivel de agua de 40 – 50 cm sobre nivel de terreno. Esto implica que la cota alcanzada por el agua sea del orden de 71.90 - 72.00 m .

Para precisar la superficie anegada por esta situación se requiere verificación con altimetría de mayor detalle.

Para esta situación también se producirán anegamientos aguas arriba de las obras de arte del camino comunal cuya capacidad de conducción es de 7.5 m³/seg, en tanto el máximo caudal generado en el área U1 es de 12.3 m³/seg.

4.3.3. Funcionamiento de las obras para tormenta 3

Tabla N° 5-c. Caudales y volúmenes aportados al reservorio

Precipitación total : 164 mm

Intensidad: 64 mm/hora

Duración: 150 minutos

Areas de aportes / tramo	Denominación	Q máximos m ³ /seg	Volumen hm ³	Observaciones
U1	351	16.6	0.418	Subárea urbana al norte de vías FFCC
Tr11	11	13	0.418	Tránsito área U1 por canal perimetral
U2	352	13.3	0.249	Subárea urbana al sur de vías FFCC
Tr11+U2	101	26.4	0.667	Ingreso al reservorio

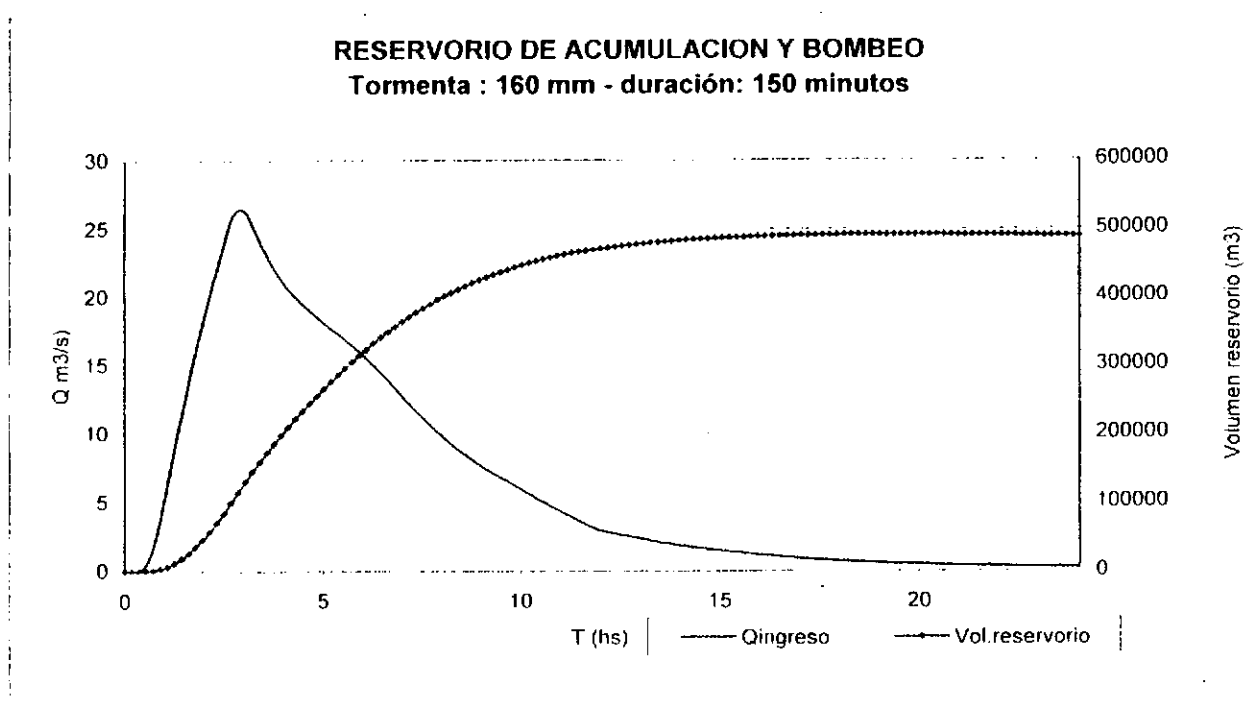
Volumen total de ingreso al reservorio: 667000 m³

Capacidad de bombeo: 2000m³/h = 48000 m³/día

Volumen almacenado en el canal: 40000 m³

Estado de la compuerta : cerrada

Máximo volumen almacenado sobre terreno a cota 72: 600.000 metros



Una tormenta de similares características a la registrada en Bouquet, generaría caudales de casi 100 m³/seg provenientes de los aportes rurales, que sobrepasarían la cota de Ruta 9 en su intersección con el canal Este. Ello arrojaría un volumen de ingreso al casco urbano del orden de 0.58 Hm³. En caso de que ingrese toda la masa de agua (hipótesis en caso de ruptura del terraplén de tierra), el volumen adicional sería de 0.36 Hm³.

Para esta situación a los volúmenes ingresados por desbordes de los canales interceptores hay que adicionarle los volúmenes precipitados dentro del área urbana (0.67 hm³).

Ante este escenario, el reservorio y sistema de bombeo se vería colapsado, siendo mas apropiado producir cortes en lugares preestablecidos en el terraplén para su salida por gravedad, cuando el nivel del A. Tortugas lo permita.

5. SÍNTESIS

- El sistema de drenaje interno (canal perimetral-reservorio-bombeo) para tormentas de recurrencia Tr 10 años cumple adecuadamente las condiciones de diseño en el área U1. En el área U2 se generan anegamientos temporales en el sector sur del casco urbano una franja próxima al reservorio.
- Para una tormenta similar a la registrada en Bouquet en el presente año, el sistema se vería totalmente colapsado, no solo por los volúmenes precipitados en el área urbana sino por los volúmenes provenientes de zonas rurales que superarían el canal Este.

- Dado los breves tiempos de respuesta de esta cuencas, para una optimización del sistema de bombeo se debe contemplar su automatización.
- Un aspecto importante a señalar es la necesidad implementar en forma continua, tareas de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo y compuerta, y el mantenimiento (desmalezamiento) de la capacidad de conducción del canal perimetral en todo su traza.
- Se considera importante precisar y difundir en la población, que las obras son a los efectos de disminuir el actual riesgo de inundación. Esto es considerado de vital importancia para no introducir expectativas erróneas sobre la finalidad y alcances de dichas obras.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ROUDE E. (1999) Estudios hidrológicos e hidráulicos en la cuenca del arroyo Tortugas. Propuestas de solución al problema de anegamientos urbanos. Convenio Consejo Federal de Inversiones -- Pcia de Santa Fe.
2. FERNANDEZ, Pedro; MAZA, J. y FORNERO, L. HYMO 10 (versión 1984). Manual del usuario. INA - CRA, 1984.
3. FERNANDEZ, Pedro; MAZA, J. y FORNERO, L. ARHYMO (versión 1995). Manual del usuario. INA - CRA,

ANEXO 1

GRÁFICOS, TABLAS Y PLANOS

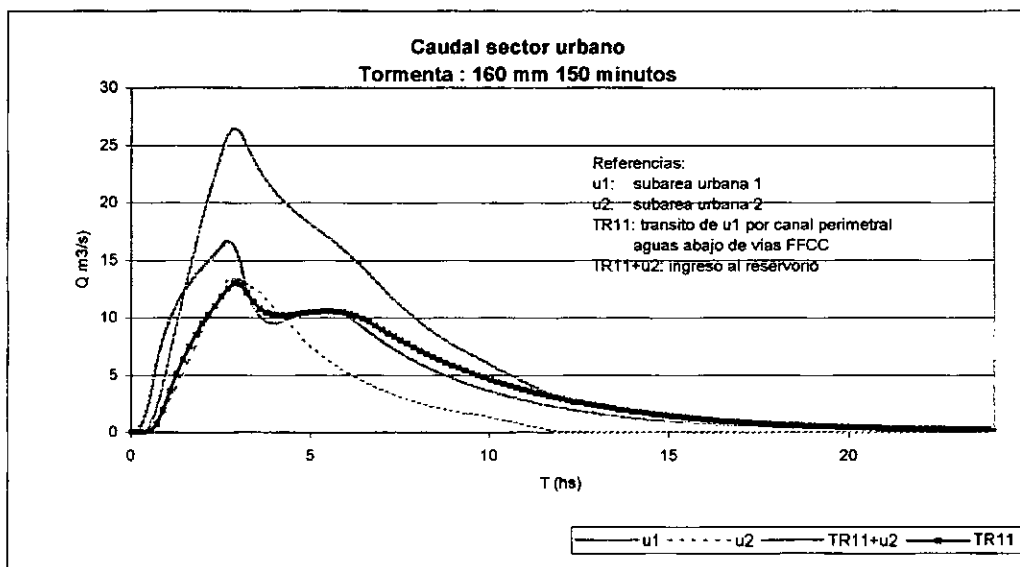
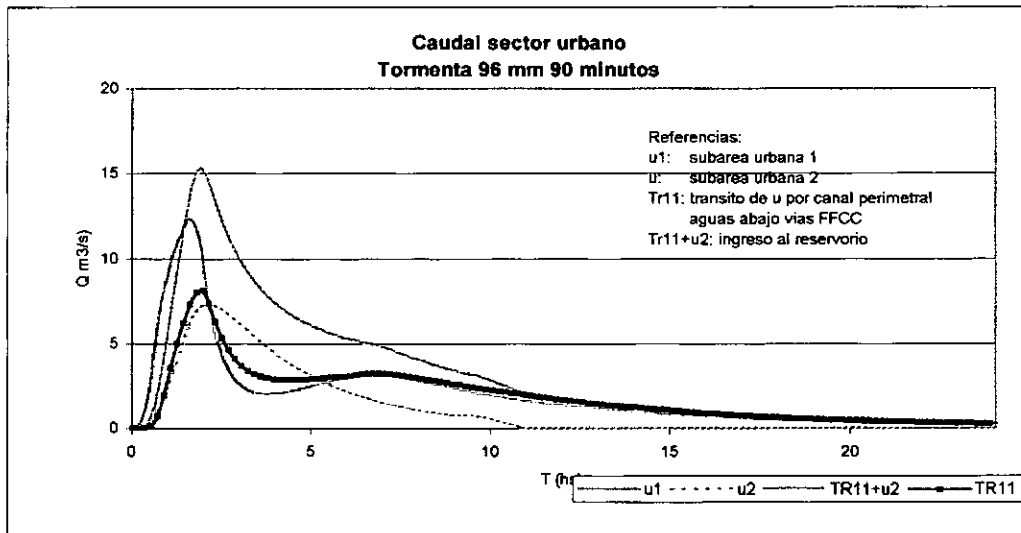
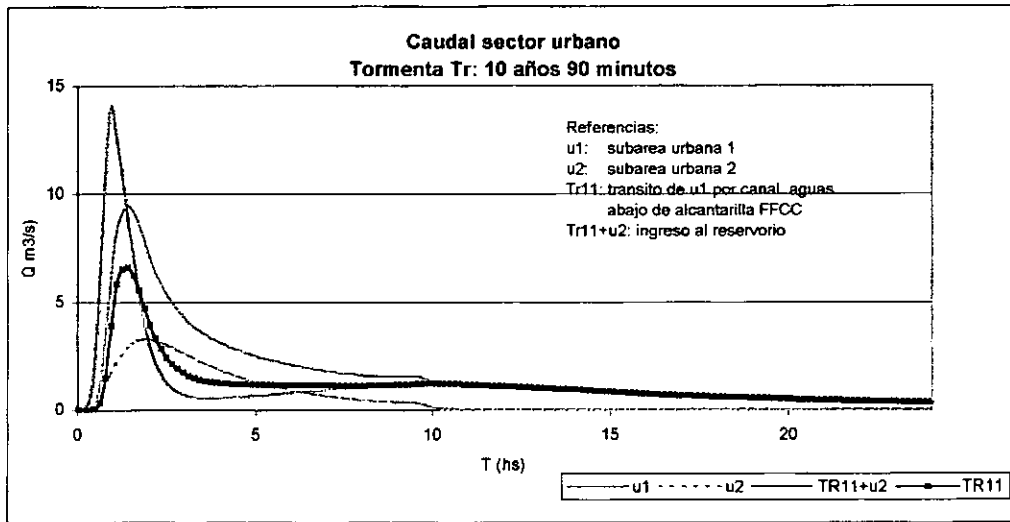


Gráfico N° 1

Tabla N° 2 CAUDALES MÁXIMOS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA AREA DE APORTES URBANOS EN LA LOCALIDAD DE TORTUGAS

Tormenta sintética

Precipitación total : 65 mm

Intensidad: 43.8 mm/hora

Duración: 90 minutos

Tr: 10 años

Archivo:ur64.sal

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
U1	351	8.3	0.9	0.13	
TR11	11	5.1	1.4	0.13	
U2	352	3.3	1.86	0.06	
TR11 + U2	101	8.3	1.4	0.183	

Referencias:

U1: subcuena urbana 1

U2: subcuena urbana 2

Tr11: transito de caudales area 1 en canal perimetral aguas debajo de vias FFCC

Tr11+U2: ingreso al reservorio

Precipitación total: 160 mm

Intensidad: 64. mm/hora

Duración: 150 minutos

Tr: > 1000 años

Archivo: pp164mm.sal

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
U1	351	16.6	2.7	0.41	
TR11	11	13.0	2.8	0.41	
U2	352	13.3	2.8	0.25	
TR11+U2	101	26.4	2.8	0.66	

Referencias:

U1: subcuena urbana 1

U2: subcuenca urbana 2

Tr11: transito de caudales area 1 en canal perimetral aguas debajo de vias FFCC

Tr11+U2: ingreso al reservorio

Observaciones:

tormenta registrada en Bouquet el 26-enero-2001: 160 mm en 150 minutos.

Precipitación total: 96 mm

Intensidad: 64 mm/hora

Duración: 90 minutos

Tr: 25 años

Archivo: pp96mm.sal

SUBCUENCA	DENOMINACION	CAUDAL PICO (m ³ /seg)	Tiempo al pico (hrs)	VOLUMEN (Hm ³)	OBSERVACIONES
U1	351	12.3	1.6	0.22	
TR11	11	8.1	1.9	0.22	
U2	352	7.2	2.1	0.125	
TR11+U2	101	15.3	1.9	0.34	

Referencias:

U1: subcuenca urbana 1

U2: subcuenca urbana 2

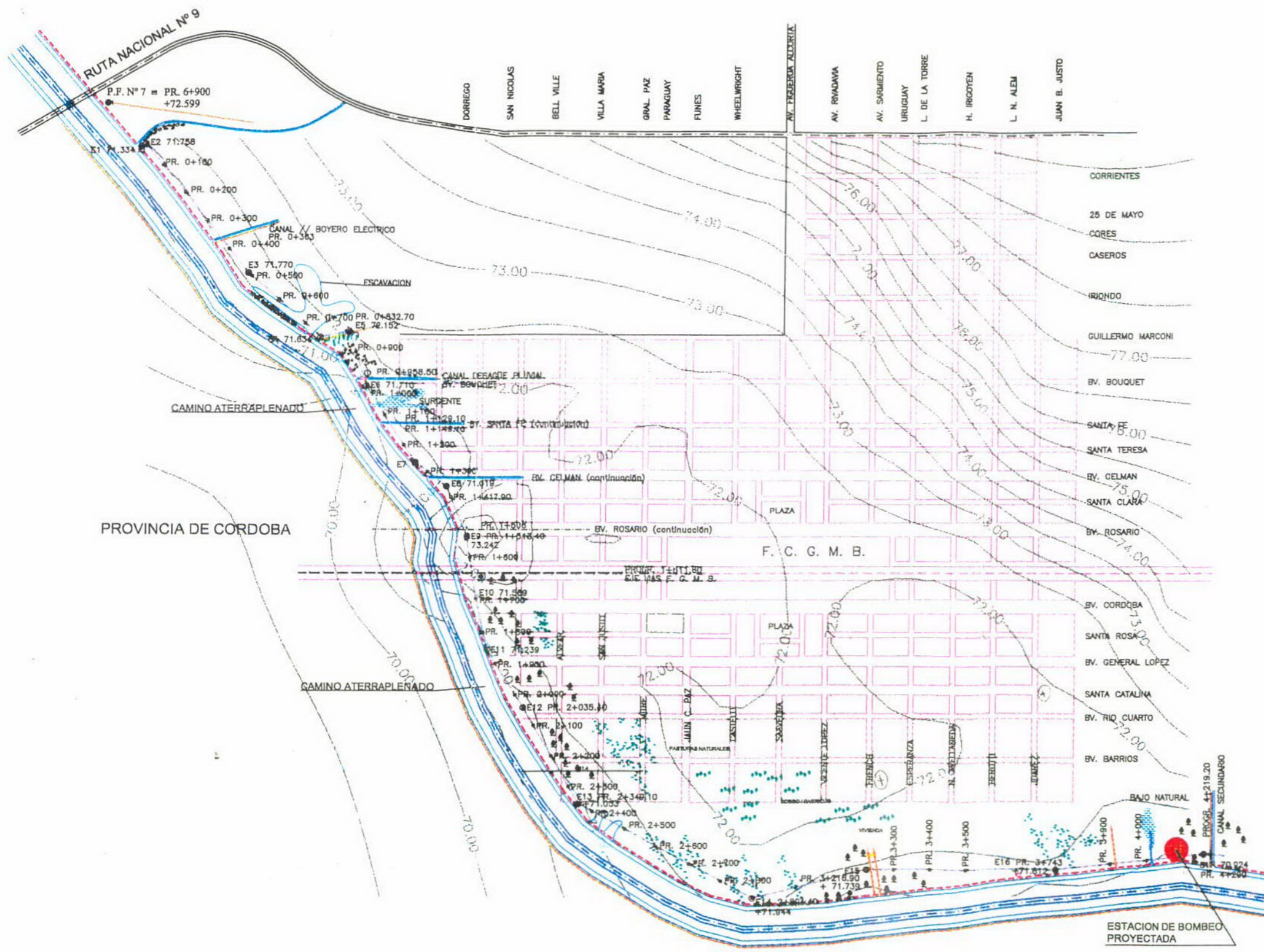
Tr11: transito de caudales area 1 en canal perimetral aguas debajo de vias FFCC

Tr11+U2: ingreso al reservorio



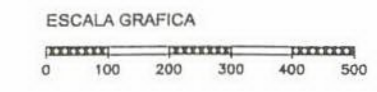
-  DIRECCION FLUJOFlujo.shp
-  F.F.C.C.Ffcc.shp
-  RUTASRutas.shp
-  CANAL INTERCEPTORCanal interce
-  LIMITE DE CUENCASLIMITE-CUENC
-  SUBCUENCASSubcuencas.shp
- 3363-ii.tif
- :Layer_1
- :Layer_2
- :Layer_3

PLANO N° 1



- REFERENCIAS**
- EJE DE ESTUDIO
 - EJE ESTUDIO TERRENO NATURAL
 - CAMINOS
 - ALAMBRADO
 - BOYERO ELECTRICO
 - CANAL
 - CANALES LATERALES SANTA FE Y CORDOBA
 - OBRA TERRAPLEN DE DEFENSA AMPL. CANAL SANTA FE Y CANAL COLECTOR URBANO
 - CURVAS DE NIVEL

- CAÑAVERAL
 - BASURAL
 - MONTE TUPIDO
 - PASTURAS NATURALES
 - SORGO / RASTROJOS
 - MONTICULOS
 - TRANQUERA
- ① PR. 0+984.70
ALCANTARILLA Hº Aº TUBO Ø 0.80
AC 8.00 m

