



**DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PROTECCIÓN URBANA
CONTRA INUNDACIONES**

Provincia de Santa Fe
**Ministerio de Aguas,
Servicios Públicos y
Medio Ambiente**

AREA PROYECTOS

***CANAL DESAGÜE CAMINO RURAL N° 26.
LOCALIDAD DE TOTORAS, DEPARTAMENTO DE
IRIONDO.***

MAYO 2009



DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PROTECCIÓN URBANA CONTRA INUNDACIONES

Provincia de Santa Fe
Ministerio de Aguas,
Servicios Públicos y
Medio Ambiente

AREA PROYECTOS

CANALIZACIÓN CAMINO RURAL N° 26.

1- Ubicación y descripción de la obra

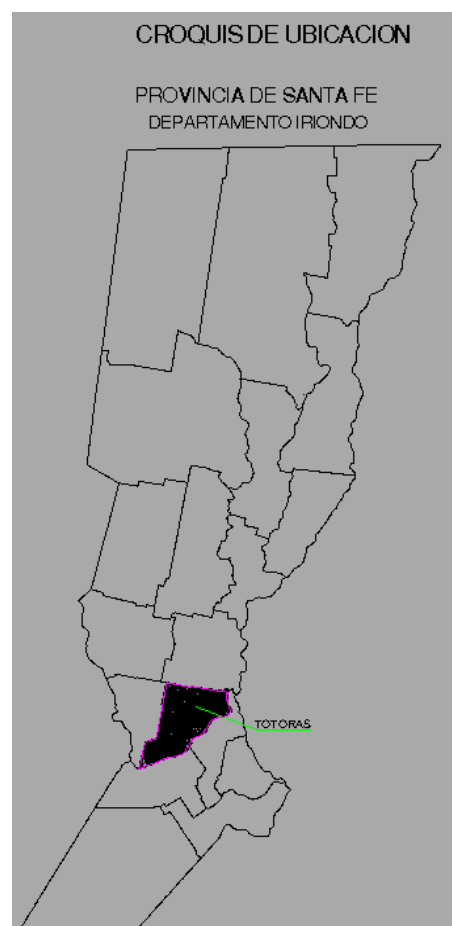
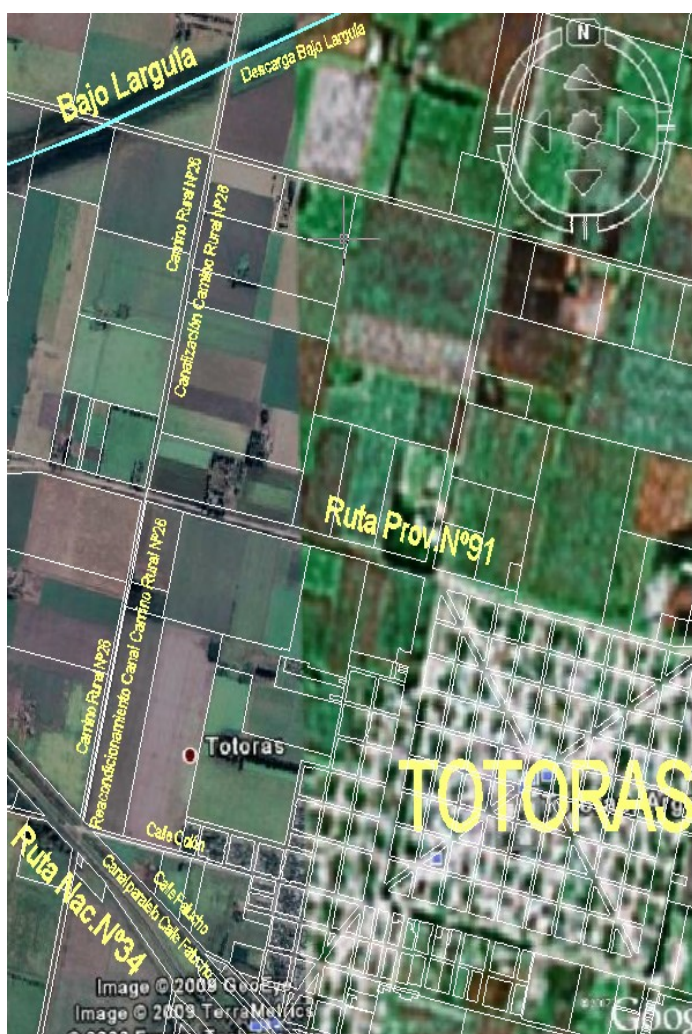


Figura 1 - Ubicación Área de Proyecto

El presente informe corresponde a los estudios realizados en la Localidad de Totoras, perteneciente al departamento Iriondo, ubicada a 60Km de la Ciudad de Rosario, en el suroeste de la Provincia de Santa Fe.

Los estudios en dicha localidad se realizan por la problemática que se genera debido a la lluvia ocurrida en marzo de 2007. A causa de la precipitación caída sobre la ciudad en esa fecha se produjeron inundaciones en su sector suroeste de la ciudad.

La principal causa de esta inundación responde a que en la intersección entre la calle Colón (pavimento de H°), Falucho (camino rural paralelo al F.C. Manuel Belgrano) y el camino rural N°26, se produce la descarga de 2 conductos circulares de Ø0,60m y de un canal a cielo abierto (canal cuneta de calle Falucho) de sección trapezoidal ($B_f=1,00m$, taludes 2:1-V:H, $h=1,50m$). Estas conducciones, que transportan el agua pluvial del sector suroeste de la ciudad, descargan al canal cuneta del camino rural N°26 (canal ubicado en la cuneta Este del camino) y desde ahí el agua viaja hacia la cuneta sur de la Ruta Provincial N°91. El escurrimiento sigue en sentido oeste-este por la cuneta para luego cruzar la ruta mediante una alcantarilla hacia la cuneta norte de la misma y luego desemboca al canal cuneta del camino rural N°30 tomando sentido sur-norte hasta la descarga en el Bajo Larguía.

El canal del camino rural N°26 cuenta con una pendiente longitudinal muy escasa (en general esa zona es plana) del orden de 0,35‰. Esta condición genera que en situaciones de precipitaciones fuertes en un corto período de tiempo, el agua escurra en forma lenta generando el rápido aumento del tirante del canal y obstaculizando la descarga de los 2 conductos al mismo. Como consecuencia, se genera un aumento de los tirantes en los conductos y el canal-cuneta de calle Falucho, generando inundaciones aguas arriba de los mismos, o sea en la ciudad.

Previo al estudio hidrológico, se realizó el relevamiento topográfico de la zona en estudio. Se relevó el camino rural N26° desde la Ruta Nacional N°34 hasta el Bajo Larguía, pasando por la Ruta Provincial N°91, tomando secciones transversales cada 100m aproximadamente. Para completar el estudio se relevó el canal-cuneta de calle Falucho el que descarga en el del camino rural N°26, y de algunas secciones transversales de la Ruta Provincial N°91 para verificar el escurrimiento del agua.

Como se explicó anteriormente, en la actualidad el agua escurre desde el canal cuneta del camino rural N°26 hacia las cunetas de la Ruta Provincial N°91, descarga al canal del camino rural N°30 para finalizar desmbocando en el Bajo Larguía. Este reccorido se produce en forma lenta.

El principal objetivo de la obra es evacuar de forma rápida el agua hacía el Bajo Larguía para así evitar el aumento de los tirantes y la consecuente inundación de la ciudad. Para lograr este objetivo se propone un reacondicionamiento del Canal entre la Ruta

Nacional N°34 y la Ruta Provincial N°91; una canalización aguas abajo de la Ruta Provincial hasta el Bajo Larguía y las correspondientes alcantarillas a ubicarse en los ingresos a campos y cruce del Canal con la Ruta Provincial N°91.

Como ventajas de este proyecto se puede destacar un escurrimiento en forma más directa del agua hacia la descarga en el Bajo Larguía; se alivia el canal del camino rural N°30 que presenta erosión en sus taludes y principalmente se previenen futuras inundaciones en la ciudad.



Bajo Larguía



Canal cuenta Camino Rural N°26



Ingreso a campos - Caños de Hº a retirar

2- Objetivos

Por medio del presente trabajo se realizó el Estudio Hidrológico y el Cálculo Hidráulico, previo Relevamiento Topográfico de la zona en estudio, en la ciudad de Totoras. Se verificaron las secciones actuales y a partir de esto se propusieron alternativas de dimensionamiento asociadas a distintas recurrencias.

3- Estudio Hidrológico

3.1- Objetivos

Para el estudio hidrológico se determinó la cuenca de aporte al canal y el escurrimiento natural de la zona mediante las curvas de nivel y los desagües pluviales de la ciudad. Se obtuvo el caudal para distintas recurrencias de diseño y se dimensionaron y verificaron las secciones transversales del canal y alcantarillas correspondientes.

3.2- Dinámica Hídrica

En la siguiente figura se muestra la delimitación de la cuenca de aporte, considerando como punto de cierre la desembocadura del canal en el Bajo Larguía.

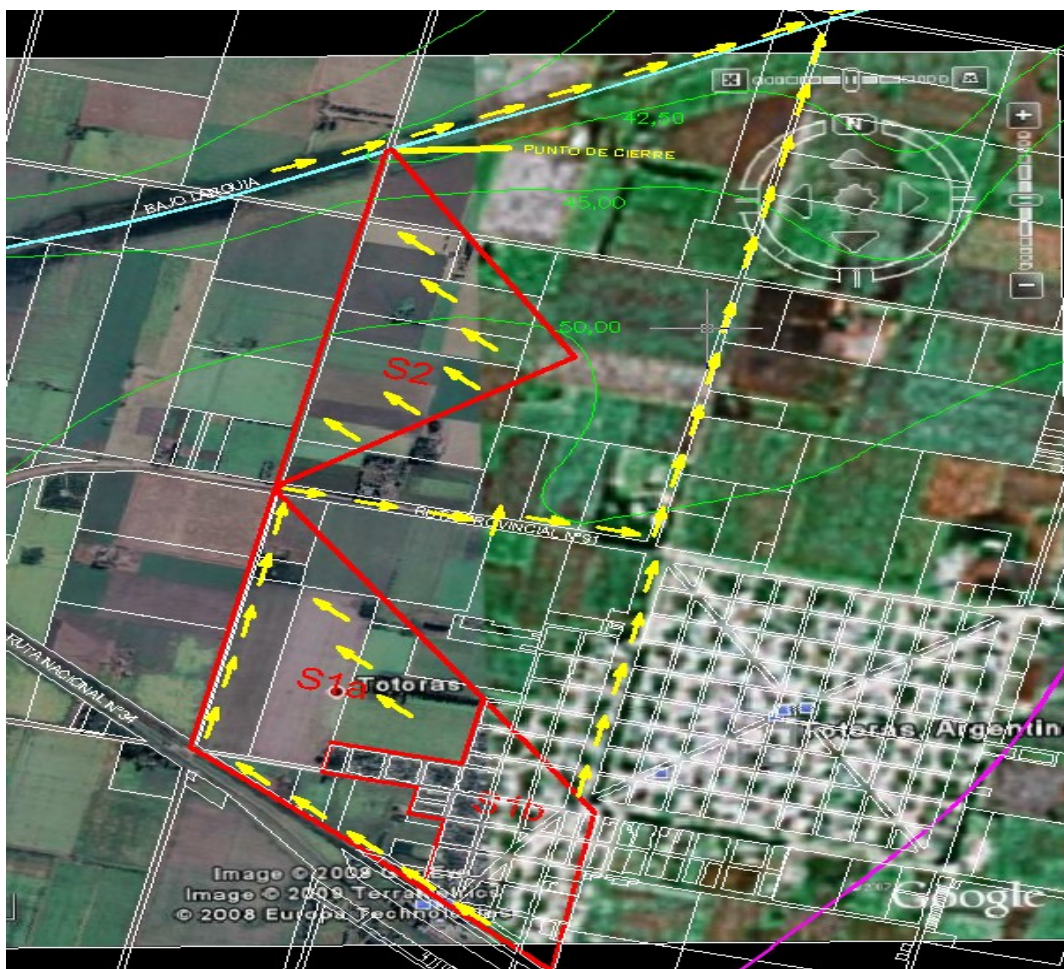


Figura 2 - Delimitación Cuenca, Canal Rural N°26.

Como se puede observar en la Figura 2, para el cálculo se tuvo en cuenta el aporte de la cuenca delimitada por la Ruta Nacional N°34, el camino rural N°26, la Ruta Provincial N°91 y por el escurrimiento natural de la zona, dependiendo de las características topográficas (curvas de nivel) y los desagües pluviales de la Localidad. El punto de cierre de la cuenca se encuentra en la desembocadura en el Bajo Larguía. El área total de la cuenca es de, aproximadamente, 2,2km² (S1+S2).

La cuenca se encuentra subdividida en tres subcuencas S1a, S1b y S2. La subcuenca S2 es una subcuenca rural la cual está delimitada por el camino rural N°26, la Ruta N°91 y las curvas de nivel, teniendo su cierre en el Bajo Larguía. Por otra parte, las subcuencas S1a y S1b están delimitadas por la Ruta N°34, calle Falucho y por la dinámica hidrológica de la zona urbana. Se diferencian entre sí por ser la S1a una subcuenca rural y la S1b una urbana por tal motivo cuentan con distintos coeficientes de escurrimiento para la modelación.

El canal sobre camino rural N°26, no sólo recibe los aportes urbanos de un sector de la localidad, sino también lo generado en la zona rural cercana al mismo, como se puede observar en la figura 2.

3.3- Datos utilizados para la modelación hidrológica

El caudal de aporte de la cuenca se obtuvo por medio de la modelación matemática con el programa HEC-HMS 3.1.0, utilizando para el cálculo el método del Servicio de Conservación de Suelos (CN e Hidrograma Unitario) de los EEUU.

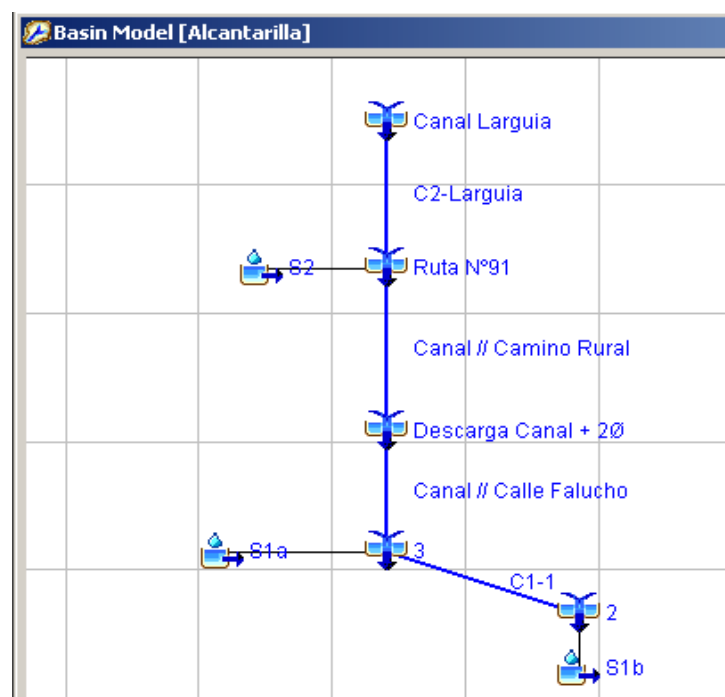


Figura 3 – Modelación Hidrológica de la Cuenca, Canal Rural N°26.

Como paso previo para la modelación se dividió la cuenca en tres subcuencas como se explicó en el párrafo anterior, se obtuvieron los hietogramas de diseño y se cargaron los datos topográficos y de condiciones de suelo para obtener los valores de caudal que se utilizaron para el proyecto del canal y diseño de alcantarillas.



Figura 4 - Subcuencas del Canal paralelo a Camino Rural N° 26

Los datos necesarios para modelar y calcular son los mostrados en la Tabla 1:

Subcuencas	Área (Km ²)	Tc (min)	Lag (min)	CN	la (mm)
S1a	0,91	193	115,80	65	27,35
S1b	0,51	111	66,60	85	8,96
S2	0,71	45	27	65	27,35

Tabla 1

Se consideraron las dimensiones actuales del canal en camino rural N°26 y el canal paralelo a calle Falucho, ambos de sección trapecial.