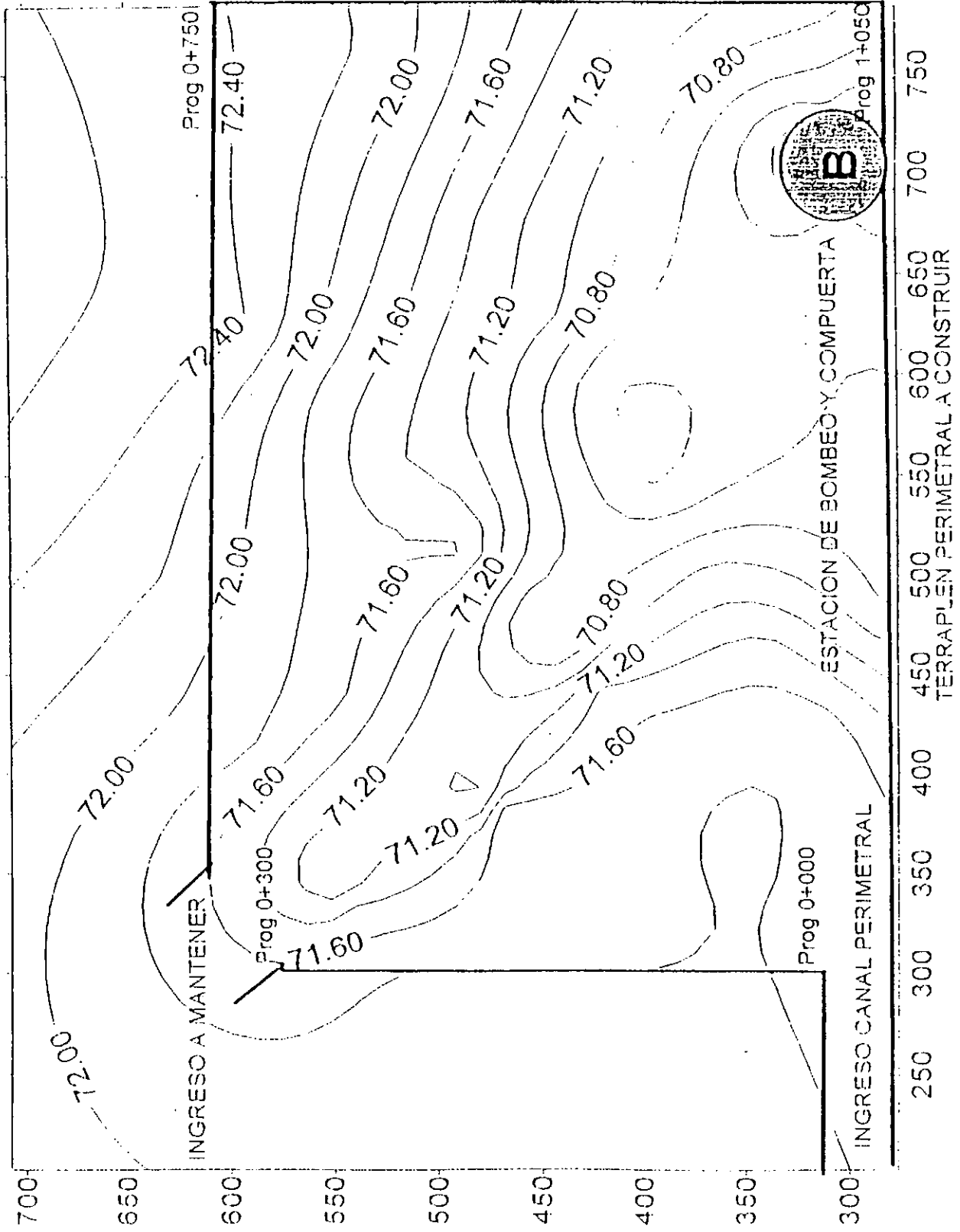


Fuente: Convenio Federal de Inversiones – Prov. De Santa Fe
 Proyecto Integral control de inundaciones. Localidad Tortugas
 Obra: Control de desborde arroyo Tortugas (Plano N° 2-1-1)

PLANO N° 2
UBICACION CANAL PERIMETRAL - RESERVOIRIO - BOMBEO

RESERVORIO DE ACUMULACION Y BOMBEO

ESQUEMA DE OBRA



ANEXO 2

ARCHIVOS DE SALIDA MODELO ARHYMO

C APLICACION DEL MODELO ARHYMO
 C APORTES SECTOR URBANO DE LA LOCALIDAD DE
TORTUGAS

INICIA INICIO=0 HR COD=0

C CALCULO DE LLUVIA ESTACION MARCOS JUAREZ - TR 10
D=90 M

TORMENTA TD= 90 TP/TD=0.33 DT=10 MIN A=-1

DUR (MIN)	INT (MM/HR)
10	169.0
20	118.0
30	92.0
50	66.0
80	47.0
120	35.0
240	21.0
360	16.0
720	9.0
1440	5.0 +

Los valores estimados para A, B y C son:
 A = 1688.089
 B = 8.271
 C = .796
 Coeficiente de correlación = 1.000

 <- CURVA IDF ->

TIEM MIN	INTENSIDAD MM/HR	TIEM MIN	INTENSIDAD MM/HR
5	215.57	85	45.66
10	167.13	90	43.80
15	137.86	95	42.10
20	118.07	100	40.55
25	103.72	110	37.79
30	92.78	120	35.43
35	84.14	130	33.37
40	77.12	140	31.57
45	71.31	150	29.97
50	66.39	160	28.54
55	62.18	170	27.26
60	58.53	180	26.10
65	55.33	190	25.05
70	52.49	200	24.09
75	49.97	210	23.20
80	47.70	220	22.39

Tormenta de Chicago

TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H	TIEM H	INT MM/H
.00	.00	.33	46.91	.67	61.54	1.00	22.41	1.33	13.80
.17	19.49	.50	167.13	.83	32.92	1.17	17.04	1.50	11.64

Precipitación total = 65.48 m

C **CALCULO DEL CAUDAL POR SECTORES**

C **SECTOR URBANO**

C **SUBCUENCA U1**

URRHIDRO HID=351 DT=10 MIN A=340 Ha XIMP=.25 TIMP=0.3 F0=-1

CN=82

Ia=-1 E=0 DPSI=-1 DESP=0 KI=0 KP=0
 SLP=0.63% LGT=1500m MNI=0.035
 SLP=0.20% LGP=1400m MNP=0.30 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 351

Escorrentia = 37.4 mm .127 Hm3
 Caudal pico = 13.923 m3/s
 Tiempo al pico = .93 horas

C **TRANSITO DE CAUDALES POR CANAL PERIMETRAL**

C CALCH-Q ID=1 NROSEC=1 NSEG=3 ELMIN= 0 MTS ELMAX= 4. MTS

SC= 0.00022 SP= 0.00022

PARES N DISTANCIA (MTS) 0.3 5 -0.025 14.2 0.3 19.2

DIST	ELEV
0	4
0.1	1.8
5	1.6
6.6	0.0
12.6	0.0
14.2	1.6
19.2	1.8
19.2	4.0 *

TRANSHID HID=11 HIDR A TRASLADAR=351 DT=0 MIN

IMPHIDRO HID=11 COD=1 DT=0

HIDROGRAMA SALIDA DEL TRAMO 11

Escorrentia = 37.4 mm .127 Hm3
 Caudal pico = 6.612 m3/s
 Tiempo al pico = 1.40 horas

C **SUBCUENCA U2**

C RURRHIDRO HID=352 DT=10 AREA=1.9km CN=86 Ia=-1 HT=2.5m L=1.0 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 352

Escorrentia = 29.5 mm .056 Hm3
 Caudal pico = 3.244 m3/s
 Tiempo al pico = 1.86 horas

SUMHIDRO HID= 101 HID=11 +HID=352 *

HIDROGRAMA PARCIAL 101

Escorrentia = 34.6 mm .183 Hm3
 Caudal pico = 9.391 m3/s
 Tiempo al pico = 1.40 horas

C
C
C
TORTUGAS

APLICACION DEL MODELO ARHYMO
APORTES SECTOR URBANO DE LA LOCALIDAD DE

INICIA INICIO=0 HR COD=0

C
C
C
LLUVIA SIMILAR A LA REGISTRADA EN BOUQUET PPT= 160 MM EN
150 MINUTOS Y 90 MINUTOS DE DURACION

C DISTRIBUCION UNIFORME DE PRECIPITACION
C CALCULO DEL CAUDAL POR SECTORES
C

C
C
C
SECTOR URBANO
SUBCUENCA U1

URBIDRO HID=351 DT=10 MIN A=340 Ha XIMP=.25 TIMP=0.3 F0= 1
CN=82

Ia=-1 F=0 DPSI=-1 DPSP=0 K1=0 KP=0
S11=0.63% LGI=1500m MNI=0.035

SLP=0.20% LCP=1400m MNP=0.30 P=-1
HIDROGRAMA DEL AREA 351

Escorrentia = 63.7 mm .217 Hm3
Caudal pico = 12.298 m3/s
Tiempo al pico = 1.61 horas

C
C
C
TRANSITO DE CAUDALES POR CANAL PERIMETRAL

CALCH=0

ID=1 NROSEC=1 NSEG=3 ELMIN= 0 MTS ELMAX= 4. MTS
SC= 0.00022 SP= 0.00022

PARES N DISTANCIA (MTS) 0.3 5 -0.025 14.2 0.3 19.2

DIST ELEV

0	4
0.1	1.8
5	1.6
6.6	0.0
12.6	0.0
14.2	1.6
19.2	1.8
19.2	4.0 *

TRANSID

HID=11 HIDR A TRASLADAR=351 DT=0 MIN

IMPHIDRO

HID=11 COD=1 DT=0

HIDROGRAMA SALIDA DEL TRAMO 11

Escorrentia = 63.7 mm .217 Hm3
Caudal pico = 8.128 m3/s
Tiempo al pico = 1.97 horas

C
C
C
URBIDRO

SUBCUENCA U2

HID=352 DT=10 AREA=1.9km CH=86 Ia=-1 BT=2.5m L=1.0 P=

HIDROGRAMA DEL AREA 352

Escorrentia = 66.2 mm .126 Hm3

Caudal pico = 7.258 m³/s
 Tiempo al pico = 2.15 horas

SUMHIDRO HID 101 HID=11 + HID=352 *

HIDROGRAMA PARCIAL 101

Escorrenta = 64.6 mm .342 Hm³
 Caudal pico = 15.288 m³/s
 Tiempo al pico = 1.97 horas

C

C APLICACION DEL MODELO ARHYMO
 C APORTES SECTOR URBANO DE LA LOCALIDAD DE
TORTUGAS

INICIA INICIO=0 HR COD=0

C LLUVIA REGISTRADA EN BOUQUET PPT= 160 MM EN 150
MINUTOS

C DISTRIBUCION UNIFORME DE PRECIPITACION

C CALCULO DEL CAUDAL POR SECTORES

C SECTOR URBANO

C SUBCUENCA U1

URBIDRO HID=351 DT=10 MIN A=340 Ha XIMP=.25 TIMP=0.3 FO=-1
 CN 82

Ia=-1 F=0 DPST=-1 DPSP=0 KI=0 KP=0
 SLI=0.63% LGI=1500m MNI=0.035
 SLP=0.20% LGP=1400m MNE=0.30 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 351

Escorrentia = 123.0 mm .418 Hm3
 Caudal pico = 16.675 m3/s
 Tiempo al pico = 2.69 horas

C TRANSITO DE CAUDALES POR CANAL PERIMETRAL

C CALCH=0 ID=1 NROSEC=1 NSEG=3 ELMIN= 0 MTS ELMAX= 4. MTS
 SC= 0.00022 SP= 0.00022

PARES N	DISTANCIA (MTS)	0.3	5	-0.025	14.2	0.3	19.2
	DIST	ELEV					
	0	4					
	0.1	1.8					
	5	1.6					
	6.6	0.0					
	12.6	0.0					
	14.2	1.6					
	19.2	1.8					
	19.2	4.0 *					

TRANSITO HID=11 HTDR A TRASLADAR=351 DT=0 MIN

IMPIDRO HID=11 COD=1 DT=0

HIDROGRAMA SALIDA DEL TRAMO 11

Escorrentia = 123.0 mm .418 Hm3
 Caudal pico = 13.038 m3/s
 Tiempo al pico = 2.87 horas

C SUBCUENCA U2

URBIDRO HID=352 DT=10 AREA=1.9km CN=86 Ia =1 HT=2.5m L=1.0 P=-1 *

HIDROGRAMA DEL AREA 352

Escorrenta = 130.8 mm .249 Hm3
Caudal pico = 13.359 m3/s
Tiempo al pico = 2.87 horas

SUMHIJRO HID 101 = HID11 + HID= 352 *

HIDROGRAMA PARCIAL 101

Escorrenta = 125.8 mm .667 Hm3
Caudal pico = 26.397 m3/s
Tiempo al pico = 2.87 horas

CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE SANTA FE

**LOCALIDAD DE TORTUGAS. VERIFICACIÓN SITUACIÓN DE
RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS EXTREMOS**

**VERIFICACIÓN DEL PERFIL HIDRÁULICO DEL ARROYO TORTUGAS PARA
EVENTOS EXTREMOS**

ITEM C

VERIFICACIÓN DEL PERFIL HIDRÁULICO DEL ARROYO LAS TORTUGAS

INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENTES
3. AREA DE ESTUDIO
4. CRECIDA DE DISEÑO
5. DETERMINACION DEL PERFIL HIDRAULICO
 - 5.1. Características geométricas del cauce
 - 5.2. Cotas máximas de pelo de agua en la sección de inicio
 - 5.3. Caudal de diseño
 - 5.4. Características geométricas de las obras existentes
6. RESULTADOS
 - 6.1. Perfiles hídricos
 - 6.2. Caudal de desborde
 - 6.3. Capacidad de conducción del canal Santa Fe

ANEXO 1 :

Gráficos

1. Perfiles transversales progresivas 0 a 6900
2. Perfiles hídricos longitudinales para distintos caudales

Tablas

- 1 Caudales máximos para situaciones combinadas
2. Cotas de pelo de agua asociadas a distintos caudales

Planos

1. Ubicación área de estudio, perfiles transversales y obras de arte

RESUMEN

El presente trabajo contiene los resultados de la verificación de los perfiles hidráulicos del arroyo Tortugas para distintas crecidas, en relación a la obra de defensa sobre la margen izquierda.

Para la determinación de los perfiles hidráulicos se utilizó el modelo HEC-RAS, en el tramo inmediatamente aguas debajo de Ruta 9 en una longitud de 7000 metros.

La existencia de obras de arte (puentes: ruta 9, FFCC, camino comunal) de características disímiles en todo el tramo, producen sobreelevaciones de magnitudes importantes en los tirantes hidráulicos, habiéndose determinado el caudal de desborde en el tramo mas crítico, y las capacidades de conducción e cada uno de los tres canales .

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por objeto verificar los perfiles hidráulicos del arroyo Tortugas para distintas crecidas (registrada y de proyecto) en relación con la obra de defensa proyectada sobre la margen izquierda de dicho arroyo.

Dicha localidad esta situada sobre la margen Este del arroyo y ha desarrollado su casco urbano en un sector que periodicamente es sometido a inundaciones.

La obra de defensa tiene por objeto proteger al casco urbano de la localidad de Tortugas de los anegamientos que ocasionan los desbordes del arroyo.

2. ANTECEDENTES

El principal antecedente utilizado corresponde al proyecto “Estudios hidrológicos e hidráulicos en la cuenca del A. Tortugas. Propuesta de solución al problema de anegamientos urbanos” elaborado por el Convenio Federal de Inversiones - Prov de Santa Fe, año 1999.

2.1. Topográficos

La información topográfica utilizar fue suministrada por el Convenio CFI- Prov. Santa Fe y comprende el siguiente material:

- Relevamientos planialtimétrico detalle del cauce principal y valle de inundación, entre progresivas 0 y 6900m con equidistancia de 1000 metros.
- Relevamiento detallado de obras de artes existentes en el tramo indicado y de terraplenes.
- Características geométricas de las obras de defensa previstas en el proyecto.

2.2. Hidrológicos

El input de caudales está dado por la cuenca de aportes del A. San Tortugas. Como principal antecedente se consideró a los “Estudios hidrológicos de eventos extremos en la cuenca del Arroyo Las Tortugas -Convenio CFI-Prov. de Santa Fe”. El mismo determina los máximos caudales en ruta N° 9 para tormentas sintéticas y registradas de distintas duraciones y recurrencias.

La situación mas desfavorable en cuanto a crecidas se produce ante la superposición del paso de una onda aportada por el sistema principal y la ocurrencia de precipitaciones intensas en las áreas próximas a la localidad de Tortugas .

Dichos valores se presentan en la tabla N° 1

Tabla N° 1 CAUDALES MÁXIMOS PARA SITUACIONES COMBINADAS

SECCIÓN: ruta nacional N° 9 Tortugas – Marco Juarez

Tiempo de recurrencia para modelación de cuenca aguas arriba de aportes S9 y C9	Tormenta de áreas S9 y C9	Caudal máximo en Ruta N° 9
Tr: 10 años	Tr: 10 años Tiempo de inicio t = 0	270 m ³ /seg
Tr: 10 años	Tr: 10 años Tiempo de inicio t = 5 días	335 m ³ /seg
Tr: 25 años	Tr: 25 años Tiempo de inicio t = 0 días	350 m ³ /seg
Tr: 25 años	Tr: 25 años Tiempo de inicio t = 5 días	410 m ³ /seg
Tr: 25 años	Tormenta registrada en Bouquet P=164 mm durac. 150 min Tiempo de inicio t = 0 días	322 m ³ /seg
Tr: 25 años	Tormenta registrada en Bouquet P=164 mm durac. 150 min Tiempo de inicio t = 5 días	516 m ³ /seg

3. AREA DE ESTUDIO

La localidad de Tortugas se encuentra ubicada en el Dpto Belgrano-Provincia de Santa Fe sobre la margen del arroyo homónimo. Este curso conjuntamente con el canal San Antonio, constituyen el límite interprovincial entre Santa Fe y Córdoba.

El área específica de estudio comprende el cauce principal del arroyo, sus dos canales laterales (lado Córdoba y Santa Fe) y planicie de inundación de ambas márgenes, en el tramo comprendido entre Ruta Nacional N° 9 (Progresiva Km 6+900) hasta una distancia de 2000 metros aguas abajo del casco urbano (Progresiva Km 0+000). Plano N° 1

4. CRECIDA DE DISEÑO

Sobre el régimen de escurrimiento del arroyo no se disponen registros actualizados de caudales. La serie de valores medidos por AyEE en la estación km 38.59 comprende el periodo 1939-1955 (Estadísticas Hidrológicas 1997) habiéndose registrado la máxima crecida en el año 1947 con un caudal de 163 m³/seg.

En la crecida de 1984, si bien no se disponen de caudales medidos, las marcas dejadas por la misma, se encuentran materializadas en el puente carretero, las cuales fueron vinculadas altimétricamente a cota IGM siendo su valor 72.17m.

El caudal de proyecto a verificar fue suministrado por el Convenio CFI –Prov de Santa Fe, y corresponde a 210 m³/s. Dicho valor surge de maximizar el valor registrado en un 25 %.

Adicionalmente y a efectos de evaluar la incidencia de caudales producidos por eventos extremos, se seleccionaron tres caudales máximos, obtenidos de la simulación hidrológica de la cuenca para tres situaciones consideradas críticas.

En síntesis se evaluaron las siguientes situaciones :

- a) Caudal $Q = 210 \text{ m}^3/\text{seg}$ (caudal de proyecto)
- b) Caudal $Q = 270 \text{ m}^3/\text{seg}$ correspondiente a una tormenta de T_r 10 años y 72 hs de duración.
- c) Caudal $Q = 350$ correspondiente a una tormenta de T_r 25 años y 72 hs de duración.

5. DETERMINACIÓN DEL PERFIL HIDRÁULICO

Se utilizó el modelo HEC RAS desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros de los EEUU. Su versatilidad y confiabilidad en los resultados lo hace de fácil aplicación en cálculos hidráulicos en regimen permanente gradualmente variados en cauces naturales.

El procedimiento de calculo computacional esta basado en la solución de la ecuación de energía en flujo unidimensional y las pérdidas de energía a partir de la ecuación de Manning.

El programa permite considerar los efectos de obstrucciones tales como puentes y efectos en el escurrimiento por obras de defensa.

Como inputs se utilizó la siguiente información

1. Características geométricas del cauce
2. cotas máximas de pelo de agua en la sección de inicio
3. caudal de diseño
4. características geométricas de obras de arte e interferencias existentes

5.1. Características geométricas del cauce

El tramo analizado comprende desde ruta nacional N° 9 hasta 2000 metros aguas debajo de la finalización de la obra de defensa, totalizando una longitud de 7000 metros.

Las secciones transversales utilizadas contienen las singularidades del cauce principal, y la de ambos canales existentes a ambas márgenes del arroyo, como así también la planicie de inundación.

Sobre la margen izquierda fue incluida como condición de borde la obra de defensa a construir.

La equidistancia de los perfiles es de aproximadamente 1000 metros con una mayor densidad en la zona de los tres puentes existentes en el tramo.

La geometría de cada una de las secciones transversales se presentan en el Anexo 1

5.2. Cotas máximas de pelo de agua en la sección de inicio

Como condición de borde para flujo en régimen subcrítico, se requiere establecer la cota de pelo de agua al inicio del tramo (Progresiva Km 0+000).

En casos como el presente en que no se dispone de registros de alturas hidrométricas medidas, se escogió el método de la pendiente de energía para la determinación de la profundidad normal.

5.3. Caudal de diseño

Como caudales de diseño se consideran los indicados en el punto 4: 170, 210, 270, 300, y 350 m³/s.

En forma adicional se determinó por aproximaciones sucesivas el caudal a partir del cual el nivel de agua desborda el terraplén, correspondiéndole un $Q = 300$ m³/seg.

5.4. Características geométricas de las obras existentes

En el tramo analizado se encuentran tres vías de comunicación que cruzan el arroyo y su valle de inundación. Cada una de ellas consta de tres tramos de puentes: sobre el cauce principal, y sobre los canales denominados Santa Fe y Córdoba.

Las geometrías de cada uno de ellos fue incorporada en el modelo a efecto de determinar las interferencias de los mismos.

La localización planimétrica de los puentes se presenta en el plano N° 1 y corresponde a las siguientes progresivas:

<u>Progresiva</u>	<u>Obra</u>
Km 5+200	puente FFCC
Km 5+250	puente vial
Km 6+900	puente ruta Nac. N° 9

Para los puentes vial y ferroviario, en la alternativa evaluada se prevé una ampliación de la sección sobre el canal Santa Fe, mediante la incorporación de dos alcantarillas rectangulares de 2.5x 3 metros a localizar sobre la margen izquierda.

6. RESULTADOS

6.1 Perfiles hídricos

En la tabla N° 2 y gráfico N° 2 se presentan las cotas de pelo de agua obtenidas de la simulación hidráulica en todo el tramo urbano y para distintos caudales.

Una primera simulación se realizó para el máximo caudal registrado: 170 m³/s, obteniéndose una cota de pelo de agua de 72.24 metros en la sección del puente carretero. La cota de pelo

de agua calculada en dicha sección es del mismo orden de magnitud a las marcas históricas registradas (72.17 m), lo cual indica una adecuada selección de los parámetros y coeficientes utilizados.

Para el caudal de proyecto (210 m³/seg) , en todo el tramo los niveles de pelo de agua se encuentran entre cota 72.29 y 73.07 metros es decir , 0.7 a 1 metro metros por debajo de la cota de coronamiento del terraplén proyectado.

El escurrimiento en las obras de arte es flujo libre en los puente carretero y ruta N° 9. La cota de pelo de agua calculada en la sección del puente ferroviario sobre el canal principal (72.59 m), se encuentra por encima de la base de tablero (72.36 m), lo que hace que dicha sección trabaje ahogada.

Con un caudal de 270 m³/seg. se genera un estrangulamiento del flujo en las tres vías de comunicación que cruzan el arroyo, generando una sobreelevación del tirante hidráulico inmediatamente aguas arriba de los terraplenes de acceso las obras de arte.

El efecto de endicamiento mencionado origina un incremento de niveles del orden de 0.40 metros en el puente carretero (Prog Km 5+250) y de 0.15-0.2 en puente Ruta 9, según puede apreciarse en el gráfico N° 2 .

La cota del nivel de agua supera la base de tablero en los puentes ferroviarios y en ruta N° 9 lo que hace que ambos trabajen ahogados, en tanto el puente carretero trabaja a flujo libre en los canales Santa Fe y Córdoba y ahogado en el canal principal.

La situación mas critica desde el punto de vista de caudales maximos producidos corresponde a la superposición de una onda de crecida de la cuenca del arroyo Tortugas($T_r = 25$ años) con una tormenta similar a la registrada en Bouquet $P = 164$ mm en 150 minutos en las areas S9 y C9 (las dos subcuencas localizadas inmediatamente aguas arriba de ruta 9).

Este escenario genera un caudal maximo $Q = 516$ m³/seg.

Para este caudal los niveles sobrepasan ampliamente los tableros de los puentes en R9, camino comunal y FFCC con cotas comprendidas entre 73.82 y 75 metros.

Esta situación de carácter extraordinario, provocaria el anegamiento de casi la totalidad del casco urbano.

Verificación del perfil hidráulico del Arroyo Tortugas para incremento de luces en puentes camino comunal y FFCC.

La contracción de la sección mojada en la zona de puentes, genera altas velocidades y un incremento de los niveles aguas arriba, del orden de los 40 – 55 cm. (grafico N° 2-a)

En el presente análisis se incorporaron tres alternativas:

- a) un incremento de luces en ambos puentes de 10 metros sobre la margen izquierda del canal Santa Fe.
- b) un incremento de luces en ambos puentes de 20 metros sobre la margen izquierda del canal Santa Fe.
- c) Un incremento de luces en ambos puentes de 50 metros entre puentes canal principal y canal Santa Fe

Los resultados de dicho análisis se presentan en la tablas adjuntas y graficos 2-b , 2-c y 2-d.

La ampliación de luces en las dos primeras alternativas produce una sensible disminución de los niveles aguas arriba de ambos puentes para los caudales de 170 y 210 m³/seg, no generando cambios de velocidades ni salto apreciable en el perfil hidráulico.

Para caudales superiores (300, 350, 516 m³/s) el incremento de luces carece de significación obteniéndose una disminución de niveles del orden de 8-10 cm.. Debe observarse que estos son valores de referencia, por cuanto para caudales superiores a 300 m³/seg, se produce el desborde de la obra de defensa.

La ampliación de luces en 50 metros produce un importante disminución de niveles para los caudales de 170, 210 y 300 m³/s, estando los mismos aguas arriba de los puentes a cotas inferiores a la del terraplen lateral.

Se adjuntan planillas de calculo y perfil longitudinal.

6.2.Caudal de desborde

Los perfiles hídricos no presentan una variación uniforme en todo el tramo ya que inmediatamente aguas arriba de los puentes ferroviarios y carretero se producen sobreelevaciones de magnitudes importantes en los tirantes hidráulicos, producto del estrangulamiento que generan ambas obras de arte en el escurrimiento.

El tramo mas critico es el comprendido entre puente FFCC y Ruta 9. Para un caudal de 300 m³/seg en progresiva 5400 el tirante supera la cota del terraplén. (Grafico N° 2-a)

6.3. Capacidad de conducción del canal Santa Fe

La metodología de calculo de los perfiles hídricos se basa en régimen permanente gradualmente variado, por lo que la distribución transversal de caudales es proporcional a la geometría de las secciones transversales y a la ponderación de los respectivos coeficientes de rugosidad. Si bien en el tramo de análisis, los tres canales (lado Santa Fe, principal, lado Córdoba) tienen traza paralelas entre sí , los tirantes correspondientes a los caudales simulados hacen que los tres canales funcionen vinculados entre sí como un solo curso.

En consecuencia, las capacidades de conducción de cada uno de ellos para el caudal de desborde del terraplén es la siguientes:

	Canal Santa Fe	Canal principal	Canal Córdoba
Area	144 m ²	202 m ²	323 m ²
Distribución porcentual	33%	40%	27%
Q300 m ³ /seg	100 m ³ /seg	120 m ³ /seg	80 m ³ /seg

Síntesis

Para las dimensiones de luces actuales de puentes , los niveles de crecidas correspondientes a caudales hasta 300 m³/seg, se encuentran por debajo de las cotas de terraplén.

Caudales de 350 m³/seg superan la cota de defensa para lo cual se evaluaron dos alternativas

- Incremento de la cota de terraplén en aproximadamente 0.50 m.
- Incremento de 50 metros de la luz de puente entre Canal Santa Fe y Canal Santa Fe

Esta alternativa requiere la extracción de 34000 m³ de material de suelo que separa ambos canales para hacer hidráulicamente efectivo dicho incremento de luces.

Es importante señalar que el levantamiento de la cota del terraplén de defensa tiene una restricción dada por la cota del terraplén del FFCC. Este valor es el límite al cual se puede levantar la cota de defensa.

ANEXO 1

GRÁFICOS, TABLAS Y PLANOS

Perfil hidráulico Arroyo Tortugas
Luces actuales en puentes carretero y FFCC

Perfiles hidráulicos A. Tortugas
Con luces actuales de puentes carretero y FFCC

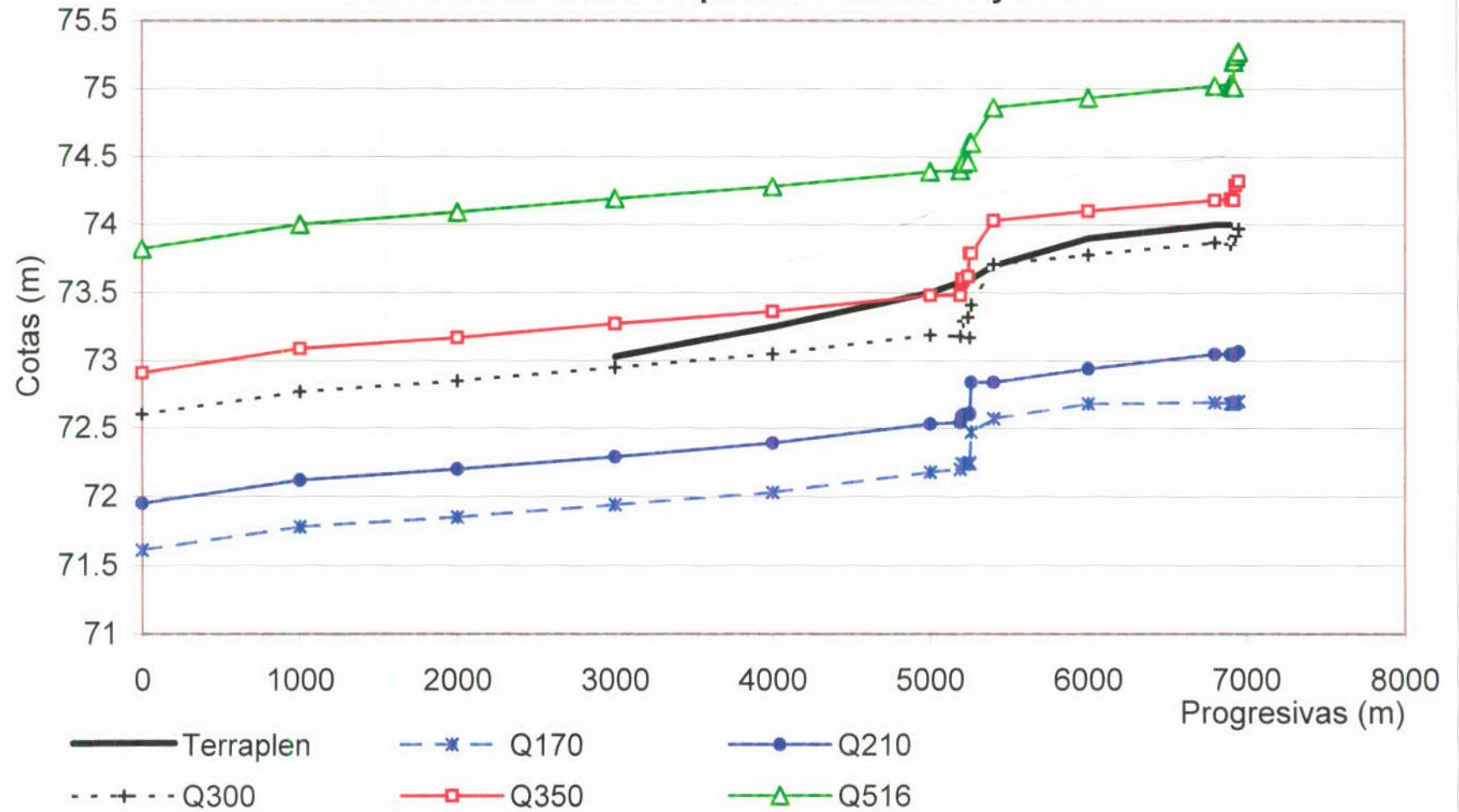


Gráfico N° 2-a

HEC-RAS Plan: Item 2: River: Arroyo Tortugas React: Tramo urbano

React	River Sta	Q Total (m3/s)	Mfn Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crt W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Fructe # Chl
Tramo urbano	6950	170.00	57.32	72.71	70.69	72.71	0.000065	0.94	301.99	162.53	0.14
Tramo urbano	6950	210.00	57.32	72.10	70.95	73.12	0.000058	0.95	356.29	165.98	
Tramo urbano	6950	270.00	57.32	73.60	71.14	73.62	0.000054	0.98	449.55	173.45	
Tramo urbano	6950	300.00	57.32	73.36	71.24	73.98	0.000046	0.95	513.57	181.33	0.12
Tramo urbano	6950	350.00	57.32	74.31	71.37	74.33	0.000044	0.87	577.92	193.00	0.12
Tramo urbano	6950	516.00	57.32	73.27	75.24	75.29	0.000040	0.95	752.24	193.00	0.12
Tramo urbano	6930	170.00	58.40	72.70	70.69	72.73	0.000097	0.79	215.48	94.07	0.17
Tramo urbano	6930	210.00	58.40	73.08	70.95	73.12	0.000095	0.82	252.93	97.30	0.16
Tramo urbano	6930	270.00	58.40	73.58	71.14	73.62	0.000097	0.88	305.21	114.73	0.17
Tramo urbano	6930	300.00	58.40	73.34	71.24	73.98	0.000084	0.86	348.53	123.93	0.16
Tramo urbano	6930	350.00	58.40	74.29	71.37	74.33	0.000082	0.89	391.74	125.40	0.15
Tramo urbano	6930	516.00	58.40	75.24	71.77	75.29	0.000085	1.01	510.95	125.40	0.15
Tramo urbano	6920	210.00	58.40	72.70	70.69	72.73	0.000097	0.79	215.16	94.04	0.17
Tramo urbano	6910	210.00	58.40	73.08	70.95	73.11	0.000096	0.83	252.45	97.25	0.16
Tramo urbano	6910	270.00	58.40	73.52	71.14	73.57	0.000102	0.90	298.95	112.92	0.18
Tramo urbano	6910	300.00	58.40	73.26	71.24	73.90	0.000090	0.89	338.77	121.32	0.17
Tramo urbano	6910	350.00	58.40	74.17	71.37	74.21	0.000092	0.93	375.34	125.40	0.17
Tramo urbano	6910	516.00	58.40	75.01	71.77	75.07	0.000100	1.07	482.25	125.40	0.17
Tramo urbano	6900	170.00	57.78	72.70	70.69	72.73	0.000141	0.99	420.49	292.06	0.16
Tramo urbano	6900	210.00	57.78	73.08	70.95	73.11	0.000131	1.01	532.53	294.23	0.16
Tramo urbano	6900	270.00	57.78	73.53	71.14	73.56	0.000129	1.09	565.58	295.79	0.16
Tramo urbano	6900	300.00	57.78	73.87	71.24	73.90	0.000113	1.05	756.99	307.39	0.15
Tramo urbano	6900	350.00	57.78	74.18	71.37	74.20	0.000115	1.11	361.76	308.78	0.15
Tramo urbano	6900	516.00	57.78	75.03	71.77	75.06	0.000124	1.27	1124.02	310.00	0.16
Tramo urbano	6800	170.00	57.78	72.59	70.15	72.71	0.000141	0.74	402.62	262.55	0.12
Tramo urbano	6800	210.00	57.78	73.08	70.34	73.09	0.000133	0.77	503.53	264.79	0.12
Tramo urbano	6800	270.00	57.78	73.53	70.55	73.54	0.000134	0.82	523.40	267.43	0.12
Tramo urbano	6800	300.00	57.78	73.87	70.66	73.88	0.000118	0.81	714.97	277.79	0.11
Tramo urbano	6800	350.00	57.78	74.19	71.01	74.19	0.000117	0.84	344.12	300.00	0.11

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Toruñas Resort: Tramo urbano (Continued)

Reach	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
Tramo urbano	6800	516.00	67.73	75.02	71.34	75.04	0.000127	0.96	1098.27	300.00	0.12
Tramo urbano	6000	170.00	67.68	72.55	70.02	72.50	0.000119	0.90	411.34	259.61	0.15
Tramo urbano	6000	210.00	67.68	72.97	70.24	72.99	0.000114	0.93	516.14	274.43	0.15
Tramo urbano	6000	270.00	67.68	73.42	70.59	73.44	0.000113	1.00	699.76	275.32	0.15
Tramo urbano	6000	300.00	67.68	73.73	70.73	73.30	0.000098	0.98	737.11	276.03	0.14
Tramo urbano	6000	350.00	67.68	74.09	70.95	74.11	0.000096	0.95	863.42	300.00	0.13
Tramo urbano	6000	516.00	67.68	74.33	71.34	74.36	0.000093	1.09	1105.40	300.00	0.14
Tramo urbano	5400	170.00	67.58	72.49	70.02	72.51	0.000136	0.94	386.35	255.02	0.15
Tramo urbano	5400	210.00	67.58	72.88	70.23	72.90	0.000127	0.97	491.23	274.24	0.15
Tramo urbano	5400	270.00	67.58	73.33	70.59	73.36	0.000125	1.03	615.00	275.14	0.16
Tramo urbano	5400	300.00	67.58	73.70	70.78	73.72	0.000106	1.00	715.30	275.88	0.14
Tramo urbano	5400	350.00	67.58	74.03	70.95	74.04	0.000092	0.97	832.40	300.00	0.14
Tramo urbano	5400	516.00	67.58	74.86	71.34	74.88	0.000098	1.11	1093	300.00	0.14
Tramo urbano	5260	170.00	67.37	72.27	70.00	72.32	0.000588	0.99	171.54	57.37	0.18
Tramo urbano	5260	210.00	67.37	72.66	70.20	72.72	0.000624	1.09	193.95	57.34	0.18
Tramo urbano	5260	270.00	67.37	73.09	70.47	73.17	0.000725	1.24	218.55	57.94	0.20
Tramo urbano	5260	300.00	67.37	73.41	70.59	73.48	0.004080	1.16	256.66	140.00	0.27
Tramo urbano	5260	350.00	67.37	73.77	70.76	73.84	0.003056	1.13	307.32	140.00	0.24
Tramo urbano	5260	516.00	67.37	74.60	71.28	74.68	0.002327	1.21	423.70	140.00	0.22
Tramo urbano	5250										
	Bridge										
Tramo urbano	5240	170.00	67.37	72.27	70.00	72.32	0.000553	1.00	171.17	57.36	0.18
Tramo urbano	5240	210.00	67.37	72.65	70.21	72.71	0.000630	1.09	193.29	57.63	0.19
Tramo urbano	5240	270.00	67.37	73.07	70.47	73.14	0.000738	1.25	217.00	57.92	0.20
Tramo urbano	5240	300.00	67.37	73.30	70.59	73.38	0.004973	1.22	241.91	140.00	0.20
Tramo urbano	5240	350.00	67.37	73.51	70.76	73.69	0.003927	1.21	285.33	140.00	0.27
Tramo urbano	5240	516.00	67.37	74.46	71.28	74.55	0.002707	1.27	404.56	140.00	0.24
Tramo urbano	5210	170.00	67.63	72.27	69.67	72.30	0.000275	0.87	194.42	66.34	0.16
Tramo urbano	5210	210.00	67.63	72.65	70.07	72.70	0.000302	0.95	220.05	66.56	0.17
Tramo urbano	5210	270.00	67.63	73.07	70.31	73.13	0.000362	1.09	247.39	66.30	0.18

HEC-RAS Plan: atiem 2 River: Arroio Torugas Reach: Tramo urbano (Continued)