Las características de los mismos son:

Canal camino N°26: Bf=1,50m, h=2,00m, pendiente talud 2:1, n=0,03 y S=0,00032.

Canal calle Falucho: Bf=1,00m, h=1,50, pendiente talud 2:1, n=0.03

Se analizaron distintas recurrencias, asociadas al tiempo de concentración de la cuenca, que en este caso es de aproximadamente 6hs. Para el cálculo del tiempo de

concentración se tuvo en cuenta flujo encauzado y mantiforme. La lluvia de diseño asociada a cada recurrencia se obtuvo por medio de la expresión:

$$P[\text{mm}] = [4,935 \times \text{LN}(R[\text{años}]) + 14,588] \times \text{LN}(D[\text{horas}]) + 10,201 \times \text{LN}(R[\text{años}]) + 36,525].$$

A continuación se detallan en la Tabla 2 los caudales obtenidos para cada recurrencia, en las secciones de control:

R (años)	Ruta Prov. N°91 Q (m³/seg)	Bajo Larguía Q (m³/seg)
2	1,70	1,90
10	3,60	4,20
25	4,70	5,60
50	5,60	6,70

Tabla 2

Los caudales asociados a recurrencias R=2años y R=10años se utilizan para el diseño planialtimétrico del canal. Mientras que con la de R=25años se determina la sección hidráulica de la alcantarilla que cruza la Ruta Provincial N°91 y con el período de retorno R=50años se verifica que el pelo de agua no produzca inundación en dicho cruce.

Con dichos caudales y la geometría existente se modelaron matemáticamente, por medio del programa HEC-RAS 3.1.3, los distintos elementos geométricos a estudiar.

En función de los resultados obtenidos se reacondicionó el canal del camino rural N°26 en el sector entre la Ruta Nacional N°34 y la Ruta Provincial N°91. Aguas abajo de la Ruta N°91 se realizó una canalización hasta la descarga del mismo en el Bajo Larguía. Para completar el proyecto se proyectaron las correspondientes alcantarillas en los ingresos de los campos linderos al canal y en el cruce del canal con la Ruta Provincial N°91. Todas las alcantarillas proyectadas y a construir son alcantarillas Tipo A1 de la D.P.V.

3.4- Reacondicionamiento del Canal.

Como se indicó más arriba el reacondicionamiento del canal se realizará entre la Ruta Nacional N°34 y la Ruta Provincial N°91, en una longitud de 1.250,00 metros aproximadamente. La sección transversal definitiva del mismo tiene las siguientes características:

- **Canal camino N°26 aguas arriba Ruta Provincial N°91:**

$$Bf=1,50m, h=2,00m, \text{pendiente talud } 2:1, n=0,03 \text{ y } S=0,00080.$$

Como se observa, el canal no sufrió cambios significativos entre la sección actual y la de proyecto. El mayor cambio fue que se aumentó la pendiente longitudinal para evacuar el agua con mayor velocidad que en la actualidad y así evitar aumento del tirante en la sección. El resto de los elementos de la sección se modificaron en función de este cambio de pendiente y la topografía del camino. Se evaluó el estudio de erosión correspondiente para verificar que las velocidades se encuentren dentro de los valores límites; en caso de no verificarlos se colocan protecciones en los taludes y fondo de canal. Cabe destacar que este tramo del canal se diseñó con una recurrencia $R=10$ años y que el volumen a excavar fue de aproximadamente $1.650,00\text{m}^3$ (vol. exc.= $1.650,00\text{m}^3$).

Las secciones transversales y longitudinales de este sector del canal se encuentran detalladas en los planos adjuntos.

3.5- Canalización Nueva.

La nueva canalización se realizó entre la Ruta Provincial N°91 y la descarga del mismo en el Bajo Larguía en una longitud de 1.630,00 metros aproximadamente. Se mantuvo la misma sección transversal del canal aguas abajo, la base de fondo y los taludes no se modificaron. Las pendientes longitudinales se variaron en función de la topografía del terreno natural, y la altura de las secciones transversales se modificaron también sección a sección ajustándose a este cambio topográfico. En resumen las características de la sección transversal serían:

- **Canal camino N°26 aguas abajo Ruta Provincial N°91:**

$Bf=1,50\text{m}$, $h=\text{variable}$, pendiente talud 2:1, $n=0,03$ y $S=\text{variable}$.

En un primer momento se diseñó el canal para una recurrencia $R=10$ años. Se encontró el problema que se debía profundizar mucho la sección y esto generaba velocidades erosivas entre la progresiva 868,00 y la descarga. Se pensó en modificar la sección transversal aumentando la base de fondo y diseñando los taludes más extendidos (1:1). Pero de esa manera el camino dejaba de ser transitable ya que cuenta con un ancho entre alambrados de sólo 13,00m y según información brindada por personal técnico de Totoras el camino se usa con frecuencia. Debido a estos problemas se decidió diseñar el sector descrito para una recurrencia de $R=2$ años disminuyéndose las velocidades en ese sector y permitiendo en la sección transversal resultante la correcta circulación vehicular.

Las pendientes en este tramo se modificaron tratando de seguir lo más fielmente el terreno natural. El volumen a excavar en este tramo es de aproximadamente $4.750,00\text{m}^3$ (vol. exc.= $4.750,00\text{m}^3$). Las secciones transversales y longitudinales de este sector del canal se encuentran detalladas en los planos adjuntos.

3.6- Alcantarillas.

Debido al reacondicionamiento y la nueva canalización de la cuneta este del camino rural N°26, se deben retirar tubos circulares de hormigón que se encuentran en los accesos a los campos y restituir estos ingresos con nuevas alcantarillas. También deben colocarse nuevas obras de arte en el cruce del canal con la Ruta Provincial N°91 y con el camino rural ubicado en la progresiva 350,00 de la canalización. En función de las características geométricas que quedan definidas son necesarias ocho (8) alcantarillas Tipo A1 D.P.V. La ubicación y características de las mismas se detallan a continuación:

Entre Ruta Nacional N°34 y Ruta Provincial N°91:

- la primera ubicada en la progresiva 2.110,00. Características: L=2,00m, H=3,00m, J=8,00m. No cuenta con platea de fondo ni zapata de fundación en las alas. Cota de Fundación C.Fund. [m]=45,05; Cota de Fondo Canal C.F. [m]=46,05; Cota Fondo Viga[m]=48,05; Cota de Coronamiento C.C. [m]=48,62. La longitud de las alas en planta es de 2,60m.
- la segunda ubicada en la progresiva 2.005,00. Características: L=2,00m, H=3,00m, J=8,00m. No cuenta con platea de fondo ni base de fundación en las alas. Cota de Fundación C.Fund. [m]=44,97; Cota de Fondo Canal C.F. [m]=45,97; Cota Fondo Viga[m]=47,97; Cota de Coronamiento C.C. [m]=48,50. La longitud de las alas en planta es de 2,60m.
- la tercera ubicada en la progresiva 1.970,00. Características: L=2,00m, H=3,00m, J=8,00m. No cuenta con platea de fondo ni zapata de fundación en las alas. Cota de Fundación C.Fund. [m]=44,94; Cota de Fondo Canal C.F. [m]=45,94; Cota Fondo Viga[m]=47,94; Cota de Coronamiento C.C. [m]=48,46. La longitud de las alas en planta es de 2,60m.
- la cuarta es la alcantarilla ubicada sobre la Ruta Provincial N°91. Se encuentra en la progresiva 1656,00. Las características de la misma son: L=2,00m, H=3,50m, J=13,30m. Cota de Fundación C.Fund. [m]=44,69; Cota de Fondo Platea C.F.P[m]=45,69; Cota Fondo Viga[m]=48,19; Cota de Coronamiento

C.C[m]=48,95. Cuenta con platea de fondo, zapata de fundación en las alas y baranda metálica de protección. La longitud de las alas en planta es de 2,40m.