Reach	River Sta	C Total (m ³ /s)	Min Ch E (m)	W.S. Elev (m)	Crt W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Fractn # Chl	
Tramo urbano	5210	300.00	57.53	73.29	70.42	73.03	0.000332	1.14	252.28	56.93	0.13	
Tramo urbano	5210	350.00	57.53	73.60	70.59	73.57	0.000414	1.13	298.39	55.00	0.25	
Tramo urbano	5210	516.00	57.53	74.45	71.14	74.53	0.000469	1.14	421.32	54.30	0.22	
Tramo urbano	5200	Bricks										
Tramo urbano	5190	170.00	57.53	72.21	72.25	72.25	0.000289	0.89	190.75	58.31	0.17	
Tramo urbano	5190	210.00	57.53	72.55	72.51	72.51	0.000325	0.88	213.71	56.51	0.17	
Tramo urbano	5190	270.00	57.53	73.00	73.05	73.05	0.000381	1.11	243.31	55.75	0.19	
Tramo urbano	5190	300.00	57.53	73.20	73.27	73.27	0.000407	1.17	255.73	56.35	0.19	
Tramo urbano	5190	350.00	57.53	73.49	73.57	73.57	0.000453	1.24	282.07	54.00	0.23	
Tramo urbano	5190	516.00	57.53	74.40	74.48	74.48	0.000488	1.25	413.32	54.00	0.22	
Tramo urbano	5000	170.00	58.24	72.18	70.08	72.20	0.000159	0.92	325.27	242.54	0.17	
Tramo urbano	5000	210.00	58.24	72.52	70.28	72.55	0.000161	0.96	412.03	246.65	0.15	
Tramo urbano	5000	270.00	58.24	72.98	70.52	73.01	0.000154	1.02	525.51	258.00	0.15	
Tramo urbano	5000	300.00	58.24	73.19	70.72	73.21	0.000151	1.05	579.09	264.58	0.15	
Tramo urbano	5000	350.00	58.24	73.48	70.96	73.30	0.000151	1.10	655.13	267.38	0.17	
Tramo urbano	5000	516.00	58.24	74.39	71.38	74.42	0.000122	1.11	983.54	300.00	0.15	
Tramo urbano	4000	170.00	57.35	72.02	59.38	72.05	0.000127	0.85	335.50	251.12	0.15	
Tramo urbano	4000	210.00	57.35	72.39	59.58	72.41	0.000125	0.90	428.35	267.27	0.15	
Tramo urbano	4000	270.00	57.35	72.84	59.85	72.57	0.000125	0.97	550.08	268.19	0.15	
Tramo urbano	4000	300.00	57.35	73.05	59.97	72.05	0.000124	1.00	505.23	268.59	0.15	
Tramo urbano	4000	350.00	57.35	73.35	70.18	73.38	0.000100	0.95	750.76	300.00	0.14	
Tramo urbano	4000	516.00	57.35	74.23	71.01	74.31	0.000100	1.07	1037.35	300.00	0.15	
Tramo urbano	3000	170.00	56.81	71.34	59.09	71.35	0.000082	0.75	336.92	301.39	0.12	
Tramo urbano	3000	210.00	56.81	72.29	59.23	72.31	0.000086	0.82	411.55	307.55	0.13	
Tramo urbano	3000	270.00	56.81	72.74	59.54	72.75	0.000090	0.90	524.51	355.52	0.13	
Tramo urbano	3000	300.00	56.81	72.95	59.63	72.97	0.000091	0.93	573.12	362.44	0.14	
Tramo urbano	3000	350.00	56.81	73.27	59.72	73.29	0.000088	0.95	723.71	394.31	0.14	
Tramo urbano	3000	516.00	56.81	74.19	70.51	74.21	0.000091	1.09	999.81	300.00	0.14	
Tramo urbano	2000	170.00	56.55	71.35	71.37	71.37	0.000079	0.80	410.77	375.17	0.12	

HEC-RAS Plan: atem 2 River Arroyo Tomugas Reach: Tramo urbano (Continued)

Reach	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)	Frouds # Chl
Tramo urbano	2000	210.00	56.55	72.20		72.22	0.000083	0.86	512.53	300.00	0.13
Tramo urbano	2000	270.00	56.56	72.55		72.57	0.000087	0.94	548.08	300.00	0.13
Tramo urbano	2000	300.00	56.56	72.55		72.58	0.000088	0.97	709.10	300.00	0.14
Tramo urbano	2000	350.00	56.56	73.17		73.20	0.000091	1.03	304.08	300.00	0.14
Tramo urbano	2000	516.00	56.56	74.09		74.12	0.000097	1.17	1078.65	300.00	0.15
Tramo urbano	1000	170.00	56.26	71.73		71.80	0.000071	0.76	391.53	354.00	0.12
Tramo urbano	1000	210.00	56.26	72.12		72.14	0.000073	0.82	489.26	300.00	0.12
Tramo urbano	1000	270.00	56.26	72.57		72.59	0.000076	0.89	523.49	300.00	0.13
Tramo urbano	1000	300.00	56.26	72.77		72.79	0.000078	0.92	564.15	300.00	0.13
Tramo urbano	1000	350.00	56.26	73.09		73.11	0.000079	0.97	178.61	300.00	0.13
Tramo urbano	1000	516.00	56.26	74.00		74.03	0.000083	1.10	1051.98	300.00	0.14
Tramo urbano	0000	170.00	55.43	71.51	58.30	71.58	0.000210	1.36	360.64	300.00	0.19
Tramo urbano	0000	210.00	55.43	71.35	58.58	72.02	0.000210	1.42	463.50	300.00	0.20
Tramo urbano	0000	270.00	55.43	72.38	59.21	72.47	0.000210	1.50	597.38	300.00	0.20
Tramo urbano	0000	300.00	55.43	72.60	59.45	72.67	0.000210	1.54	557.99	300.00	0.20
Tramo urbano	0000	350.00	55.43	72.91	59.92	72.98	0.000210	1.59	752.35	300.00	0.20
Tramo urbano	0000	516.00	55.43	73.82	71.48	73.90	0.000210	1.74	1025.16	300.00	0.21

**Perfil hidráulico Arroyo Tortugas
Incremento de luces en puentes carretero y FFCC (L+10 m)**

Perfiles hidráulicos A. Tortugas
Incremento de luces de puentes carretero y FFCC (L+10 m)

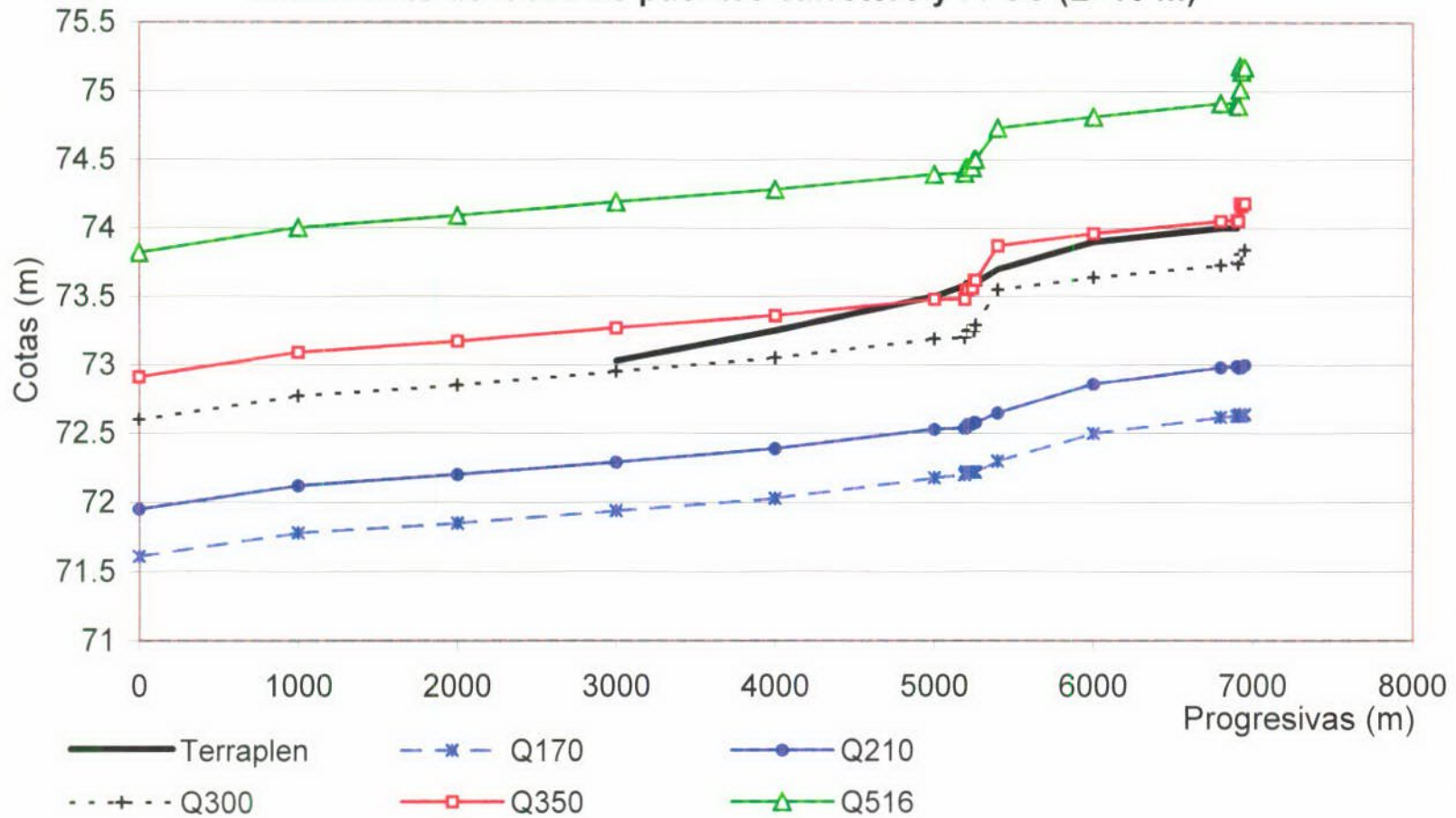


Gráfico N° 2-b

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tonugas Reach: Tramo urbano

Reach	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
Tramo urbano	6950	170.00	67.82	72.66	72.68	0.000070	0.87	292.83	161.91	0.14		
Tramo urbano	6950	210.00	67.82	73.02	73.04	0.000064	0.88	351.94	165.39	0.14		
Tramo urbano	6950	270.00	67.82	73.54	73.56	0.000057	0.90	439.48	171.91	0.13		
Tramo urbano	6950	300.00	67.82	73.88	73.90	0.000049	0.87	499.32	178.92	0.13		
Tramo urbano	6950	350.00	67.82	74.22	74.24	0.000048	0.90	560.88	183.00	0.13		
Tramo urbano	6950	516.00	67.82	75.21	75.23	0.000045	0.97	741.51	183.00	0.12		
Tramo urbano	6930	170.00	68.40	72.64	72.68	0.000104	0.81	211.15	93.59	0.17		
Tramo urbano	6930	210.00	68.40	73.00	73.04	0.000104	0.86	245.04	96.61	0.17		
Tramo urbano	6930	270.00	68.40	73.52	73.56	0.000103	0.90	298.40	112.72	0.18		
Tramo urbano	6930	300.00	68.40	73.86	73.90	0.000090	0.89	338.68	121.90	0.17		
Tramo urbano	6930	350.00	68.40	74.20	74.24	0.000090	0.92	380.52	125.40	0.17		
Tramo urbano	6930	516.00	68.40	75.18	75.23	0.000088	1.02	503.48	125.40	0.16		
Tramo urbano	6920	Bridge										
Tramo urbano	6910	170.00	68.40	72.64	72.67	0.000105	0.81	210.81	93.56	0.17		
Tramo urbano	6910	210.00	68.40	73.00	73.03	0.000104	0.86	244.68	96.58	0.17		
Tramo urbano	6910	270.00	68.40	73.47	73.51	0.000108	0.92	292.47	110.58	0.18		
Tramo urbano	6910	300.00	68.40	73.78	73.83	0.000097	0.91	329.34	119.95	0.18		
Tramo urbano	6910	350.00	68.40	74.08	74.13	0.000100	0.96	365.93	125.40	0.18		
Tramo urbano	6910	516.00	68.40	74.94	75.00	0.000106	1.09	473.48	125.40	0.18		
Tramo urbano	6900	170.00	67.78	72.64	72.67	0.000152	1.02	403.76	291.66	0.17		
Tramo urbano	6900	210.00	67.78	73.00	73.03	0.000145	1.05	509.03	293.77	0.16		
Tramo urbano	6900	270.00	67.78	73.48	73.50	0.000138	1.10	648.54	296.46	0.16		
Tramo urbano	6900	300.00	67.78	73.80	73.82	0.000122	1.08	743.54	298.92	0.15		
Tramo urbano	6900	350.00	67.78	74.09	74.12	0.000125	1.14	835.08	308.57	0.16		
Tramo urbano	6900	516.00	67.78	74.96	74.99	0.000131	1.29	1102.51	310.00	0.17		
Tramo urbano	6800	170.00	67.78	72.64	72.65	0.000153	0.76	387.43	262.12	0.12		
Tramo urbano	6800	210.00	67.78	73.00	73.01	0.000147	0.80	482.17	264.32	0.12		
Tramo urbano	6800	270.00	67.78	73.47	73.49	0.000142	0.84	607.85	267.09	0.12		
Tramo urbano	6800	300.00	67.78	73.79	73.80	0.000127	0.83	693.69	269.80	0.12		
Tramo urbano	6800	350.00	67.78	74.09	74.10	0.000127	0.86	818.06	300.00	0.12		

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano (Continued)

Reach	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 Chml (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tramo urbano	5800	516.00	57.79	74.95	71.54	74.97	0.000134	0.98	1077.37	300.00	0.13	
Tramo urbano	6000	170.00	57.68	72.52	70.02	72.54	0.000130	0.93	394.47	257.02	0.15	
Tramo urbano	6000	210.00	57.58	72.88	70.24	72.90	0.000127	0.97	490.73	274.24	0.15	
Tramo urbano	6000	270.00	57.58	73.36	70.59	73.38	0.000122	1.02	621.80	275.19	0.15	
Tramo urbano	6000	300.00	57.58	73.69	70.78	73.71	0.000107	1.01	713.55	275.86	0.15	
Tramo urbano	6000	350.00	57.58	74.00	70.95	74.02	0.000094	0.98	855.15	300.00	0.14	
Tramo urbano	6000	516.00	57.58	74.86	71.54	74.88	0.000098	1.11	1112.99	300.00	0.14	
Tramo urbano	5400	170.00	57.58	72.41	70.01	72.43	0.000150	0.98	367.29	253.16	0.16	
Tramo urbano	5400	210.00	57.58	72.78	70.22	72.80	0.000144	1.02	462.76	268.71	0.16	
Tramo urbano	5400	270.00	57.58	73.26	70.55	73.28	0.000135	1.06	595.09	275.00	0.16	
Tramo urbano	5400	300.00	57.58	73.61	70.78	73.63	0.000116	1.04	690.39	275.89	0.15	
Tramo urbano	5400	350.00	57.58	73.93	70.95	73.94	0.000101	1.01	833.16	300.00	0.14	
Tramo urbano	5400	516.00	57.58	74.78	71.54	74.81	0.000104	1.14	1090.18	300.00	0.15	
Tramo urbano	5260	170.00	57.87	72.23	69.70	72.26	0.000404	0.84	201.76	62.34	0.15	
Tramo urbano	5260	210.00	57.87	72.58	69.87	72.63	0.000451	0.94	223.96	62.59	0.16	
Tramo urbano	5260	270.00	57.87	73.05	70.09	73.11	0.000517	1.07	253.28	62.91	0.17	
Tramo urbano	5260	300.00	57.87	73.33	70.20	73.38	0.003047	1.05	283.53	145.00	0.24	
Tramo urbano	5260	350.00	57.87	73.68	70.38	73.74	0.002403	1.04	334.55	145.00	0.22	
Tramo urbano	5260	516.00	57.87	74.53	70.86	74.60	0.001849	1.12	458.74	145.00	0.20	
Tramo urbano	5250											
Bridge												
Tramo urbano	5240	170.00	57.87	72.22	69.49	72.25	0.000151	0.85	201.53	62.33	0.15	
Tramo urbano	5240	210.00	57.87	72.58	69.67	72.62	0.000168	0.94	223.70	62.58	0.16	
Tramo urbano	5240	270.00	57.87	73.04	70.09	73.10	0.000194	1.07	252.74	62.91	0.17	
Tramo urbano	5240	300.00	57.87	73.27	70.20	73.33	0.002849	1.08	274.77	145.00	0.25	
Tramo urbano	5240	350.00	57.87	73.58	70.38	73.64	0.002346	1.09	319.67	145.00	0.23	
Tramo urbano	5240	516.00	57.87	74.44	70.86	74.51	0.001693	1.15	445.70	145.00	0.21	
Tramo urbano	5210	170.00	67.63	72.22	69.49	72.25	0.000111	0.75	225.68	66.32	0.13	
Tramo urbano	5210	210.00	67.63	72.58	69.67	72.62	0.000126	0.84	249.30	66.52	0.14	
Tramo urbano	5210	270.00	67.63	73.04	69.91	73.09	0.000148	0.96	280.24	66.79	0.15	

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano (Continued)

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Cnt W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tramo urbano	5210	300.00	67.63	73.26	70.02	73.32	0.000158	1.02	294.38	66.91	0.15	
Tramo urbano	5210	350.00	67.63	73.57	70.19	73.63	0.000174	1.07	327.39	145.00	0.22	
Tramo urbano	5210	516.00	67.63	74.44	70.63	74.51	0.000207	1.15	453.67	145.00	0.20	
Tramo urbano	5200	Bridge										
Tramo urbano	5190	170.00	67.63	72.20	72.23	0.000113	0.76	224.25	66.31	0.13		
Tramo urbano	5190	210.00	67.63	72.55	72.59	0.000129	0.85	247.26	66.50	0.14		
Tramo urbano	5190	270.00	67.63	73.00	73.04	0.000153	0.97	276.99	66.76	0.15		
Tramo urbano	5190	300.00	67.63	73.20	73.25	0.000165	1.03	290.48	66.88	0.16		
Tramo urbano	5190	350.00	67.63	73.48	73.55	0.000185	1.11	315.55	145.00	0.23		
Tramo urbano	5190	516.00	67.63	74.39	74.46	0.000213	1.17	447.28	145.00	0.21		
Tramo urbano	5000	170.00	68.24	72.18	70.08	0.000169	0.92	326.27	242.64	0.17		
Tramo urbano	5000	210.00	68.24	72.53	70.28	0.000161	0.96	412.03	246.66	0.16		
Tramo urbano	5000	270.00	68.24	72.98	70.53	0.000154	1.02	525.51	258.00	0.16		
Tramo urbano	5000	300.00	68.24	73.19	70.72	0.000151	1.05	579.09	264.58	0.16		
Tramo urbano	5000	350.00	68.24	73.48	70.96	0.000151	1.10	656.13	267.88	0.17		
Tramo urbano	5000	516.00	68.24	74.39	71.38	0.000122	1.11	983.54	300.00	0.15		
Tramo urbano	4000	170.00	67.35	72.03	69.38	0.000127	0.85	335.60	251.12	0.15		
Tramo urbano	4000	210.00	67.35	72.39	69.58	0.000126	0.90	428.35	267.27	0.15		
Tramo urbano	4000	270.00	67.35	72.94	69.85	0.000125	0.97	550.08	268.18	0.16		
Tramo urbano	4000	300.00	67.35	73.05	69.97	0.000124	1.00	605.28	268.59	0.16		
Tramo urbano	4000	350.00	67.35	73.36	70.18	0.000100	0.95	760.76	300.00	0.14		
Tramo urbano	4000	516.00	67.35	74.28	71.01	0.000100	1.07	1037.36	300.00	0.15		
Tramo urbano	3000	170.00	66.81	71.94	69.09	0.000082	0.76	336.92	201.09	0.12		
Tramo urbano	3000	210.00	66.81	72.29	69.28	0.000086	0.82	411.59	227.59	0.13		
Tramo urbano	3000	270.00	66.81	72.74	69.54	0.000090	0.90	524.61	259.52	0.13		
Tramo urbano	3000	300.00	66.81	72.95	69.63	0.000091	0.93	578.12	262.44	0.14		
Tramo urbano	3000	350.00	66.81	73.27	69.72	0.000088	0.96	723.71	294.91	0.14		
Tramo urbano	3000	516.00	66.81	74.19	70.51	0.000091	1.09	999.81	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	170.00	66.56	71.85	71.87	0.000079	0.80	410.77	275.17	0.12		