Entre Ruta Provincial N°91 y descarga Bajo Larguía:

- la quinta ubicada en la progresiva 1.500,00. Características: L=1,50m, H=3,00m, J=8,00m. No cuenta con platea de fondo ni zapata de fundación en las alas. Cota de Fundación C.Fund.[m]=44,57; Cota de Fondo Canal C.F.[m]=45,57; Cota Fondo Viga[m]=47,57; Cota de Coronamiento C.C.[m]=48,55. La longitud de las alas en planta es de 2,60m.
- la sexta ubicada en la progresiva 1.400,00. Características: L=1,50m, H=3,00m, J=8,00m. Cota de Fundación C.Fund.[m]=44,49; Cota de Fondo Canal C.F.[m]=45,49; Cota Fondo Viga[m]=47,49; Cota de Coronamiento C.C[m]=48,54. No cuenta con platea de fondo ni zapata de fundación en las alas. La longitud de las alas en planta es de 2,60m.
- la séptima ubicada en la progresiva 780,00. Características: L=2,00m, H=1,50m, J=8,00m. Cota de Fundación C.Fund.[m]=43,52; Cota de Fondo Canal C.F.[m]=44,22; Cota Fondo Viga[m]=45,02; Cota de Coronamiento C.C[m]=45,60. No cuenta con platea de fondo ni zapata de fundación en las alas. La longitud de las alas en planta es de 2,60m. Se protege el fondo del canal dentro de la alcantarilla (entre el inicio del ala aguas arriba y el fin del ala aguas abajo) con protección flexible con geoceldas rellena con Hº, e=0,10m sobre manto geotextil. La sección (base de fondo y taludes) aguas abajo de esta alcantarilla se la protege de la misma manera en una extensión de 4,00m.
- Y por último la octava ubicada en la progresiva 350,00. Características: L=2,00m, H=1,50m, J=13,00m. Cota de Fundación C.Fund.[m]=39,37; Cota de Fondo Canal C.F.[m]=40,07; Cota Fondo Viga[m]=40,87; Cota de Coronamiento C.C[m]=41,54. No cuenta con platea de fondo ni zapata de fundación en las alas. La longitud de las alas en planta es de 2,60m. Se protege el fondo del canal dentro de la alcantarilla (entre el inicio del ala aguas arriba y el fin del ala aguas abajo) con protección flexible con geoceldas rellena con Hº, e=0,10m sobre manto geotextil. La sección (base de fondo y taludes) aguas abajo de esta alcantarilla se la protege de la misma manera en una extensión de 4,00m.

Todas las alcantarillas son de un (1) tramo de luz. Como se detalla en cada una se desprende que la única alcantarilla que cuenta con platea de fondo y zapata de fundación en las alas es la alcantarilla que cruza a la Ruta Provincial N°91 en la Progresiva 1.656,00. Las características geométricas de las alcantarillas se detallan en los planos y planos tipo adjuntos.

PROG.	TIPO	A.C.[m]	L[m]	H[m]	a[m]	C.Fund.[m]	C.C[m]
2.110,00	A1	8,00	2,00	3,00	0,17	45,05	48,62
2.005,00	A1	8,00	2,00	3,00	0,17	44,97	48,50
1.970,00	A1	8,00	2,00	3,00	0,17	44,94	48,46
1.656,00	A1	13,30	2,00	3,50	0,17	44,69	48,95
1.500,00	A1	8,00	1,50	3,00	0,17	44,57	48,55
1.400,00	A1	8,00	1,50	3,00	0,17	44,49	48,54
780,00	A1	8,00	2,00	1,50	0,17	43,52	45,60
350,00	A1	13,00	2,00	1,50	0,17	39,37	41,54

Tabla 3

Ref: A.C. [Ancho Calzada], L[Luz Alcantarilla], H[Altura Alcantarilla], a [Espesor Losa Alcantarilla],
C.Fund.[Cota de Fundación], C.C.[Cota de Coronamiento]

Una vez definida la rasante, secciones transversales y alcantarillas a colocar se modeló el canal con el programa HEC-RAS 3.1.3, para las secciones de proyecto, la nueva pendiente de fondo y las nuevas alcantarillas, para recurrencias de 2, 10, 25 y 50 años. Se consideró como condición de borde la pendiente del tramo que se encuentra aguas abajo de la sección de control considerada, siendo ésta del orden del 4,7‰.

A continuación se muestran las salidas del programa para las distintas recurrencias.

Salida HEC-RAS PARA R=2años

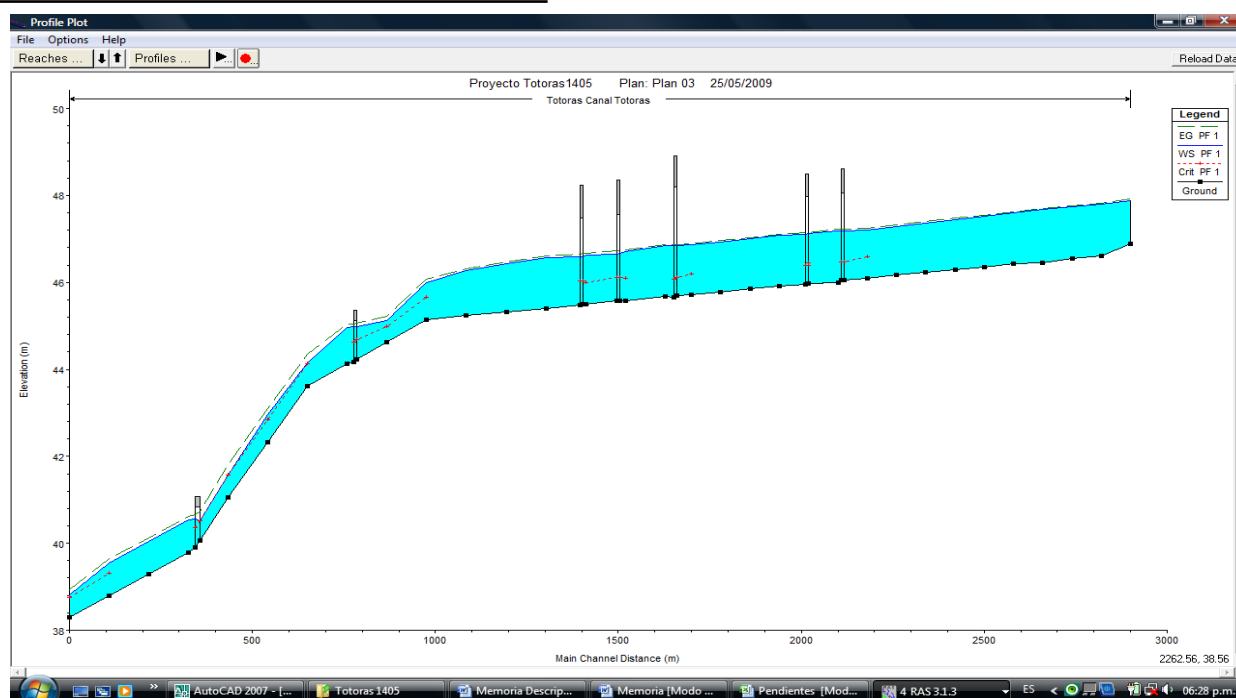


Figura 5 - Perfil Longitudinal definitivo, Canal Camino Rural N°26, salida HEC-RAS, R=2años.