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano (Continued)

Reach	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
Tramo urbano	2000	210.00	66.56	72.20	72.22	0.000083	0.86	513.53	300.00	0.13		
Tramo urbano	2000	270.00	66.56	72.55	72.67	0.000087	0.94	648.08	300.00	0.13		
Tramo urbano	2000	300.00	66.56	72.85	72.88	0.000088	0.97	709.10	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	350.00	66.56	73.17	73.20	0.000091	1.03	804.08	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	516.00	66.56	74.09	74.12	0.000097	1.17	1078.65	300.00	0.15		
Tramo urbano	1000	170.00	66.26	71.78	71.80	0.000071	0.76	391.53	254.03	0.12		
Tramo urbano	1000	210.00	66.26	72.12	72.14	0.000073	0.82	489.86	300.00	0.12		
Tramo urbano	1000	270.00	66.26	72.57	72.59	0.000076	0.89	623.49	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	300.00	66.26	72.77	72.79	0.000078	0.92	684.15	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	350.00	66.26	73.09	73.11	0.000079	0.97	778.61	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	516.00	66.26	74.00	74.03	0.000083	1.10	1051.98	300.00	0.14		
Tramo urbano	0000	170.00	65.43	71.61	68.30	0.000210	1.36	360.64	300.00	0.19		
Tramo urbano	0000	210.00	65.43	71.95	68.68	0.000210	1.42	463.90	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	270.00	65.43	72.39	69.21	0.000210	1.50	597.38	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	300.00	65.43	72.60	69.45	0.000210	1.54	657.99	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	350.00	65.43	72.91	69.92	0.000210	1.59	752.35	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	516.00	65.43	73.82	71.48	0.000210	1.74	1025.16	300.00	0.21		

**Perfil hidráulico Arroyo Tortugas
Incremento de luces en puentes carretero y FFCC (L+20 m)**

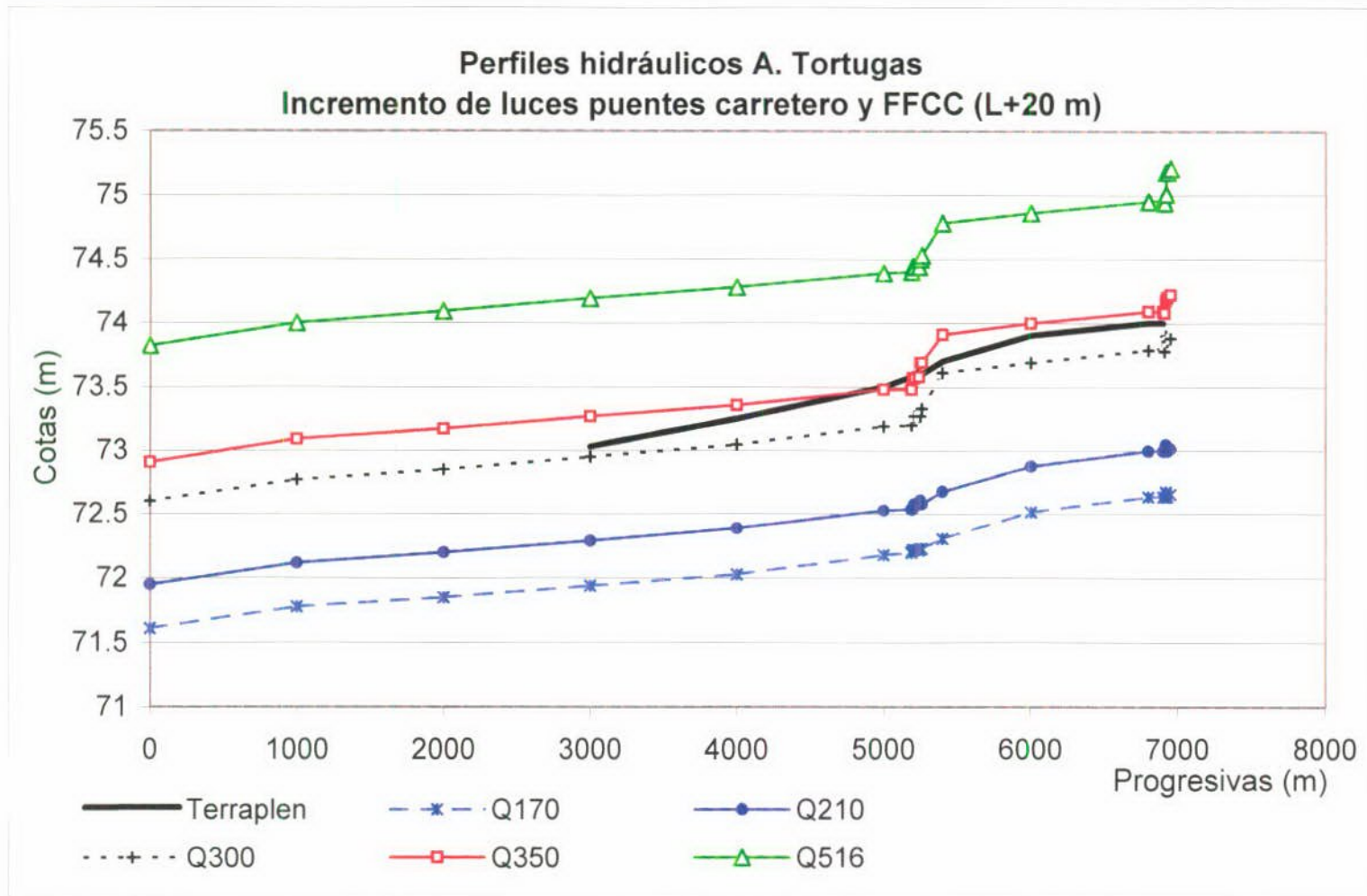


Gráfico N° 2-c

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano

Reach	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
Tramo urbano	6950	170.00	67.82	72.64	70.69	72.66	0.00072	0.88	290.57	161.74	0.15	
Tramo urbano	6950	210.00	67.82	73.00	70.95	73.02	0.00066	0.89	349.09	165.26	0.14	
Tramo urbano	6950	270.00	67.82	73.52	71.14	73.54	0.00058	0.90	435.55	171.31	0.14	
Tramo urbano	6950	300.00	67.82	73.84	71.24	73.86	0.00052	0.89	490.86	177.37	0.13	
Tramo urbano	6950	350.00	67.82	74.18	71.37	74.21	0.00050	0.91	554.32	183.00	0.13	
Tramo urbano	6950	516.00	67.82	75.17	71.77	75.20	0.00046	0.98	734.19	183.00	0.13	
Tramo urbano	6930	170.00	68.40	72.63	70.69	72.66	0.00106	0.81	209.84	93.47	0.17	
Tramo urbano	6930	210.00	68.40	72.98	70.95	73.02	0.00106	0.86	243.36	96.46	0.17	
Tramo urbano	6930	270.00	68.40	73.50	71.14	73.54	0.00105	0.91	295.78	111.78	0.18	
Tramo urbano	6930	300.00	68.40	73.81	71.24	73.85	0.00095	0.90	332.83	120.68	0.17	
Tramo urbano	6930	350.00	68.40	74.16	71.37	74.21	0.00093	0.93	375.96	125.40	0.17	
Tramo urbano	6930	516.00	68.40	75.14	71.77	75.19	0.00091	1.04	498.40	125.40	0.17	
Tramo urbano	6920	Bridge										
Tramo urbano	6910	170.00	68.40	72.63	70.69	72.66	0.00106	0.81	209.49	93.44	0.17	
Tramo urbano	6910	210.00	68.40	72.98	70.95	73.02	0.00107	0.86	242.99	96.43	0.17	
Tramo urbano	6910	270.00	68.40	73.44	71.14	73.49	0.00110	0.93	289.98	109.67	0.18	
Tramo urbano	6910	300.00	68.40	73.74	71.24	73.78	0.00102	0.93	323.76	118.76	0.18	
Tramo urbano	6910	350.00	68.40	74.05	71.37	74.09	0.00103	0.97	361.50	125.40	0.18	
Tramo urbano	6910	516.00	68.40	74.89	71.77	74.95	0.00110	1.10	467.51	125.40	0.18	
Tramo urbano	6900	170.00	67.78	72.53	70.69	72.56	0.00156	1.03	399.63	291.55	0.17	
Tramo urbano	6900	210.00	67.78	72.99	70.95	73.01	0.00148	1.06	503.88	293.68	0.16	
Tramo urbano	6900	270.00	67.78	73.45	71.14	73.48	0.00141	1.11	641.88	296.33	0.16	
Tramo urbano	6900	300.00	67.78	73.75	71.24	73.77	0.00128	1.10	729.65	298.26	0.16	
Tramo urbano	6900	350.00	67.78	74.06	71.37	74.09	0.00129	1.15	824.25	308.49	0.16	
Tramo urbano	6900	516.00	67.78	74.91	71.77	74.94	0.00136	1.31	1087.86	310.00	0.17	
Tramo urbano	6800	170.00	67.78	72.52	70.69	72.54	0.00156	0.77	383.68	262.00	0.12	
Tramo urbano	6800	210.00	67.78	72.98	70.95	72.99	0.00150	0.80	477.49	264.21	0.12	
Tramo urbano	6800	270.00	67.78	73.45	71.14	73.46	0.00146	0.85	601.80	266.96	0.12	
Tramo urbano	6800	300.00	67.78	73.74	71.24	73.76	0.00133	0.84	681.08	268.97	0.12	
Tramo urbano	6800	350.00	67.78	74.05	71.37	74.07	0.00131	0.87	807.47	300.00	0.12	

Reach	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
Tramo urbano	5210	300.00	67.53	73.25	69.81	73.29	0.000109	0.87	343.14	76.91	0.13	
Tramo urbano	5210	350.00	67.53	73.55	69.96	73.50	0.000121	0.93	377.53	155.00	0.18	
Tramo urbano	5210	516.00	67.53	74.43	70.40	74.48	0.000146	1.02	513.89	155.00	0.17	
Tramo urbano	5200	Bridge										
Tramo urbano	5190	170.00	57.53	72.20		72.22	0.000078	0.65	263.02	76.31	0.11	
Tramo urbano	5190	210.00	67.53	72.55		72.58	0.000089	0.73	289.62	76.51	0.12	
Tramo urbano	5190	270.00	67.53	73.00		73.03	0.000105	0.83	323.94	76.76	0.13	
Tramo urbano	5190	300.00	67.53	73.20		73.24	0.000113	0.88	339.54	76.88	0.13	
Tramo urbano	5190	350.00	67.53	73.49		73.54	0.000127	0.95	368.06	155.00	0.19	
Tramo urbano	5190	516.00	67.53	74.40		74.45	0.000149	1.03	508.91	155.00	0.18	
Tramo urbano	5000	170.00	68.24	72.18	70.08	72.20	0.000169	0.92	326.27	242.54	0.17	
Tramo urbano	5000	210.00	68.24	72.53	70.28	72.55	0.000161	0.96	412.03	246.66	0.16	
Tramo urbano	5000	270.00	68.24	72.98	70.53	73.01	0.000154	1.02	525.51	258.00	0.16	
Tramo urbano	5000	300.00	68.24	73.19	70.72	73.21	0.000151	1.05	579.09	264.58	0.16	
Tramo urbano	5000	350.00	68.24	73.48	70.96	73.50	0.000151	1.10	556.13	267.88	0.17	
Tramo urbano	5000	516.00	68.24	74.39	71.38	74.42	0.000122	1.11	983.54	300.00	0.15	
Tramo urbano	4000	170.00	67.35	72.03	69.38	72.06	0.000127	0.85	335.60	251.12	0.15	
Tramo urbano	4000	210.00	67.35	72.39	69.58	72.41	0.000126	0.90	428.35	267.27	0.15	
Tramo urbano	4000	270.00	67.35	72.84	69.85	72.87	0.000125	0.97	550.08	268.18	0.16	
Tramo urbano	4000	300.00	67.35	73.05	69.97	73.08	0.000124	1.00	605.28	268.59	0.16	
Tramo urbano	4000	350.00	67.35	73.36	70.18	73.38	0.000100	0.95	760.76	300.00	0.14	
Tramo urbano	4000	516.00	67.35	74.28	71.01	74.31	0.000100	1.07	1037.36	300.00	0.15	
Tramo urbano	3000	170.00	66.81	71.94	69.09	71.95	0.000082	0.76	336.92	201.09	0.12	
Tramo urbano	3000	210.00	66.81	72.29	69.28	72.31	0.000086	0.82	411.69	227.59	0.13	
Tramo urbano	3000	270.00	66.81	72.74	69.54	72.76	0.000090	0.90	524.61	259.52	0.13	
Tramo urbano	3000	300.00	66.81	72.95	69.63	72.97	0.000091	0.93	578.12	262.44	0.14	
Tramo urbano	3000	350.00	66.81	73.27	69.72	73.29	0.000088	0.96	723.71	294.91	0.14	
Tramo urbano	3000	516.00	66.81	74.19	70.51	74.21	0.000091	1.09	999.81	300.00	0.14	
Tramo urbano	2000	170.00	66.56	71.85		71.87	0.000079	0.80	410.77	275.17	0.12	

Reach	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
Tramo urbano	2000	210.00	66.56	72.20	72.22	0.000083	0.86	513.53	300.00	0.13		
Tramo urbano	2000	270.00	66.56	72.55	72.67	0.000087	0.94	648.08	300.00	0.13		
Tramo urbano	2000	300.00	66.56	72.85	72.88	0.000088	0.97	709.10	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	350.00	66.56	73.17	73.20	0.000091	1.03	804.08	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	516.00	66.56	74.09	74.12	0.000097	1.17	1078.65	300.00	0.15		
Tramo urbano	1000	170.00	66.26	71.78	71.80	0.000071	0.76	391.53	254.03	0.12		
Tramo urbano	1000	210.00	66.26	72.12	72.14	0.000073	0.82	489.86	300.00	0.12		
Tramo urbano	1000	270.00	66.26	72.57	72.59	0.000076	0.89	623.49	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	300.00	66.26	72.77	72.79	0.000078	0.92	684.15	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	350.00	66.26	73.09	73.11	0.000079	0.97	778.61	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	516.00	66.26	74.00	74.03	0.000083	1.10	1051.98	300.00	0.14		
Tramo urbano	0000	170.00	65.43	71.61	71.68	0.000210	1.36	360.64	300.00	0.19		
Tramo urbano	0000	210.00	65.43	71.95	72.02	0.000210	1.42	463.90	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	270.00	65.43	72.39	72.47	0.000210	1.50	597.38	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	300.00	65.43	72.60	72.67	0.000210	1.54	657.99	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	350.00	65.43	72.91	72.98	0.000210	1.59	752.35	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	516.00	65.43	73.82	73.90	0.000210	1.74	1025.16	300.00	0.21		



Perfil hidráulico Arroyo Tortugas
Incremento de luces en puentes carretero y FFCC (L+50 m)

Perfiles hidráulicos A. Tortugas
Incremento de luces de puentes carretero y FFCC (L+50 m)

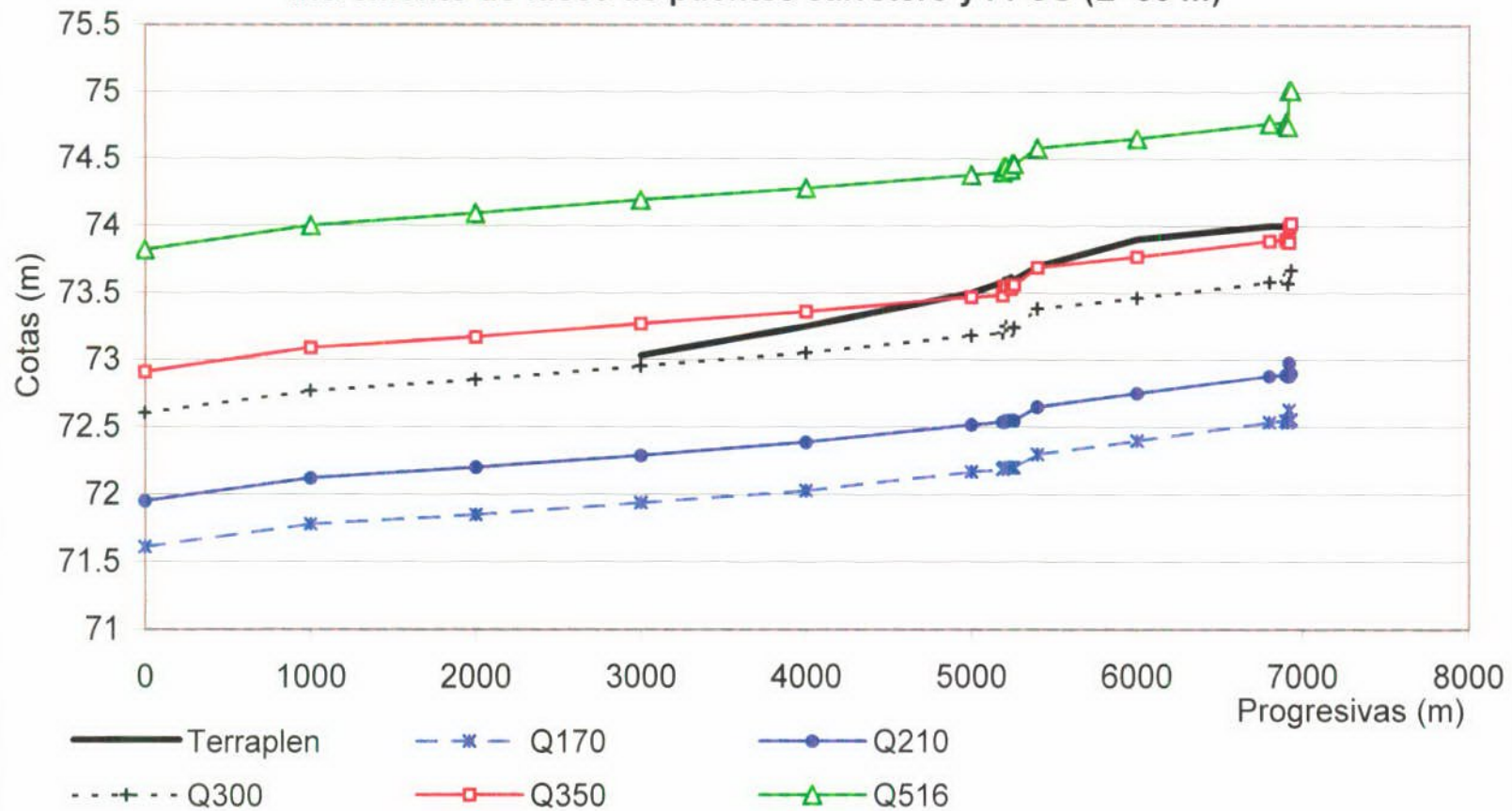


Gráfico N° 2-d

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Cnt W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tramo urbano	6950	170.00	57.82	72.56	72.59	0.000392	0.92	277.29	160.69	0.15		
Tramo urbano	6950	210.00	67.82	72.90	72.93	0.000075	0.93	333.08	164.54	0.15		
Tramo urbano	6950	270.00	67.82	73.40	73.42	0.000068	0.95	415.14	168.19	0.14		
Tramo urbano	6950	300.00	67.82	73.67	73.69	0.000062	0.95	461.52	174.35	0.14		
Tramo urbano	6950	350.00	67.82	74.02	74.05	0.000058	0.97	524.18	183.00	0.14		
Tramo urbano	6950	516.00	67.32	75.04	75.07	0.000051	1.01	711.20	183.00	0.13		
Tramo urbano	6930	170.00	58.40	72.55	72.58	0.000118	0.84	202.12	92.76	0.18		
Tramo urbano	6930	210.00	68.40	72.88	72.93	0.000119	0.90	233.94	95.63	0.18		
Tramo urbano	6930	270.00	68.40	73.37	73.42	0.000118	0.96	282.41	106.85	0.19		
Tramo urbano	6930	300.00	68.40	73.64	73.69	0.000112	0.96	312.54	116.36	0.19		
Tramo urbano	6930	350.00	68.40	73.99	74.04	0.000109	0.99	354.94	125.24	0.19		
Tramo urbano	6930	516.00	68.40	75.01	75.07	0.000100	1.07	482.38	125.40	0.17		
Tramo urbano	6920	Bridge										
Tramo urbano	6910	170.00	68.40	72.54	72.58	0.000118	0.84	201.75	92.73	0.18		
Tramo urbano	6910	210.00	68.40	72.88	72.92	0.000119	0.90	233.40	95.58	0.18		
Tramo urbano	6910	270.00	68.40	73.32	73.37	0.000123	0.97	277.31	104.92	0.19		
Tramo urbano	6910	300.00	68.40	73.57	73.62	0.000120	0.99	304.54	114.58	0.19		
Tramo urbano	6910	350.00	68.40	73.88	73.94	0.000120	1.03	341.34	122.45	0.20		
Tramo urbano	6910	516.00	68.40	74.74	74.81	0.000123	1.15	449.10	125.40	0.19		
Tramo urbano	6900	170.00	67.78	72.55	72.58	0.000175	1.07	375.24	290.90	0.18		
Tramo urbano	6900	210.00	67.78	72.89	72.92	0.000168	1.11	474.52	293.11	0.18		
Tramo urbano	6900	270.00	67.78	73.34	73.37	0.000161	1.17	607.03	295.66	0.17		
Tramo urbano	6900	300.00	67.78	73.59	73.61	0.000151	1.17	680.90	297.08	0.17		
Tramo urbano	6900	350.00	67.78	73.90	73.93	0.000151	1.22	774.62	308.11	0.17		
Tramo urbano	6900	516.00	67.78	74.77	74.80	0.000152	1.36	1042.75	310.00	0.18		
Tramo urbano	6800	170.00	67.78	72.54	72.56	0.000175	0.80	361.51	261.33	0.13		
Tramo urbano	6800	210.00	67.78	72.88	72.90	0.000170	0.84	450.82	263.62	0.13		
Tramo urbano	6800	270.00	67.78	73.33	73.35	0.000166	0.89	570.14	266.26	0.13		
Tramo urbano	6800	300.00	67.78	73.58	73.60	0.000157	0.90	636.82	267.73	0.13		
Tramo urbano	6800	350.00	67.78	73.89	73.91	0.000158	0.94	721.36	279.39	0.13		