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
Reach	River Sta	Profile	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
Canal Totoras	2890	PF 1	1.70	46.88	47.87		47.91	0.001309	0.81	2.10	2.73	0.29
Canal Totoras	2810	PF 1	1.70	46.61	47.80		47.82	0.000819	0.68	2.51	2.74	0.23
Canal Totoras	2730	PF 1	1.70	46.55	47.73		47.76	0.000853	0.69	2.47	2.67	0.23
Canal Totoras	2650	PF 1	1.70	46.44	47.67		47.69	0.000668	0.63	2.70	2.88	0.21
Canal Totoras	2570	PF 1	1.70	46.42	47.60		47.63	0.001073	0.75	2.27	2.64	0.26
Canal Totoras	2490	PF 1	1.70	46.36	47.52		47.55	0.000924	0.71	2.39	2.62	0.24
Canal Totoras	2410	PF 1	1.70	46.29	47.45		47.47	0.000919	0.71	2.40	2.64	0.24
Canal Totoras	2330	PF 1	1.70	46.23	47.37		47.40	0.000963	0.72	2.36	2.63	0.24
Canal Totoras	2250	PF 1	1.70	46.17	47.29		47.32	0.001013	0.74	2.31	2.62	0.25
Canal Totoras	2170	PF 1	1.70	46.10	47.21	46.58	47.24	0.001059	0.75	2.27	2.61	0.26
Canal Totoras	2110	Bridge										
Canal Totoras	2090	PF 1	1.70	46.00	47.19		47.21	0.000828	0.68	2.49	2.69	0.23
Canal Totoras	2010	PF 1	1.70	45.97	47.12	46.45	47.14	0.000938	0.71	2.38	2.65	0.24
Canal Totoras	2005	Bridge										
Canal Totoras	1930	PF 1	1.70	45.91	47.08		47.11	0.000877	0.70	2.44	2.67	0.23
Canal Totoras	1850	PF 1	1.70	45.85	47.01		47.03	0.000906	0.71	2.41	2.66	0.24
Canal Totoras	1770	PF 1	1.70	45.78	46.94		46.96	0.000916	0.71	2.40	2.66	0.24
Canal Totoras	1690	PF 1	1.70	45.72	46.86	46.20	46.89	0.000959	0.72	2.36	2.64	0.24
Canal Totoras	1655.80	Bridge										
Canal Totoras	1627.50	PF 1	1.90	45.67	46.84		46.87	0.001103	0.78	2.43	2.67	0.26
Canal Totoras	1519	PF 1	1.90	45.58	46.71	46.09	46.74	0.001250	0.82	2.32	2.63	0.28
Canal Totoras	1500	Bridge										
Canal Totoras	1410.50	PF 1	1.90	45.49	46.63	46.00	46.67	0.001183	0.80	2.37	2.64	0.27
Canal Totoras	1400	Bridge										
Canal Totoras	1302	PF 1	1.90	45.40	46.57		46.60	0.001103	0.78	2.43	2.67	0.26
Canal Totoras	1193.50	PF 1	1.90	45.32	46.43		46.47	0.001293	0.83	2.29	2.61	0.28
Canal Totoras	1085	PF 1	1.90	45.23	46.27		46.31	0.001630	0.90	2.10	2.54	0.32
Canal Totoras	976.50	PF 1	1.90	45.15	46.00	45.66	46.07	0.003210	1.16	1.64	2.36	0.44
Canal Totoras	868	PF 1	1.90	44.63	45.13	44.98	45.22	0.041422	1.31	1.45	2.89	0.59
Canal Totoras	780	Bridge										
Canal Totoras	759.5	PF 1	1.90	44.12	44.96		45.03	0.003348	1.18	1.61	2.32	0.45
Canal Totoras	651	PF 1	1.90	43.61	44.14	44.12	44.35	0.015057	2.03	0.94	2.04	0.95
Canal Totoras	542.5	PF 1	1.90	42.33	42.95	42.84	43.10	0.008944	1.68	1.13	2.13	0.74
Canal Totoras	434	PF 1	1.90	41.06	41.57	41.57	41.80	0.016843	2.11	0.90	2.02	1.01
Canal Totoras	350	Bridge										
Canal Totoras	325.5	PF 1	1.90	39.79	40.53		40.62	0.004535	1.35	1.53	3.76	0.54
Canal Totoras	217	PF 1	1.90	39.29	40.04		40.13	0.004414	1.35	1.49	3.39	0.53
Canal Totoras	108.5	PF 1	1.90	38.79	39.55	39.30	39.64	0.004638	1.33	1.43	2.33	0.53
Canal Totoras	0.00	PF 1	1.90	38.29	38.80	38.75	38.93	0.009776	1.59	1.20	3.17	0.80

Tabla 4 - Salida del programa HEC-RAS 3.1.3, para $R=2$ años, $Q=1,90\text{m}^3/\text{s}$.

Salida HEC-RAS PARA R=10años

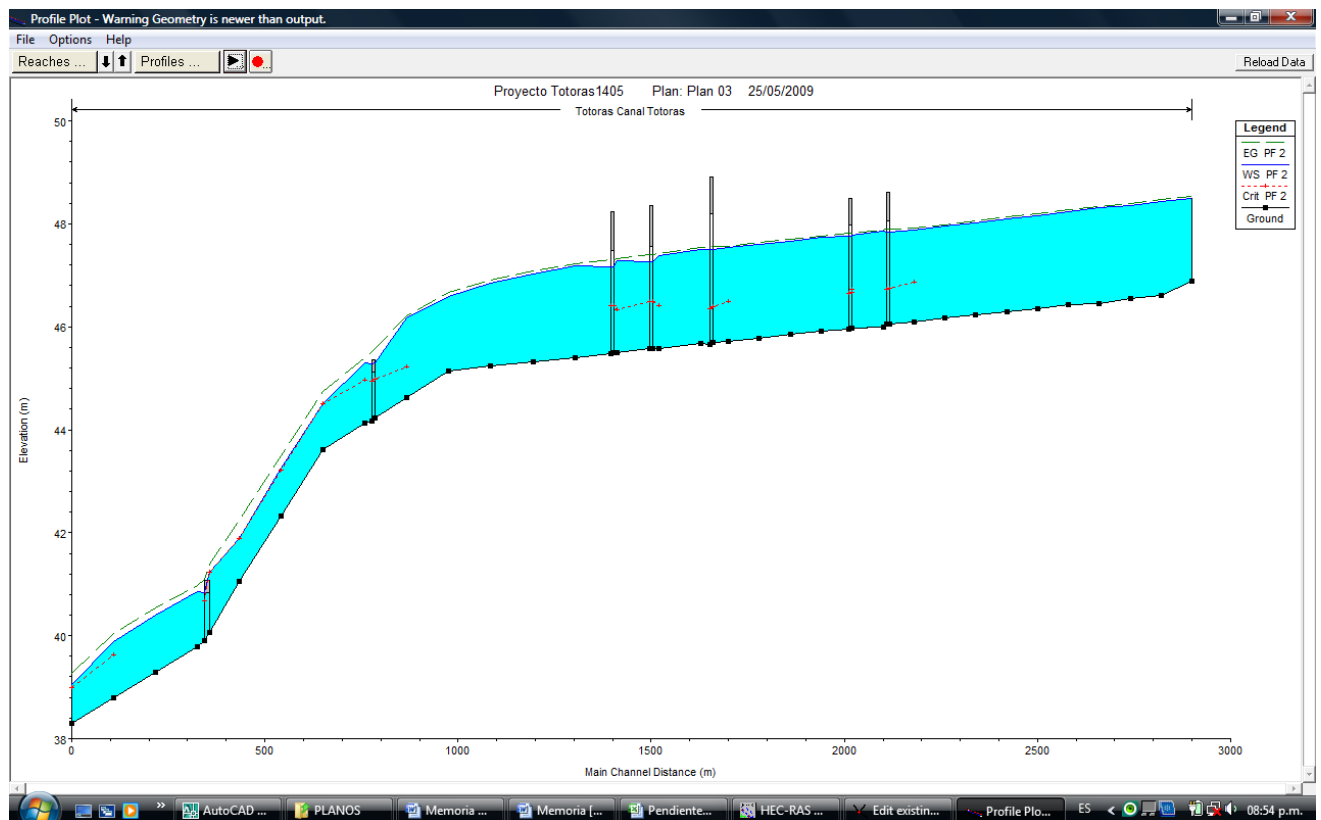


Figura 6 - Perfil Longitudinal definitivo, Canal Camino Rural N°26, salida HEC-RAS, $R=10$ años.