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano (Continued)

Reach	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
Tramo urbano	6800	516.00	67.78	74.76	71.84	74.78	0.000156	1.03	1019.27	300.00	0.13	
Tramo urbano	6000	170.00	67.68	72.40	70.01	72.43	0.000149	0.97	376.90	259.81	0.16	
Tramo urbano	6000	210.00	67.68	72.75	70.24	72.77	0.000145	1.02	466.66	265.90	0.16	
Tramo urbano	6000	270.00	67.68	73.20	70.59	73.22	0.000140	1.07	590.82	274.88	0.16	
Tramo urbano	6000	300.00	67.68	73.46	70.78	73.48	0.000131	1.08	661.58	275.39	0.16	
Tramo urbano	6000	350.00	67.68	73.77	70.95	73.79	0.000131	1.13	747.65	276.01	0.16	
Tramo urbano	6000	516.00	67.68	74.65	71.54	74.67	0.000113	1.17	1063.05	300.00	0.15	
Tramo urbano	5400	170.00	67.68	72.30	70.02	72.32	0.000126	0.88	357.87	259.25	0.15	
Tramo urbano	5400	210.00	67.68	72.65	70.22	72.67	0.000114	0.89	449.06	263.00	0.14	
Tramo urbano	5400	270.00	67.68	73.11	70.58	73.13	0.000104	0.91	574.01	274.70	0.14	
Tramo urbano	5400	300.00	67.68	73.38	70.81	73.40	0.000094	0.90	646.64	275.23	0.13	
Tramo urbano	5400	350.00	67.68	73.69	70.95	73.71	0.000092	0.93	733.00	275.86	0.13	
Tramo urbano	5400	516.00	67.68	74.58	71.59	74.60	0.000078	0.96	1049.86	300.00	0.13	
Tramo urbano	5260	170.00	67.87	72.20	69.52	72.22	0.000159	0.52	326.28	113.32	0.10	
Tramo urbano	5260	210.00	67.87	72.55	69.71	72.57	0.000168	0.57	366.09	113.57	0.10	
Tramo urbano	5260	270.00	67.87	73.01	69.94	73.03	0.000183	0.65	418.32	113.89	0.11	
Tramo urbano	5260	300.00	67.87	73.24	70.04	73.26	0.000464	0.67	447.35	155.00	0.13	
Tramo urbano	5260	350.00	67.87	73.56	70.19	73.58	0.000450	0.71	496.26	155.00	0.13	
Tramo urbano	5260	516.00	67.87	74.46	70.58	74.49	0.000436	0.81	635.42	155.00	0.13	
Tramo urbano	5250	Bridge										
Tramo urbano	5240	170.00	67.87	72.20	72.20	72.22	0.000058	0.52	326.13	113.32	0.10	
Tramo urbano	5240	210.00	67.87	72.55	72.55	72.57	0.000061	0.58	365.92	113.57	0.10	
Tramo urbano	5240	270.00	67.87	73.01	73.01	73.03	0.000065	0.65	418.05	113.89	0.11	
Tramo urbano	5240	300.00	67.87	73.22	73.22	73.25	0.000314	0.68	444.66	155.00	0.13	
Tramo urbano	5240	350.00	67.87	73.53	73.53	73.55	0.000307	0.71	491.70	155.00	0.13	
Tramo urbano	5240	516.00	67.87	74.42	74.42	74.46	0.000293	0.82	630.33	155.00	0.13	
Tramo urbano	5210	170.00	67.63	72.20	69.34	72.21	0.000057	0.53	323.47	110.30	0.10	
Tramo urbano	5210	210.00	67.63	72.55	69.49	72.57	0.000061	0.58	362.17	110.51	0.10	
Tramo urbano	5210	270.00	67.63	73.01	69.70	73.03	0.000066	0.65	412.86	110.77	0.11	

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano (Continued)

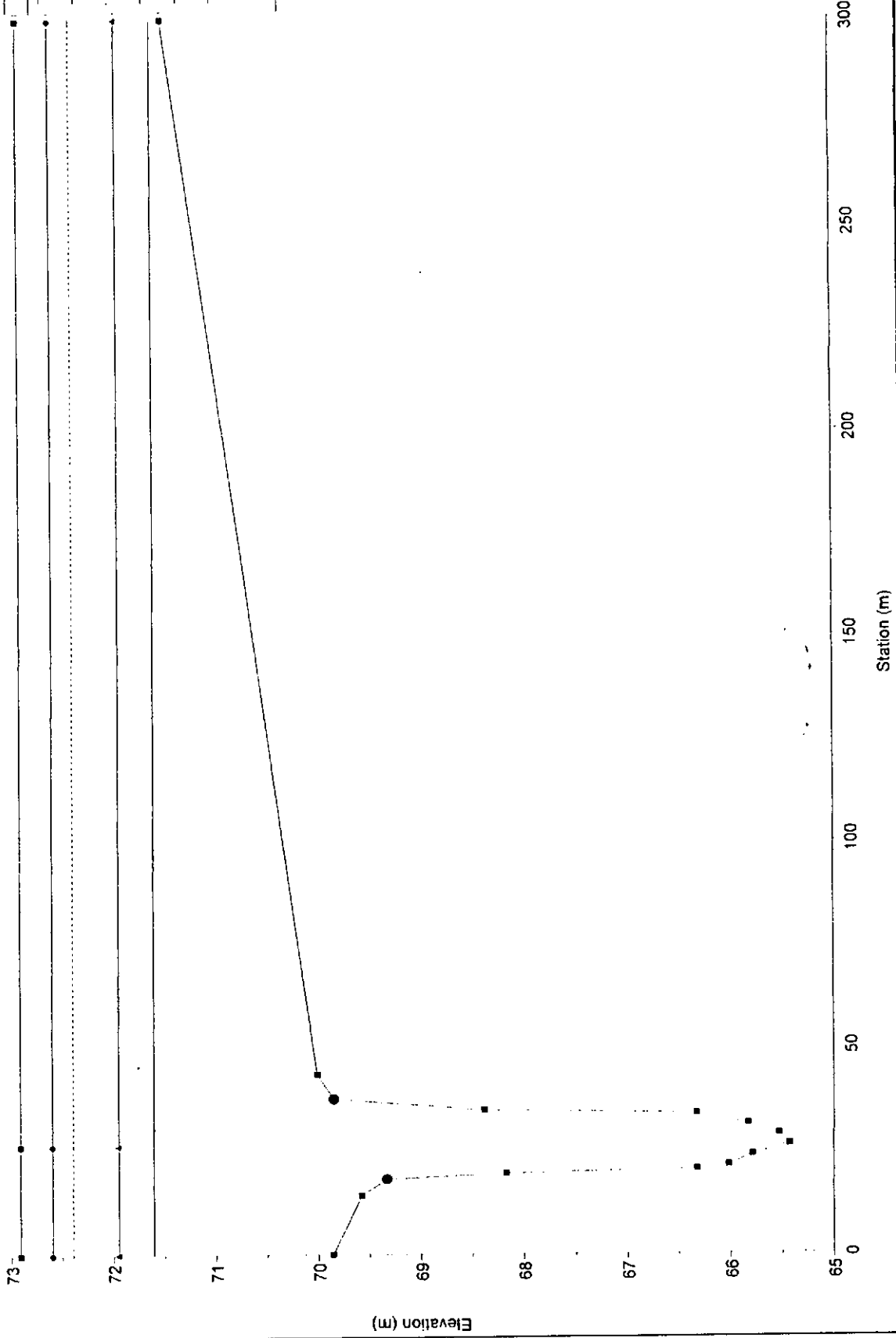
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tramo urbano	5210	300.00	67.63	73.22	69.80	73.25	0.000069	0.69	436.38	110.89	0.11	
Tramo urbano	5210	350.00	67.63	73.52	69.96	73.55	0.000074	0.74	474.99	155.00	0.13	
Tramo urbano	5210	516.00	67.63	74.42	70.52	74.45	0.000084	0.85	513.50	155.00	0.13	
Tramo urbano	5200	Bridge										
Tramo urbano	5190	170.00	67.63	72.19		72.20	0.000058	0.53	322.26	110.30	0.10	
Tramo urbano	5190	210.00	67.63	72.54		72.55	0.000062	0.58	360.51	110.50	0.10	
Tramo urbano	5190	270.00	67.63	72.98		73.01	0.000068	0.66	410.18	110.76	0.11	
Tramo urbano	5190	300.00	67.63	73.19		73.21	0.000071	0.69	432.75	110.87	0.11	
Tramo urbano	5190	350.00	67.63	73.48		73.51	0.000077	0.75	468.05	155.00	0.13	
Tramo urbano	5190	516.00	67.63	74.39		74.43	0.000086	0.86	609.16	155.00	0.13	
Tramo urbano	5000	170.00	68.24	72.17	70.05	72.19	0.000131	0.81	354.57	255.81	0.15	
Tramo urbano	5000	210.00	68.24	72.52	70.25	72.54	0.000122	0.83	444.35	258.35	0.14	
Tramo urbano	5000	270.00	68.24	72.97	70.71	72.99	0.000115	0.88	561.50	262.08	0.14	
Tramo urbano	5000	300.00	68.24	73.18	70.84	73.19	0.000112	0.90	615.37	264.42	0.14	
Tramo urbano	5000	350.00	68.24	73.47	70.96	73.49	0.000113	0.94	692.85	267.74	0.14	
Tramo urbano	5000	516.00	68.24	74.38	71.34	74.40	0.000093	0.97	1020.38	300.00	0.13	
Tramo urbano	4000	170.00	67.35	72.03	69.38	72.06	0.000127	0.85	335.60	251.12	0.15	
Tramo urbano	4000	210.00	67.35	72.39	69.58	72.41	0.000126	0.90	428.35	267.27	0.15	
Tramo urbano	4000	270.00	67.35	72.84	69.85	72.87	0.000125	0.97	550.08	268.18	0.16	
Tramo urbano	4000	300.00	67.35	73.05	69.97	73.08	0.000124	1.00	605.28	268.59	0.16	
Tramo urbano	4000	350.00	67.35	73.36	70.18	73.38	0.000100	0.95	760.76	300.00	0.14	
Tramo urbano	4000	516.00	67.35	74.28	71.01	74.31	0.000100	1.07	1037.36	300.00	0.15	
Tramo urbano	3000	170.00	66.81	71.94	69.09	71.95	0.000082	0.76	336.92	201.09	0.12	
Tramo urbano	3000	210.00	66.81	72.29	69.28	72.31	0.000086	0.82	411.69	227.59	0.13	
Tramo urbano	3000	270.00	66.81	72.74	69.54	72.76	0.000090	0.90	524.61	259.52	0.13	
Tramo urbano	3000	300.00	66.81	72.95	69.63	72.97	0.000091	0.93	578.12	262.44	0.14	
Tramo urbano	3000	350.00	66.81	73.27	69.72	73.29	0.000088	0.96	723.71	294.91	0.14	
Tramo urbano	3000	516.00	66.81	74.19	70.51	74.21	0.000091	1.09	999.81	300.00	0.14	
Tramo urbano	2000	170.00	66.56	71.85		71.87	0.000079	0.80	410.77	275.17	0.12	

HEC-RAS Plan: altern 2 River: Arroyo Tortugas Reach: Tramo urbano (Continued)

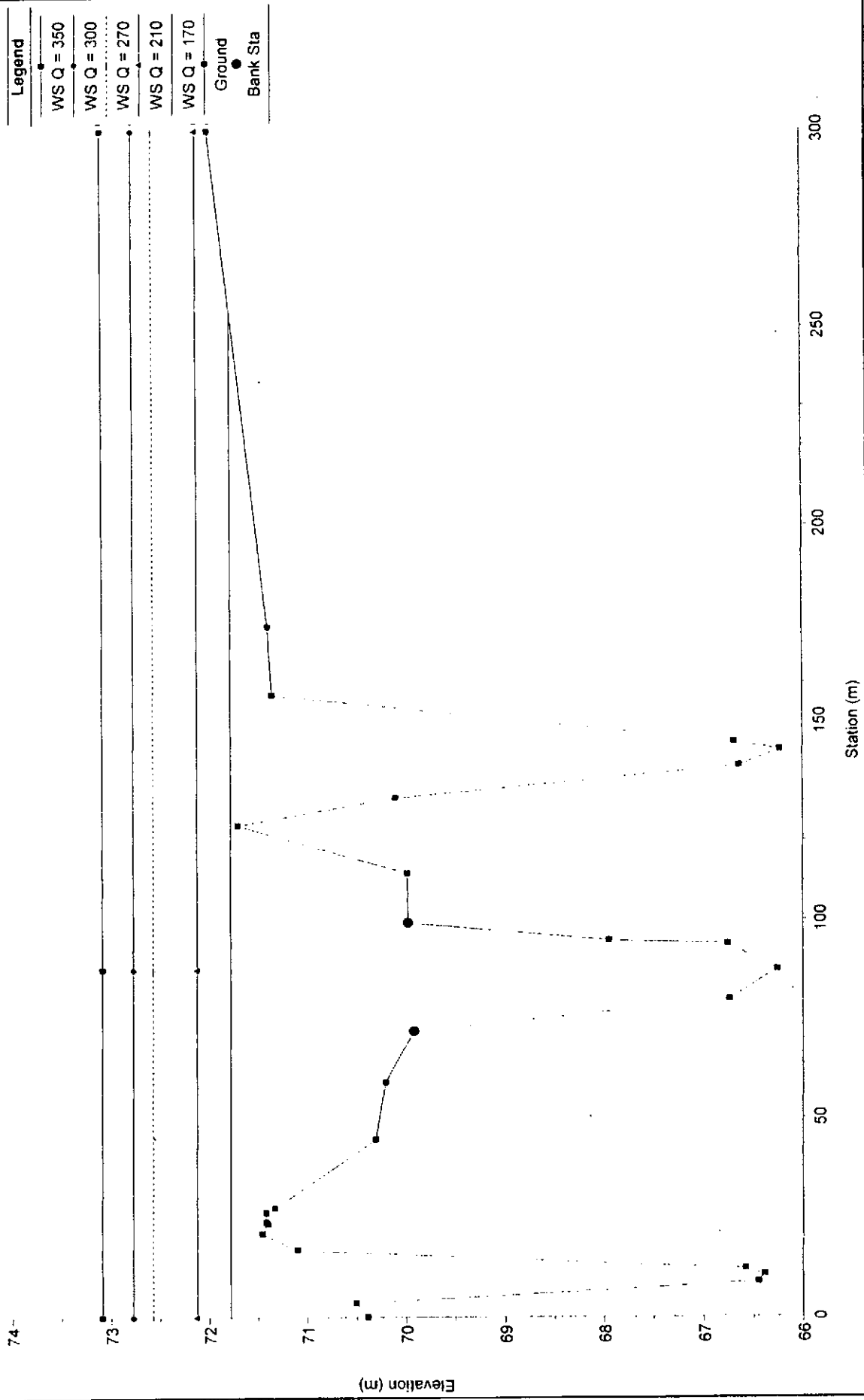
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tramo urbano	2000	210.00	66.56	72.20	72.22	0.000083	0.86	513.53	300.00	0.13		
Tramo urbano	2000	270.00	66.56	72.55	72.67	0.000087	0.94	648.08	300.00	0.13		
Tramo urbano	2000	300.00	66.56	72.85	72.88	0.000088	0.97	709.10	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	350.00	66.56	73.17	73.20	0.000091	1.03	804.08	300.00	0.14		
Tramo urbano	2000	516.00	66.56	74.09	74.12	0.000097	1.17	1078.55	300.00	0.15		
Tramo urbano	1000	170.00	66.26	71.78	71.80	0.000071	0.76	391.53	254.03	0.12		
Tramo urbano	1000	210.00	66.26	72.12	72.14	0.000073	0.82	489.66	300.00	0.12		
Tramo urbano	1000	270.00	66.26	72.57	72.59	0.000076	0.89	623.49	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	300.00	66.26	72.77	72.79	0.000078	0.92	684.15	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	350.00	66.26	73.09	73.11	0.000079	0.97	778.61	300.00	0.13		
Tramo urbano	1000	516.00	66.26	74.00	74.03	0.000083	1.10	1051.98	300.00	0.14		
Tramo urbano	0000	170.00	65.43	71.61	71.68	0.000210	1.36	360.64	300.00	0.19		
Tramo urbano	0000	210.00	65.43	71.95	72.02	0.000210	1.42	463.90	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	270.00	65.43	72.39	72.47	0.000210	1.50	597.38	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	300.00	65.43	72.60	72.67	0.000210	1.54	657.99	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	350.00	65.43	72.91	72.98	0.000210	1.59	752.35	300.00	0.20		
Tramo urbano	0000	516.00	65.43	73.82	73.90	0.000210	1.74	1025.16	300.00	0.21		

Arroyo Tortugas A. Tortugas- Defensa 9/4/01
 p 0+000

Legend	
—●—	WS Q = 350
- - -●- - -	WS Q = 300
—●—	WS Q = 270
—●—	WS Q = 210
—●—	WS Q = 170
●	Ground
●	Bank Sta.