Profile Output Table - Standard Table 1													
File Options Std. Tables Locations Help													
Reach	River Sta	Profile	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	
Canal Totoras	2890	PF 2	3.60	46.88	48.50		48.54	0.001021	0.89	4.05	3.50	0.26	
Canal Totoras	2810	PF 2	3.60	46.61	48.43		48.46	0.000802	0.81	4.45	3.42	0.23	
Canal Totoras	2730	PF 2	3.60	46.55	48.36		48.40	0.000850	0.83	4.36	3.35	0.23	
Canal Totoras	2650	PF 2	3.60	46.44	48.31		48.34	0.000674	0.76	4.74	3.58	0.21	
Canal Totoras	2570	PF 2	3.60	46.42	48.23		48.27	0.000947	0.86	4.20	3.43	0.25	
Canal Totoras	2490	PF 2	3.60	46.36	48.16		48.20	0.000894	0.84	4.28	3.25	0.23	
Canal Totoras	2410	PF 2	3.60	46.29	48.09		48.13	0.000876	0.84	4.31	3.28	0.23	
Canal Totoras	2330	PF 2	3.60	46.23	48.02		48.06	0.000895	0.84	4.27	3.27	0.24	
Canal Totoras	2250	PF 2	3.60	46.17	47.95		47.98	0.000906	0.85	4.25	3.28	0.24	
Canal Totoras	2170	PF 2	3.60	46.10	47.87	46.86	47.91	0.000912	0.85	4.24	3.28	0.24	
Canal Totoras	2110	Bridge											
Canal Totoras	2090	PF 2	3.60	46.00	47.85		47.88	0.000783	0.80	4.49	3.35	0.22	
Canal Totoras	2010	PF 2	3.60	45.97	47.78	46.73	47.82	0.000842	0.82	4.37	3.31	0.23	
Canal Totoras	2005	Bridge											
Canal Totoras	1930	PF 2	3.60	45.91	47.73		47.77	0.000827	0.82	4.40	3.32	0.23	
Canal Totoras	1850	PF 2	3.60	45.85	47.67		47.70	0.000837	0.82	4.38	3.32	0.23	
Canal Totoras	1770	PF 2	3.60	45.78	47.60		47.63	0.000833	0.82	4.39	3.32	0.23	
Canal Totoras	1690	PF 2	3.60	45.72	47.53	46.48	47.57	0.000843	0.82	4.37	3.32	0.23	
Canal Totoras	1655.80	Bridge											
Canal Totoras	1627.50	PF 2	4.20	45.67	47.50		47.55	0.001104	0.95	4.43	3.34	0.26	
Canal Totoras	1519	PF 2	4.20	45.58	47.37	46.42	47.42	0.001189	0.97	4.31	3.30	0.27	
Canal Totoras	1500	Bridge											
Canal Totoras	1410.50	PF 2	4.20	45.49	47.28	46.33	47.32	0.001216	0.98	4.27	3.29	0.28	
Canal Totoras	1400	Bridge											
Canal Totoras	1302	PF 2	4.20	45.40	47.17		47.22	0.001243	0.99	4.24	3.27	0.28	
Canal Totoras	1193.50	PF 2	4.20	45.32	47.02		47.08	0.001440	1.05	4.01	3.20	0.30	
Canal Totoras	1085	PF 2	4.20	45.23	46.84		46.91	0.001750	1.13	3.72	3.12	0.33	
Canal Totoras	976.50	PF 2	4.20	45.15	46.59		46.67	0.002623	1.32	3.19	2.94	0.40	
Canal Totoras	868	PF 2	4.20	44.63	46.16	45.23	46.21	0.007765	0.94	4.66	4.98	0.24	
Canal Totoras	780	Bridge											
Canal Totoras	759.5	PF 2	4.20	44.12	45.30	44.96	45.40	0.003800	1.53	3.78	10.66	0.49	
Canal Totoras	651	PF 2	4.20	43.61	44.50	44.50	44.75	0.010296	2.29	2.17	4.99	0.83	
Canal Totoras	542.5	PF 2	4.20	42.33	43.26	43.21	43.50	0.008380	2.21	2.28	5.38	0.77	
Canal Totoras	434	PF 2	4.20	41.06	41.90	41.90	42.24	0.016405	2.61	1.61	2.36	1.00	
Canal Totoras	350	Bridge											
Canal Totoras	325.5	PF 2	4.20	39.79	40.86		40.97	0.004118	1.58	3.94	10.59	0.53	
Canal Totoras	217	PF 2	4.20	39.29	40.41		40.53	0.003768	1.68	3.65	11.28	0.53	
Canal Totoras	108.5	PF 2	4.20	38.79	39.88	39.63	40.05	0.005313	1.86	2.55	4.87	0.61	
Canal Totoras	0.00	PF 2	4.20	38.29	39.06	39.00	39.28	0.009777	2.10	2.11	3.99	0.83	

Tabla 5 - Salida del programa HEC-RAS 3.1.3, para R=10años, $Q=4,20\text{m}^3/\text{s}$.

Salida HEC-RAS PARA R=25años

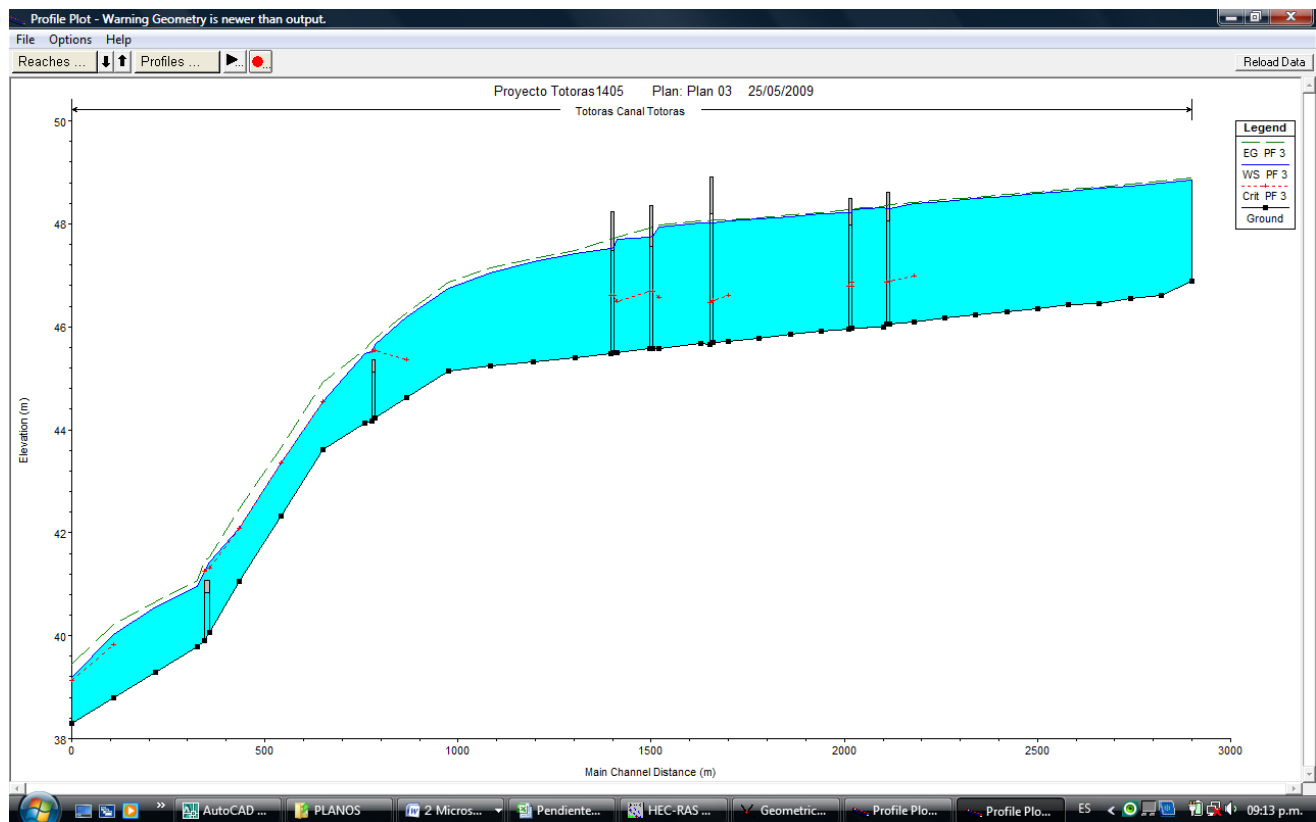


Figura 7 - Perfil Longitudinal definitivo, Canal Camino Rural N°26, salida HEC-RAS, R=25años.