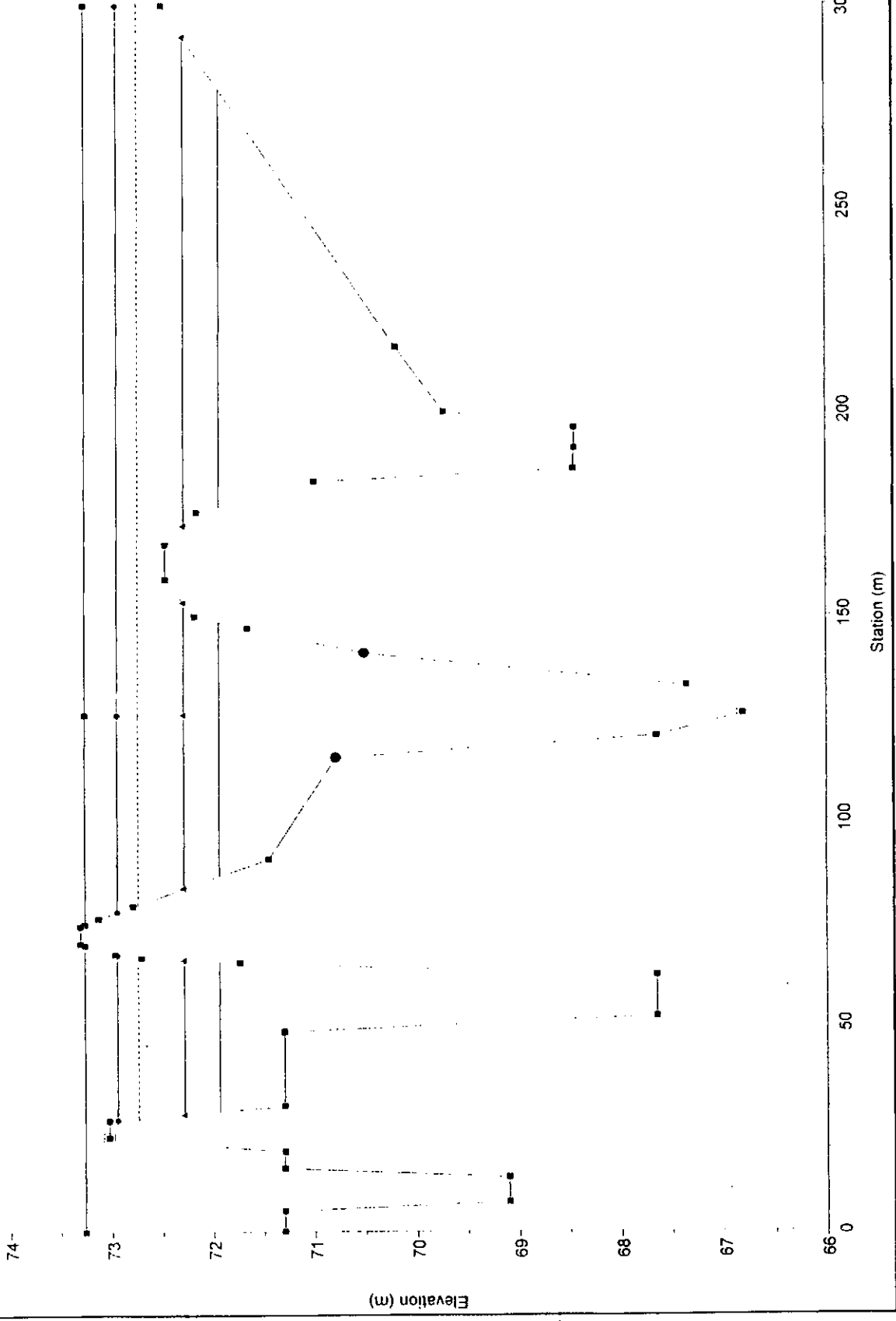


Arroyo Tortugas A. Tortugas-Defensa 9/4/01
P 1+000



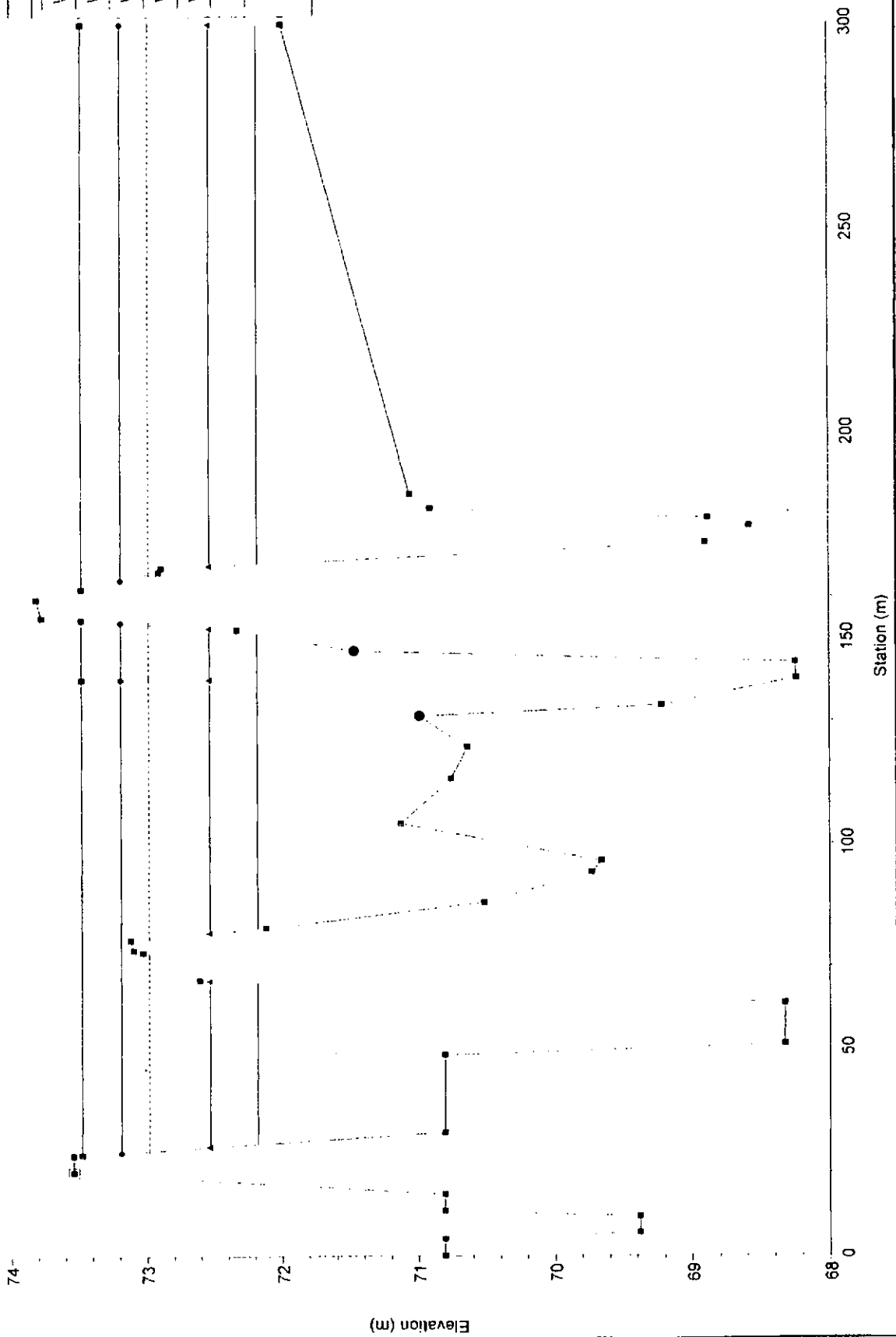
Arroyo Tortugas A. Tortugas- Defensa 9/4/01
 p 3+000

Legend	
—■—	WS Q = 350
—●—	WS Q = 300
—▲—	WS Q = 270
—□—	WS Q = 210
—○—	WS Q = 170
—	Ground
●	Levee
■	Bank Sta



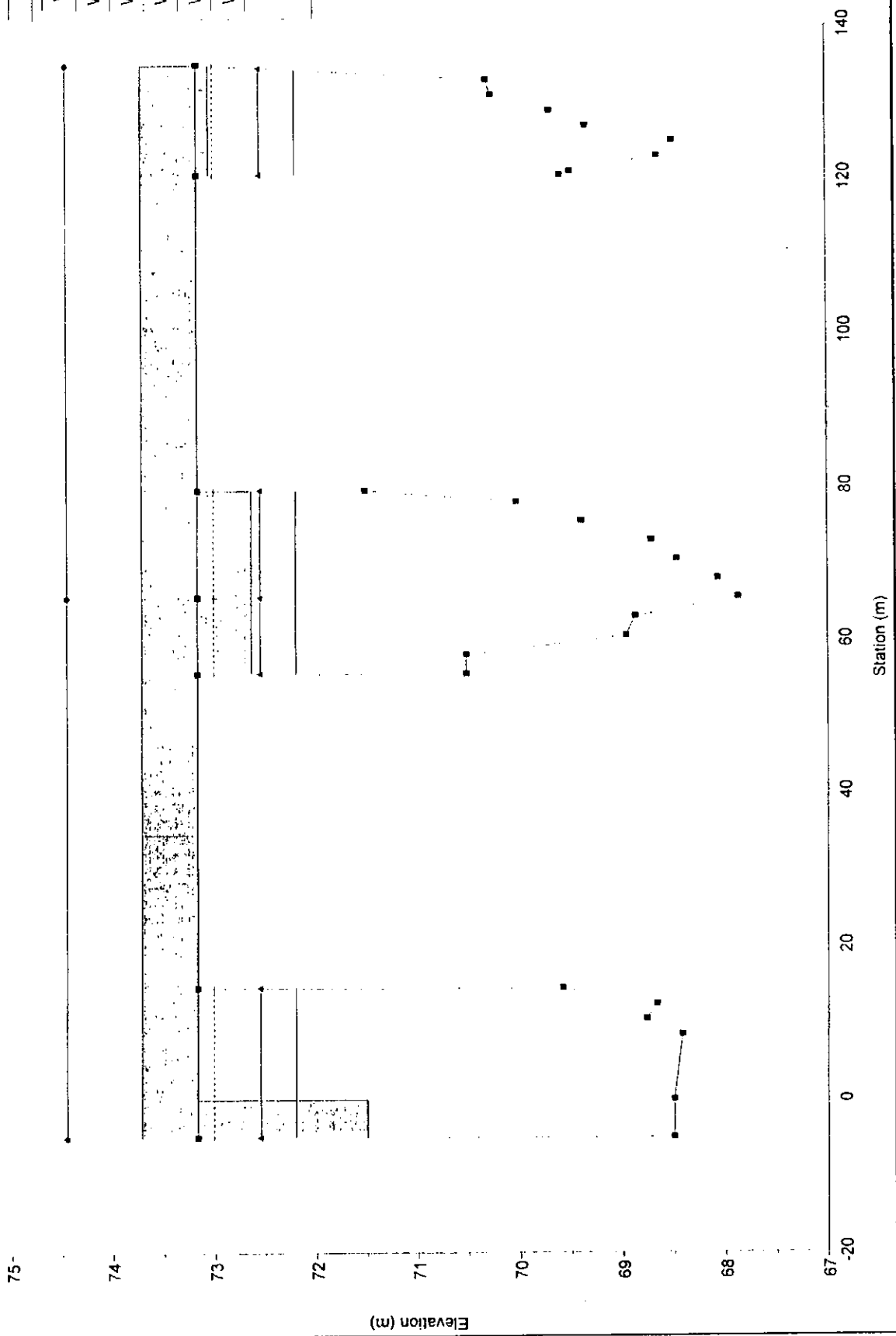
Arroyo Tortugas A. Tortugas-Defensa 9/4/01
 P 5+000

Legend	
●	WS Q = 350
○	WS Q = 300
○	WS Q = 270
○	WS Q = 210
○	WS Q = 170
—	Ground
●	Levee
●	Bank Sta



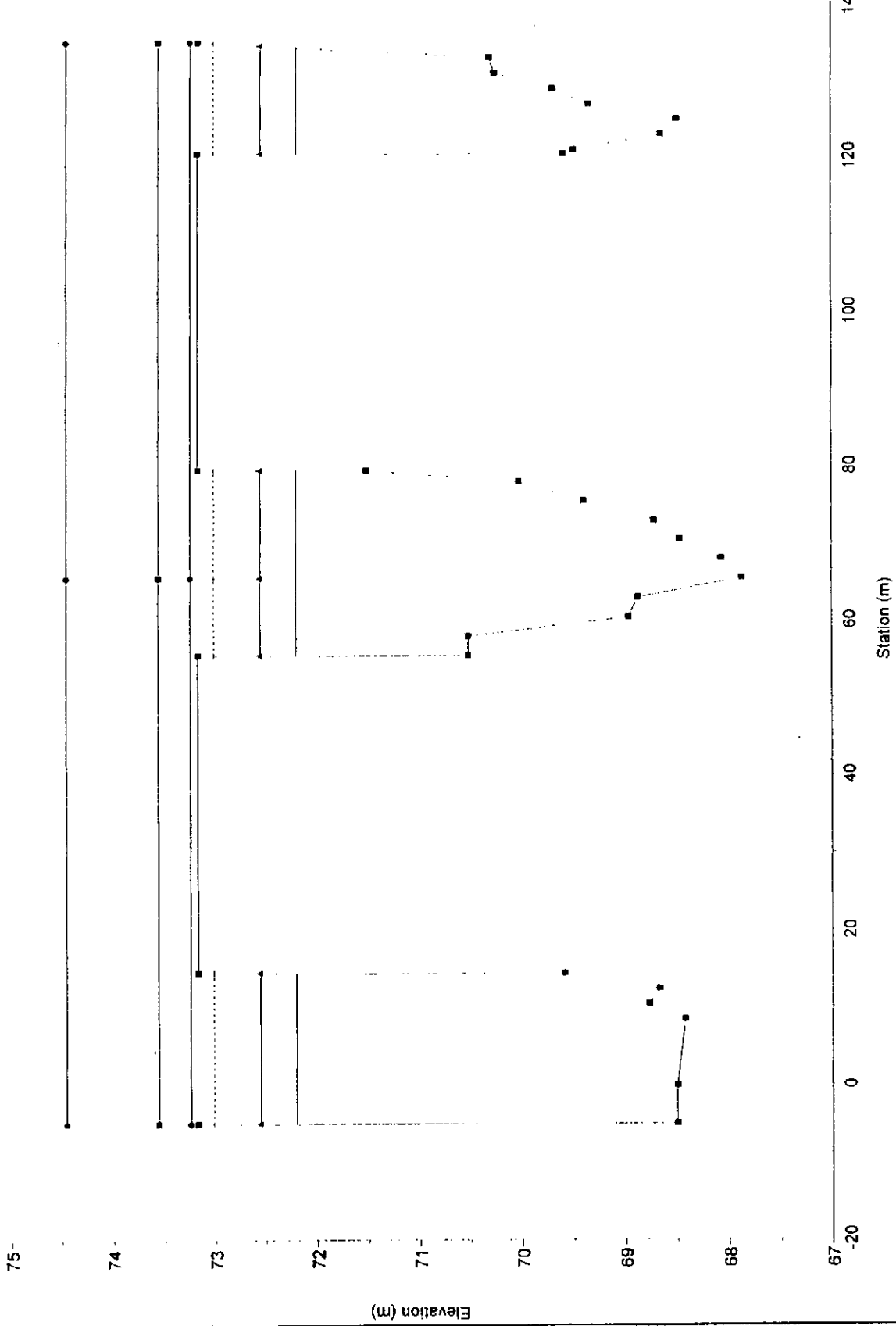
Incremento seccion 1) altern 2 10/26/01
 Conjunto de puentes carreteros RS = 5250 BR U

Legend	
—●—	WS Q=516
—○—	WS Q = 300
—■—	WS Q = 350
—▲—	WS Q = 270
—□—	WS Q = 210
—●—	WS Q = 170
—	Ground
—	Bank Sta

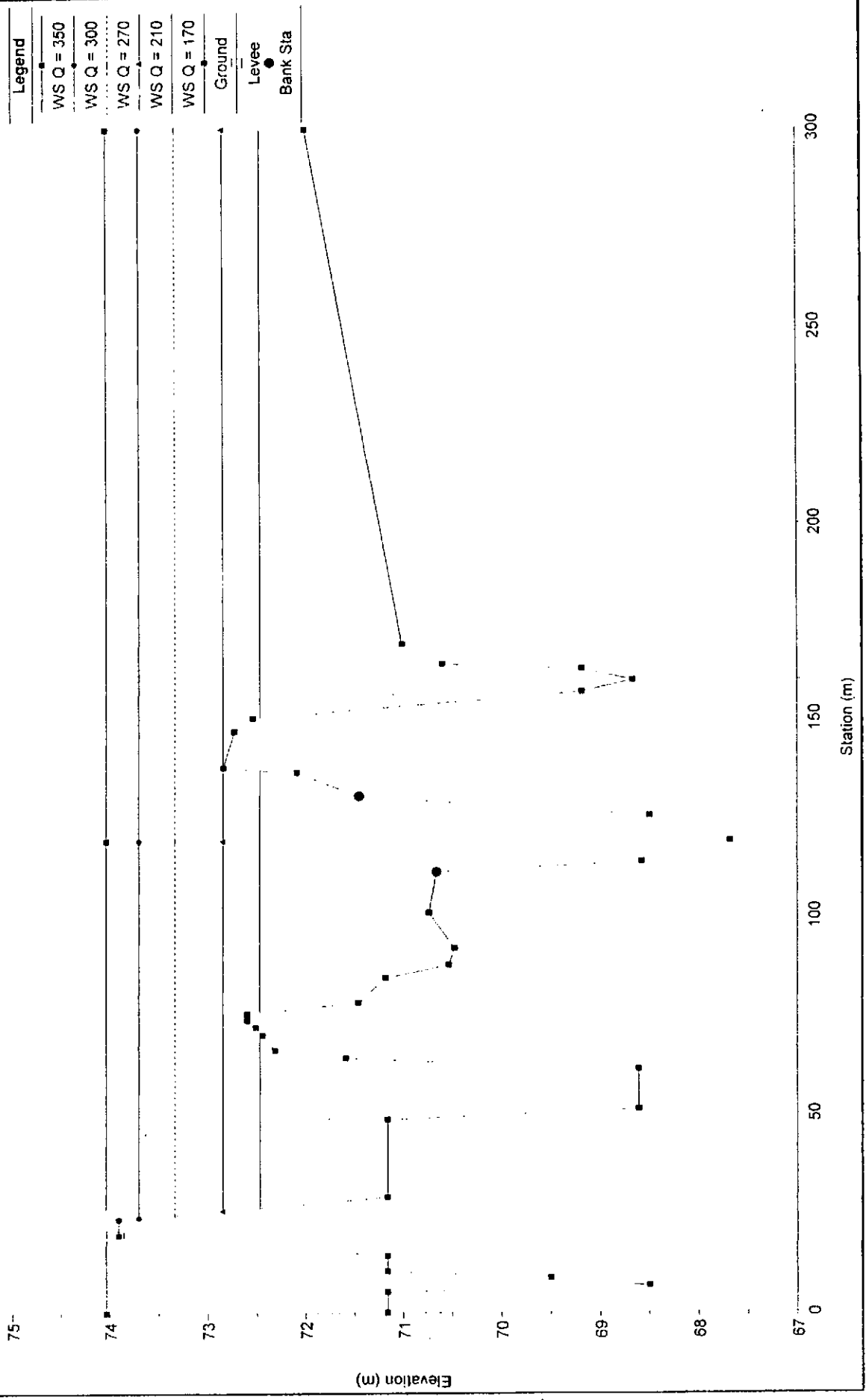


Incremento seccion 1) altern 2 10/26/01
 PUENTE CARRETERO (5+260) RS = 5260

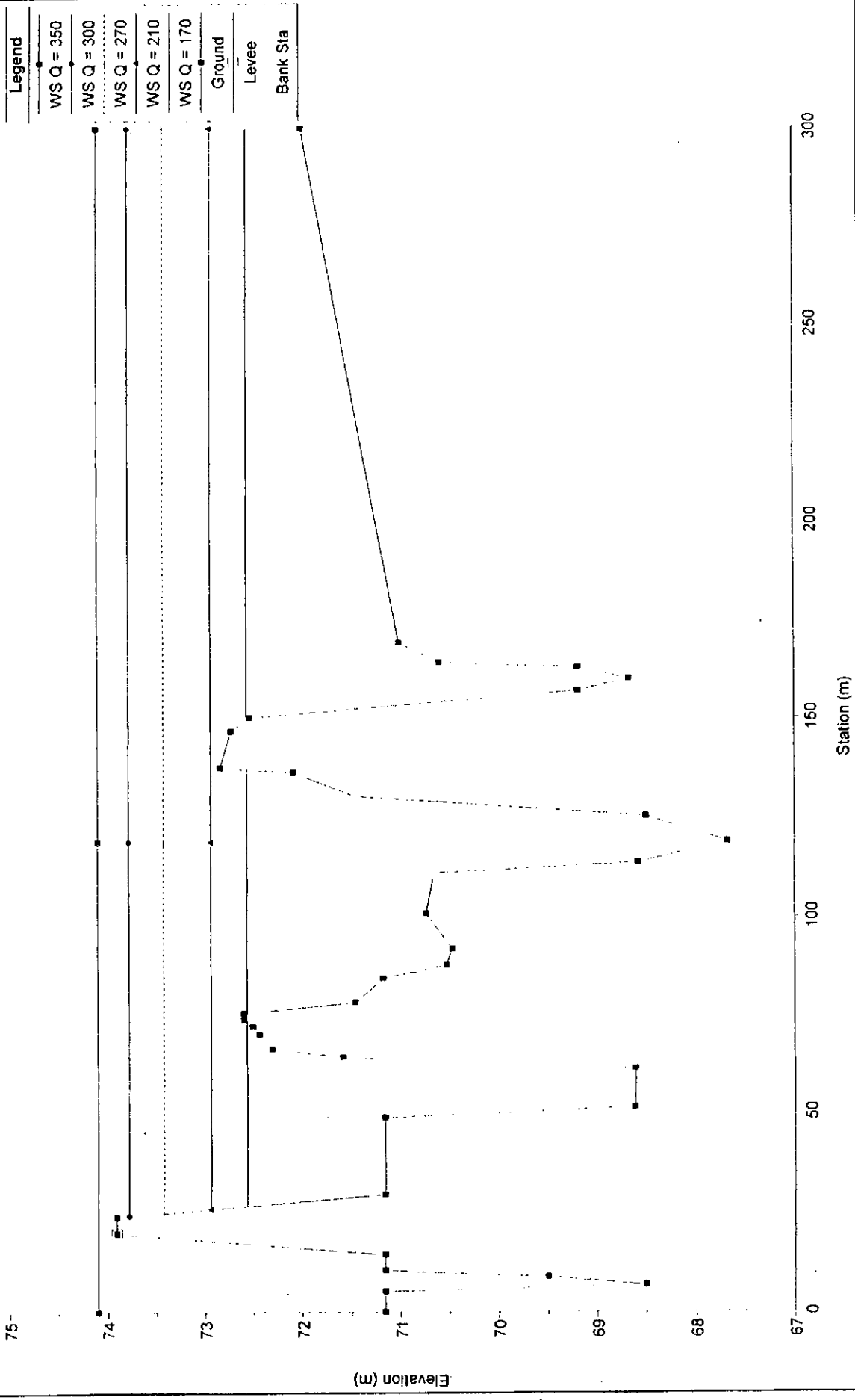
Legend	
●	WS Q = 516
○	WS Q = 350
○	WS Q = 300
○	WS Q = 270
○	WS Q = 210
○	WS Q = 170
—	Ground
—	Bank Sta



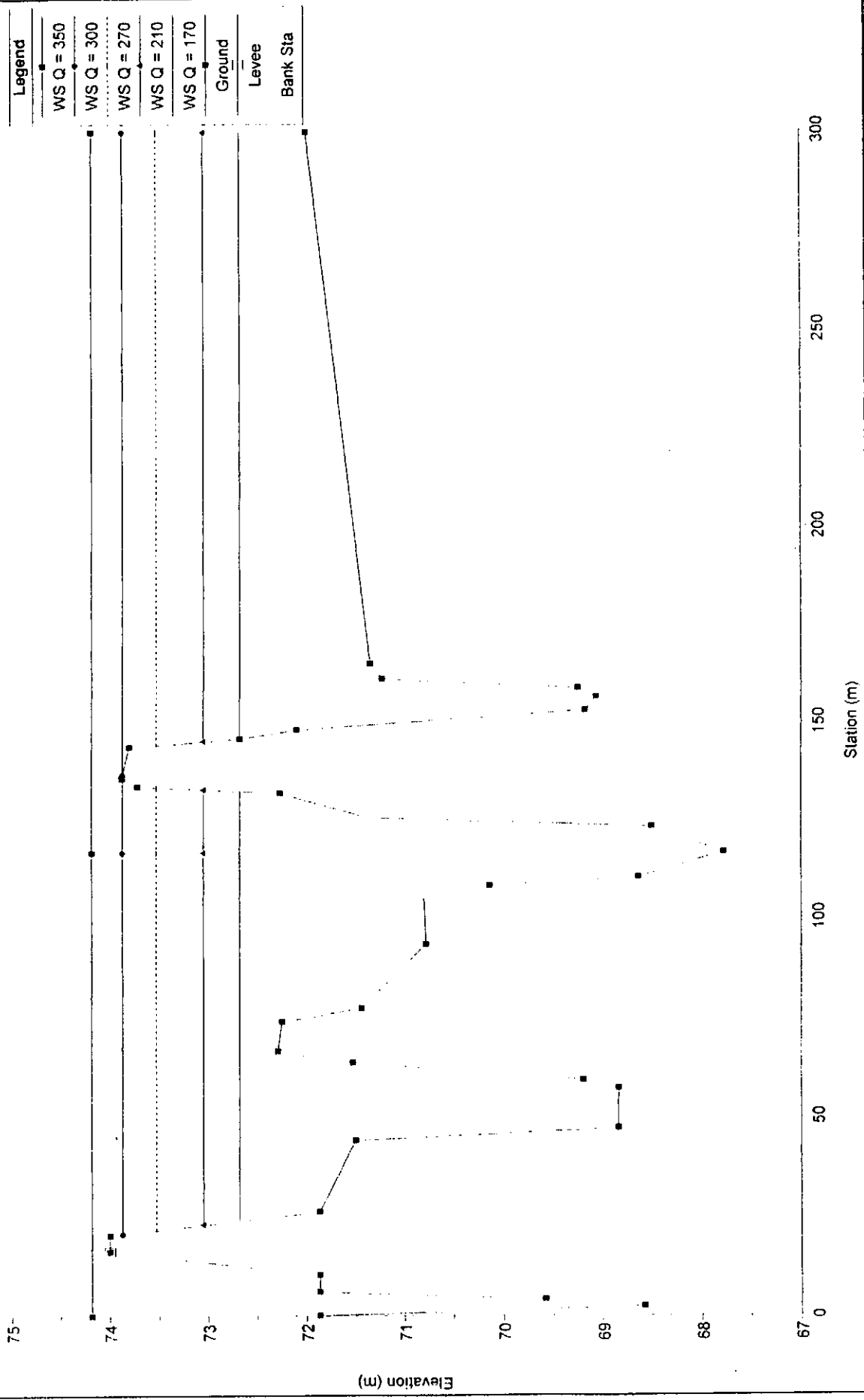
Arroyo Tortugas A. Tortugas- Defensa 9/4/01
 P 6+000



Arroyo Tortugas A. Tortugas-Defensa 9/4/01
 P 6+000

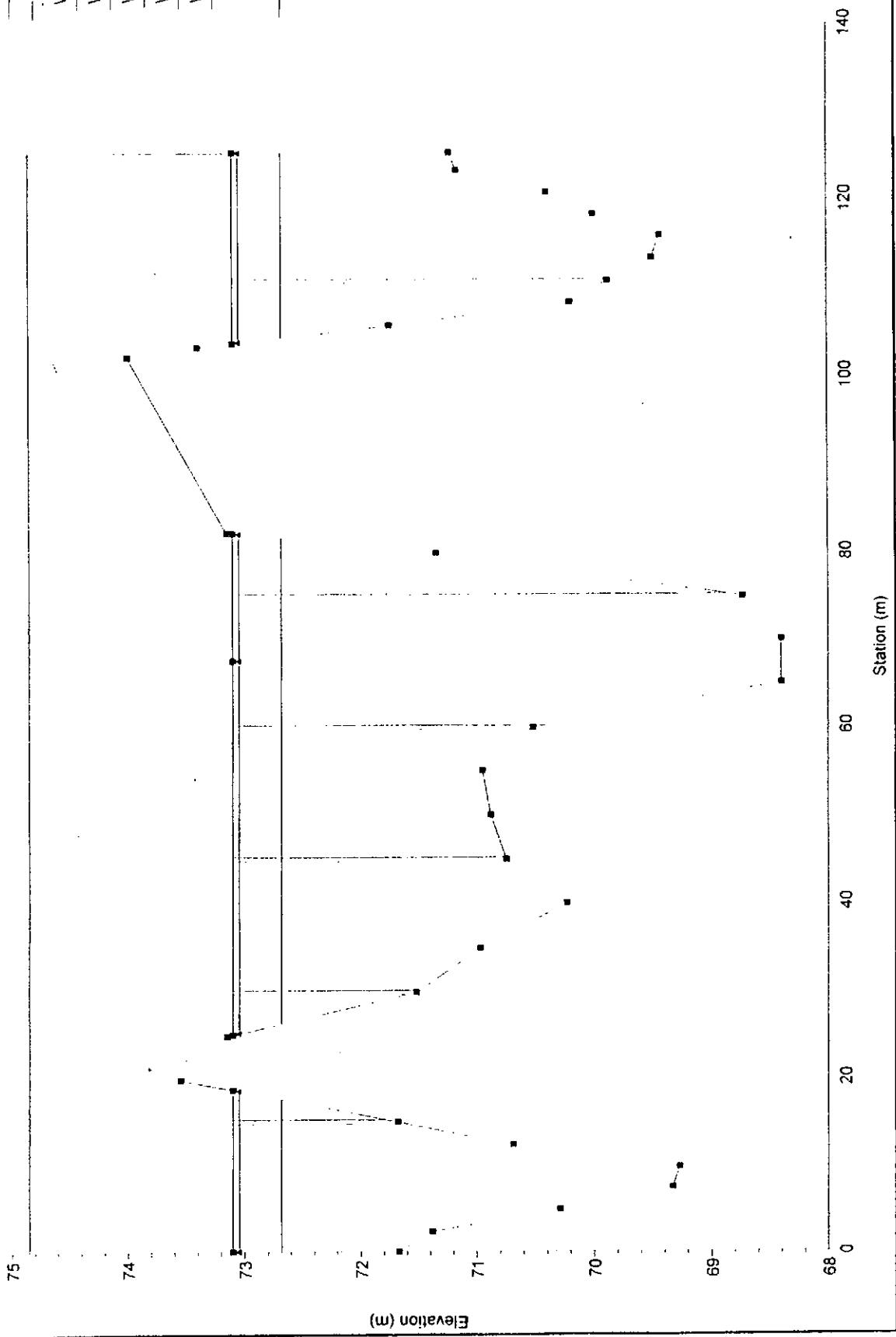


Arroyo Tortugas A. Tortugas- Defensa 9/4/01
RS = 6800



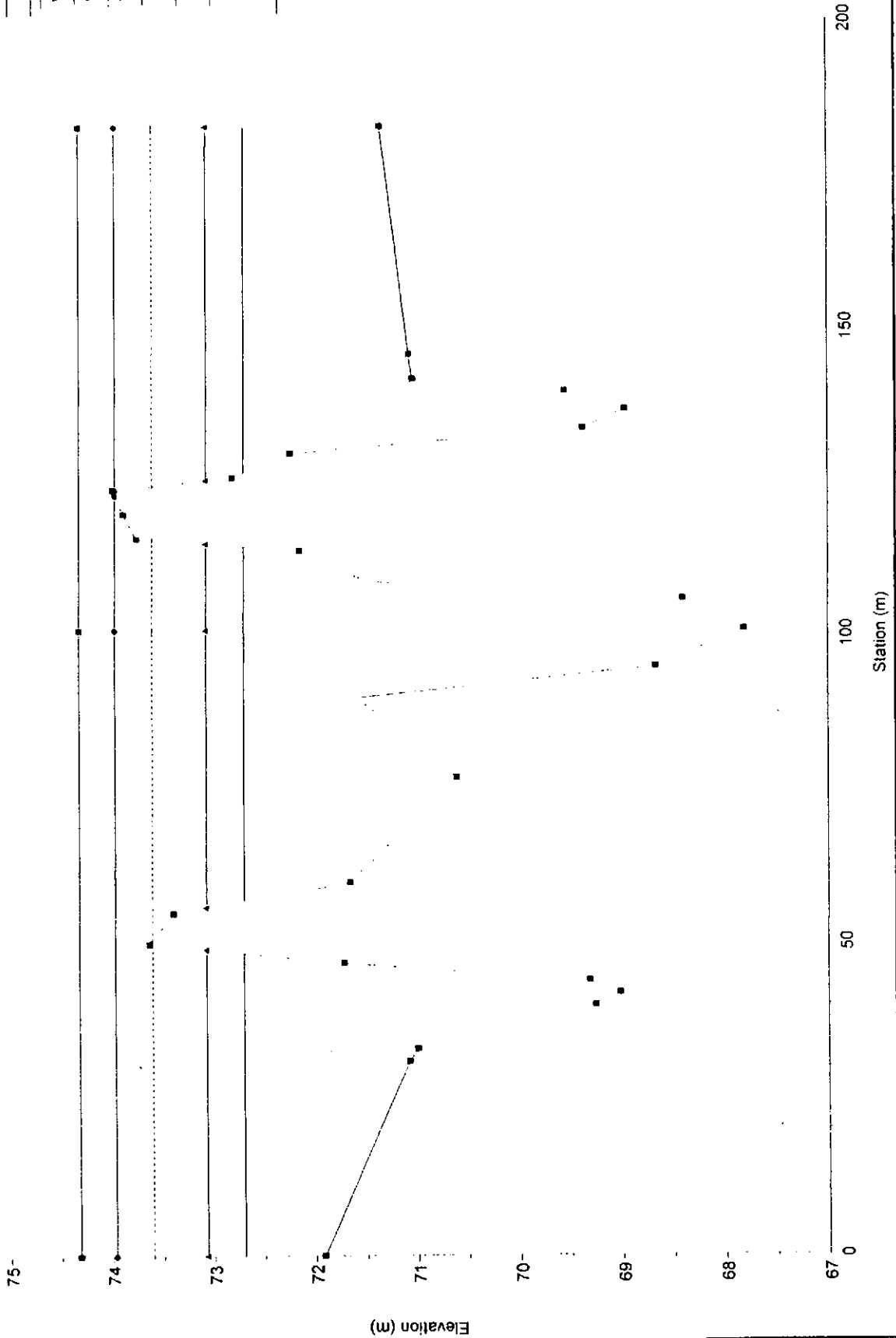
Arroyo Tortugas A. Tortugas-Defensa 9/4/01
RS = 6920 BR D

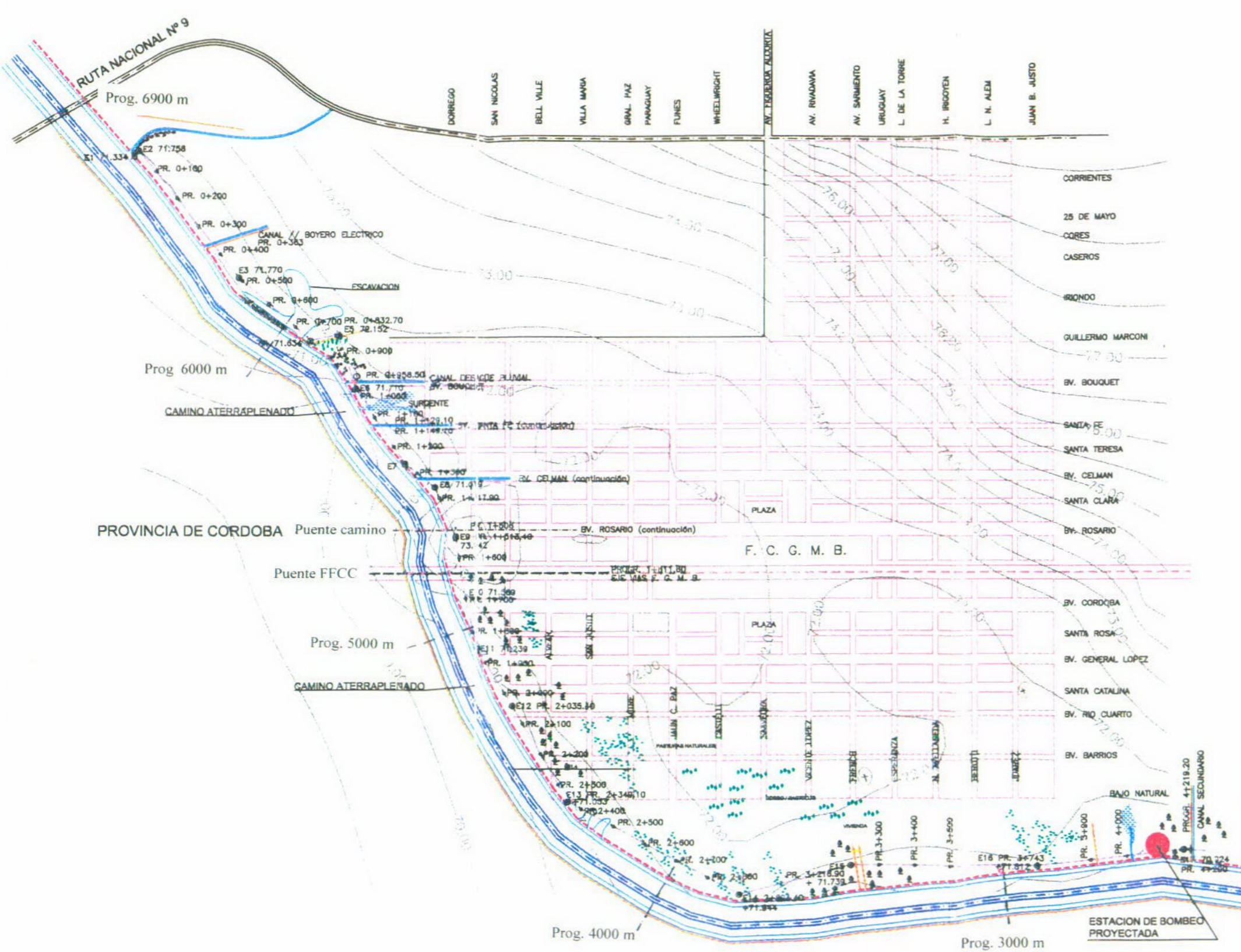
Legend	
—•—	WS Q = 270
—•—	WS Q = 300
—•—	WS Q = 350
—•—	WS Q = 210
—•—	WS Q = 170
—	Ground
—	Bank Sta



Arroyo Tortugas A. Tortugas-Defensa 9/4/01
RS = 6950

Legend	
—●—	WS Q = 350
—●—	WS Q = 300
—●—	WS Q = 270
—●—	WS Q = 210
—●—	WS Q = 170
—●—	Ground
—■—	Bank Sta

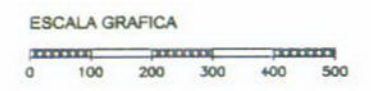




REFERENCIAS

- EJE DE ESTUDIO
- EJE ESTUDIO TERRENO NATURAL
- CAMINOS
- ALAMBRADO
- BOYERO ELECTRICO
- CANAL
- CANALES LATERALES SANTA FE Y CORDOBA
- OBRA TERRAPLEN DE DEFENSA AMPL. CANAL SANTA FE Y CANAL COLECTOR URBANO
- CURVAS DE NIVEL
- CAÑAVERAL
- BASURAL
- MONTE TUPIDO
- PASTURAS NATURALES
- SORGO / RASTROJOS
- MONTICULOS
- TRANQUERA

① PR. 0+964.70
ALCANTARILLA Hº Aº TUBO Ø 0.80
AC 8.00 m



Fuente: Convenio Federal de Inversiones – Prov. de Santa Fe
 Proyecto Integral control de inundaciones. Localidad Tortugas
 Obra: Control de desborde arroyo Tortugas (Plano N° 2-1-1)

PLANO N° 1
UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO, PERFILES
TRANSVERSALES Y OBRAS DE ARTE