Profile Output Table - Standard Table 1													
File Options Std. Tables Locations Help													
HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Totoras Reach: Canal Totoras													
Reach	River Sta	Profile	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
Canal Totoras	2890	PF 3	4.70	46.88	48.84		48.88	0.000811	0.88	5.39	5.48	0.24	
Canal Totoras	2810	PF 3	4.70	46.61	48.79		48.82	0.000702	0.82	5.74	3.81	0.21	
Canal Totoras	2730	PF 3	4.70	46.55	48.73		48.77	0.000656	0.83	6.02	6.34	0.21	
Canal Totoras	2650	PF 3	4.70	46.44	48.69		48.72	0.000496	0.76	6.75	7.19	0.19	
Canal Totoras	2570	PF 3	4.70	46.42	48.64		48.67	0.000704	0.83	5.77	5.90	0.22	
Canal Totoras	2490	PF 3	4.70	46.36	48.59		48.62	0.000615	0.82	6.27	6.74	0.20	
Canal Totoras	2410	PF 3	4.70	46.29	48.54		48.57	0.000641	0.80	5.95	5.39	0.20	
Canal Totoras	2330	PF 3	4.70	46.23	48.49		48.52	0.000610	0.80	6.08	5.62	0.20	
Canal Totoras	2250	PF 3	4.70	46.17	48.44		48.47	0.000628	0.79	5.99	4.36	0.20	
Canal Totoras	2170	PF 3	4.70	46.10	48.39	46.99	48.42	0.000610	0.78	6.06	3.79	0.20	
Canal Totoras	2110	Bridge											
Canal Totoras	2090	PF 3	4.70	46.00	48.31		48.34	0.000587	0.76	6.15	3.81	0.19	
Canal Totoras	2010	PF 3	4.70	45.97	48.27	46.87	48.30	0.000605	0.77	6.08	3.80	0.20	
Canal Totoras	2005	Bridge											
Canal Totoras	1930	PF 3	4.70	45.91	48.19		48.22	0.000621	0.78	6.02	3.78	0.20	
Canal Totoras	1850	PF 3	4.70	45.85	48.14		48.17	0.000608	0.78	6.06	3.79	0.20	
Canal Totoras	1770	PF 3	4.70	45.78	48.09		48.12	0.000588	0.76	6.14	3.81	0.19	
Canal Totoras	1690	PF 3	4.70	45.72	48.05	46.62	48.08	0.000572	0.76	6.21	3.84	0.19	
Canal Totoras	1655.80	Bridge											
Canal Totoras	1627.50	PF 3	5.60	45.67	48.02		48.06	0.000783	0.89	6.29	3.86	0.22	
Canal Totoras	1519	PF 3	5.60	45.58	47.93	46.57	47.97	0.000776	0.89	6.31	3.86	0.22	
Canal Totoras	1500	Bridge											
Canal Totoras	1410.50	PF 3	5.60	45.49	47.70	46.49	47.75	0.000990	0.97	5.76	3.71	0.25	
Canal Totoras	1400	Bridge											
Canal Totoras	1302	PF 3	5.60	45.40	47.43		47.49	0.001358	1.10	5.10	3.53	0.29	
Canal Totoras	1193.50	PF 3	5.60	45.32	47.26		47.33	0.001598	1.17	4.79	3.44	0.32	
Canal Totoras	1085	PF 3	5.60	45.23	47.05		47.14	0.002001	1.27	4.40	3.33	0.35	
Canal Totoras	976.50	PF 3	5.60	45.15	46.75		46.87	0.003002	1.51	3.95	6.85	0.44	
Canal Totoras	868	PF 3	5.60	44.63	46.19	45.35	46.26	0.012904	1.22	4.79	5.26	0.31	
Canal Totoras	780	Bridge											
Canal Totoras	759.5	PF 3	5.60	44.12	45.47		45.56	0.002895	1.47	5.63	11.09	0.44	
Canal Totoras	651	PF 3	5.60	43.61	44.55	44.55	44.93	0.014591	2.83	2.40	5.41	1.00	
Canal Totoras	542.5	PF 3	5.60	42.33	43.37	43.35	43.65	0.009252	2.51	2.89	6.38	0.82	
Canal Totoras	434	PF 3	5.60	41.06	42.08	42.08	42.45	0.013243	2.71	2.16	3.88	0.93	
Canal Totoras	350	Bridge											
Canal Totoras	325.5	PF 3	5.60	39.79	40.96		41.07	0.004439	1.72	4.94	10.73	0.55	
Canal Totoras	217	PF 3	5.60	39.29	40.56		40.67	0.003124	1.67	5.39	11.98	0.49	
Canal Totoras	108.5	PF 3	5.60	38.79	40.02	39.82	40.22	0.005334	2.05	3.34	5.83	0.62	
Canal Totoras	0.00	PF 3	5.60	38.29	39.18	39.12	39.45	0.009767	2.31	2.63	4.40	0.84	

Tabla 6 - Salida del programa HEC-RAS 3.1.3, para R=25años, Q=5,60m³/s.

Salida HEC-RAS PARA R=50años

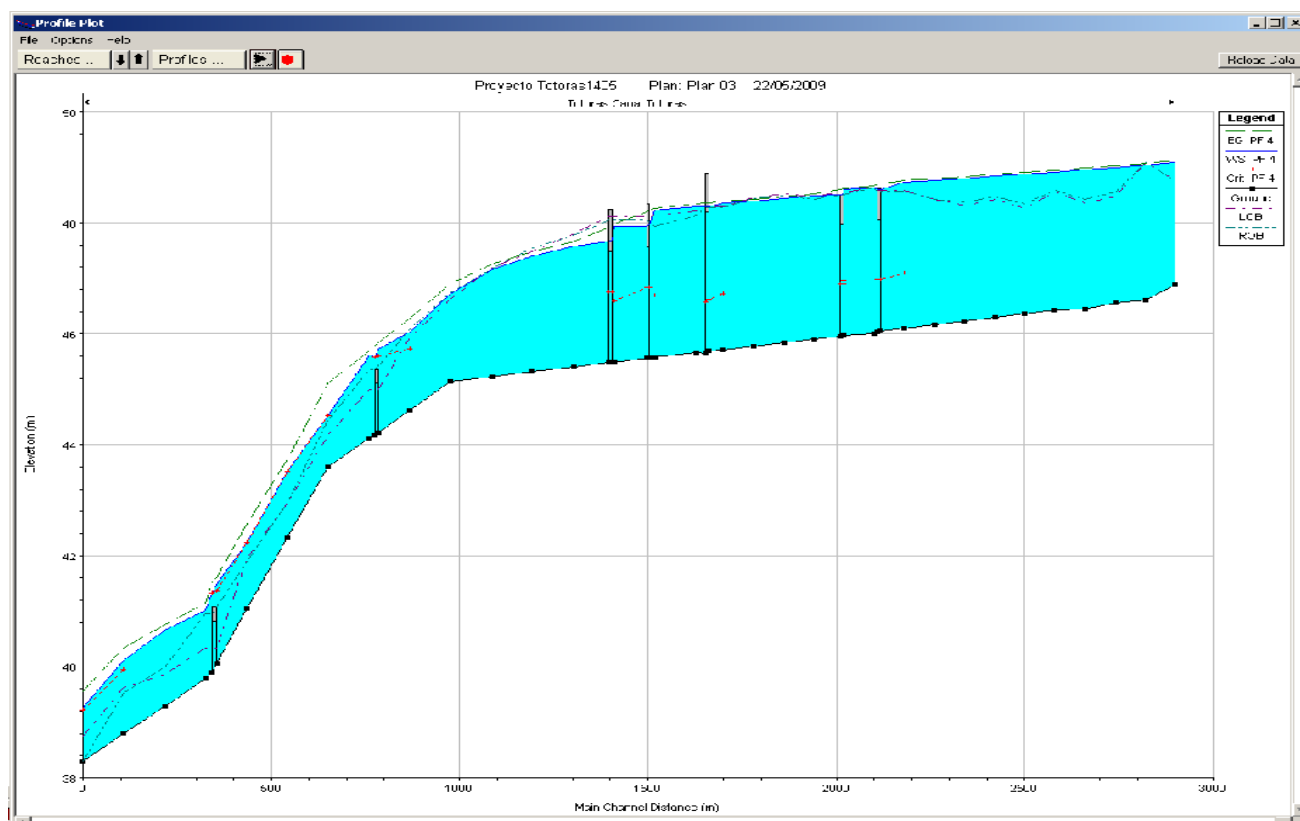


Figura 8 - Perfil Longitudinal definitivo, Canal Camino Rural N°26, salida HEC-RAS, R=50años.

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Totoras Reach: Canal Totoras Profile: PF 4												
Reach	River Sta	Profile	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
Canal Totoras	2890	PF 4	5.60	46.88	49.09		49.13	0.000642	0.88	7.48	12.06	0.22
Canal Totoras	2810	PF 4	5.60	46.61	49.04		49.08	0.000653	0.83	6.81	7.38	0.21
Canal Totoras	2730	PF 4	5.60	46.55	48.99		49.03	0.000538	0.83	8.06	9.74	0.19
Canal Totoras	2650	PF 4	5.60	46.44	48.96		48.99	0.000404	0.75	9.22	11.54	0.17
Canal Totoras	2570	PF 4	5.60	46.42	48.92		48.95	0.000533	0.81	8.12	10.36	0.19
Canal Totoras	2490	PF 4	5.60	46.36	48.88		48.91	0.000479	0.80	8.70	10.04	0.18
Canal Totoras	2410	PF 4	5.60	46.29	48.84		48.87	0.000489	0.79	8.25	9.64	0.18
Canal Totoras	2330	PF 4	5.60	46.23	48.80		48.83	0.000462	0.78	8.42	10.31	0.18
Canal Totoras	2250	PF 4	5.60	46.17	48.77		48.80	0.000462	0.76	8.20	9.38	0.18
Canal Totoras	2170	PF 4	5.60	46.10	48.73	47.09	48.76	0.000478	0.75	7.81	8.91	0.18
Canal Totoras	2110	Bridge										
Canal Totoras	2090	PF 4	5.60	46.00	48.64		48.67	0.000506	0.75	7.45	7.34	0.18
Canal Totoras	2010	PF 4	5.60	45.97	48.60	46.97	48.63	0.000500	0.76	7.45	5.25	0.18
Canal Totoras	2005	Bridge										
Canal Totoras	1930	PF 4	5.60	45.91	48.48		48.52	0.000549	0.78	7.20	4.74	0.19
Canal Totoras	1850	PF 4	5.60	45.85	48.44		48.47	0.000541	0.77	7.25	4.10	0.19
Canal Totoras	1770	PF 4	5.60	45.78	48.40		48.43	0.000521	0.76	7.36	4.12	0.18
Canal Totoras	1690	PF 4	5.60	45.72	48.36	46.72	48.39	0.000489	0.75	7.53	5.78	0.18
Canal Totoras	1655.80	Bridge										
Canal Totoras	1627.50	PF 4	6.70	45.67	48.30		48.34	0.000693	0.90	7.50	5.58	0.21
Canal Totoras	1519	PF 4	6.70	45.58	48.23	46.69	48.27	0.000662	0.90	7.57	5.04	0.21
Canal Totoras	1500	Bridge										
Canal Totoras	1410.50	PF 4	6.70	45.49	47.94	46.60	47.99	0.000965	1.01	6.67	3.95	0.25
Canal Totoras	1400	Bridge										
Canal Totoras	1302	PF 4	6.70	45.40	47.58		47.65	0.001481	1.18	5.66	3.68	0.30
Canal Totoras	1193.50	PF 4	6.70	45.32	47.40		47.48	0.001787	1.27	5.27	3.58	0.33
Canal Totoras	1085	PF 4	6.70	45.23	47.15		47.25	0.002360	1.41	4.74	3.43	0.38
Canal Totoras	976.50	PF 4	6.70	45.15	46.72		46.90	0.004714	1.86	3.74	5.87	0.55
Canal Totoras	868	PF 4	6.70	44.63	46.04	45.74	46.28	0.006938	2.16	3.15	3.75	0.66
Canal Totoras	780	Bridge										
Canal Totoras	759.5	PF 4	6.70	44.12	45.62		45.69	0.002138	1.37	7.35	11.49	0.39
Canal Totoras	651	PF 4	6.70	43.61	44.53	44.53	45.11	0.022690	3.49	2.31	5.26	1.24
Canal Totoras	542.5	PF 4	6.70	42.33	43.52	43.52	43.74	0.006206	2.28	4.64	11.69	0.69
Canal Totoras	434	PF 4	6.70	41.06	42.23	42.23	42.58	0.010441	2.68	2.86	5.45	0.85
Canal Totoras	350	Bridge										
Canal Totoras	325.5	PF 4	6.70	39.79	41.02		41.14	0.004527	1.82	5.65	10.83	0.56
Canal Totoras	217	PF 4	6.70	39.29	40.66		40.76	0.002791	1.67	6.64	12.46	0.47
Canal Totoras	108.5	PF 4	6.70	38.79	40.12	39.95	40.34	0.005437	2.19	3.92	7.11	0.64
Canal Totoras	0.00	PF 4	6.70	38.29	39.27	39.21	39.56	0.009764	2.45	3.03	4.69	0.84

Tabla 7 - Salida del programa HEC-RAS 3.1.3, para R=50años, $Q=6,70\text{m}^3/\text{s}$.

Debido a la pendiente pronunciada de los taludes del canal se propone la construcción de una barrera de protección entre las progresivas 2.250,00 y prog. 1.085,00, de mojoneros de hormigón denominados Pretiles, ubicados cada 5m entre sí, y a 0,30m del borde del canal. La protección es necesaria para la segura circulación en las calles paralelas al mismo.

3.7- Desvío Provisorio.

Para la construcción de la alcantarilla Tipo A1 D.P.V. en el cruce entre el canal y la Ruta Provincial N°91, se debe realizar un desvío provisorio de forma tal que permita la correcta circulación en la ruta. El detalle del mismo con su correspondiente señalización se adjunta en los planos.

Cabe destacar que se realiza el desvío provisorio pensando en la construcción de la alcantarilla en una sola etapa, ya que la zona de camino y la disposición de la banquina y cunetas permite desarrollar ambos carriles de circulación en dicho ancho.

4 - Conclusiones

En resumen de lo expresado en los párrafos anteriores las tareas a llevar a cabo para el proyecto son:

- Reacondicionamiento del canal entre las progresivas 2.930,00 (Ruta Nacional N°34) y la progresiva 1.690,00 (Ruta Provincial N°91), pendiente media de proyecto $S=0.00080$, con una base de fondo de 1,50m y taludes 2:1 (V:H).
- Canalización entre las progresivas 1.627,50 (Ruta Provincial N°91) y la descarga en el Bajo Larguía progresiva 00,00. Pendientes de proyecto variables entre $S=0.00080$, $S=0.0047$, $S=0.0117$; con una base de fondo de 1,50m y taludes 2:1 (V:H). Para que la descarga del canal sobre el Bajo Larguía no sea en forma recta, se replantea la misma con una curva de radio 10 metros.
- Construcción de alcantarillas ubicadas en las progresivas 2.110,00; 2.005,00; 1.970,00; 1.656,00; 1.500,00; 1.400,00; 780,00; 350,00. La alcantarilla ubicada en el cruce con Ruta Provincial N°91 (prog. 1.656,00) cuenta con platea de fondo y base de fundación en las alas y protección con baranda galvanizada tipo flex-beam.
- Protección de taludes y base de fondo a la salida de alcantarillas ubicadas en prog. 780,00 y prog. 350,00 con protección flexible con geoceldas rellena con H^o , $e=0,10m$ sobre manto geotextil.
- Construcción de una barrera como protección de la circulación en el camino rural N°26, paralelo al canal (entre prog. 2.250,00 y prog. 1.085,00).
- Se completa dicho proyecto con la limpieza del canal paralelo a calle Falucho en una longitud de 950,00 metros aproximadamente.
- El suelo se transportará a una cava cuya ubicación será indicada por la Municipalidad de Totoras y la Inspección de obra, con una distancia media de transporte de 6km. Su costo está incluido en el Item Excavación Mecánica para Canal.