

**GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA  
MINISTERIO DE SERVICIOS PÚBLICOS**



**AVISO DE PROYECTO**

**OBRA:**

**“Desagüe y Sistematización Noroeste de la Localidad de Tío  
Pujio – Dpto. General San Martín”**

**- Octubre de 2022 -**

**Córdoba, 25 de Octubre de 2022**

**Asunto: Aviso de Proyecto – OBRA:  
“Desagüe y Sistematización  
Noroeste de la Localidad de Tio Pujio  
– Dpto. General San Martín”**

**AI SR. SECRETARIO DE AMBIENTE  
DEL GOBIERNO DE CÓRDOBA  
AB. JUAN CARLOS SCOTTO**

**S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D:**

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con el objeto de informar que el presente documento corresponde al **Aviso de Proyecto - Obra: “Desagüe y Sistematización Noroeste de la Localidad de Tio Pujio – Dpto. General San Martín”**, en concordancia con la ley de Política Ambiental de la Provincia de Córdoba N°10.208 - **ANEXO II**, a los fines de obtener la Licencia Ambiental.

Sin otro particular, saludo atentamente.

-----  
Firma del  
Responsable Profesional

-----  
Firma del  
proponente

## ÍNDICE

1. Datos del proponente y responsable consultor ambiental .....	4
2. Proyecto: .....	5
2.1 Denominación y descripción general.....	5
2.2 Obras a ejecutar.....	25
2.3 Nuevo emprendimiento o ampliación .....	37
3. Objetivos y beneficios socioeconómicos en el orden local, provincial y nacional .....	38
4. Localización .....	38
4.1 Geomorfología.....	39
4.2. Altimetría:.....	40
4.3. Suelos:.....	41
4.4. Características del Clima: .....	41
4.5. Hidrografía:.....	42
4.6. Fitogeografía .....	42
4.7. Zoogeografía .....	43
4.8. Demografía .....	44
5. Área de influencia del proyecto: .....	44
6. Población afectada .....	45
7. Superficie del terreno, superficie cubierta existente y proyectada. ....	46
8. Inversión total e inversión por año a realizar.....	46
9. Magnitudes de producción de Servicios y/o usuarios.....	46
10. Etapas del proyecto y cronograma .....	46
11. Consumo de combustible y otros insumos.....	48
12. Agua. Consumo y otros usos.....	49
13. Detalles exhaustivos de otros insumos.....	49
14. Detalles de productos y subproductos. ....	49
15. Cantidad de personal a ocupar durante cada etapa.....	49
16. Vida útil.....	50
17. Tecnología a Utilizar.....	50
18. Proyectos asociados conexos o complementarios .....	50
19. Necesidades de infraestructura y equipamiento. ....	50
20. Relación con planes privados o estatales. ....	50
21. Ensayos, determinaciones, estudios de campo y/o laboratorios realizados. ....	50
22. Residuos contaminantes .....	51
23. Principales organismos, entidades o empresas involucradas directa o indirectamente. ....	51
24. Normas y/o criterios nacionales y extranjeros aplicados y adoptados .....	52
25. Impactos.....	53
25.1 Acciones impactantes .....	53
25.2. Medidas de prevención, mitigación y control de impactos ambientales.....	54
26. Conclusión .....	57
27. Bibliografía .....	57
28. Webgrafía.....	57

## 1. Datos del proponente y responsable consultor ambiental

Nombre de la persona física o jurídica.	<b>APRHI</b> - Administración Provincial de Recursos Hídricos. Ministerio de Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba
Proponentes	APRHI CUIT: 30-71567682-2 Presidente: Ing. Pablo Javier Wierzbicki DNI N°: 29.253.358 CUIT: 20-29253358-7
Domicilio legal y real del emprendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento General San Martín</li> <li>• Localidad Tio Pujio</li> </ul>
Actividad Principal de la empresa u organismo.	La Administración Provincial de Recursos Hídricos tiene como misión ejercer en nombre del Estado Provincial la titularidad de los recursos hídricos, estableciendo políticas hídricas orientadas al bien común, impulsando un modelo de gestión sistémico de integración de los recursos hídricos, promoviendo un uso sostenible.

Responsable Consultor.	Nombre: Ing. Guillermo Horacio Vilchez
D.N.I N°	29.138.172
Domicilio laboral	Humberto Primo 607-Barrio Centro - Ciudad de Córdoba
Teléfonos / Fax	0351-4321200
N° de CUIT	20-29138172-4

El presente Aviso de Proyecto tiene por objeto cumplimentar con lo especificado en el marco regulatorio ambiental de la Provincia de Córdoba (Ley Nº 7343 del año 1985, Decreto Nº 2131 del año 2000 y sus modificatorias; Ley 10.208 Ley de Política Ambiental y sus decretos reglamentarios; y toda regulación complementaria aplicable) y según fuera solicitado por el Comitente. El mismo se realiza sobre información provista por el Comitente y recopilada de fuentes que se citan.

## 2. Proyecto:

### 2.1 Denominación y descripción general

El presente proyecto se denomina: **“Desagüe y Sistematización Noroeste de la Localidad de Tío Pujó – Dpto. General San Martín”**.

A continuación, se describe el proyecto necesario para ordenar ordenar los escurrimientos superficiales y brindar una correcta evacuación de las aguas de lluvia en esta localidad, y por consiguiente mitigar los efectos de anegamientos frecuentes del barrio ubicado en el sector Noreste. En dicho sector se encuentra también el acceso principal de la fábrica láctea Saputo, principal motor económico de la localidad y de gran parte de la región. En este sentido se realizará una evaluación hidrológica del entorno, a los fines de determinar los aportes de escurrimientos y posteriormente se dimensionarán las obras necesarias a fin de compatibilizarla con los caudales estimados en la misma.

El sistema de obras de drenaje planteado en el estudio se puede resumir en los siguientes ítems:

- Entubado subterráneo en una longitud de 320 metros sobre la vereda norte de la calle Jujuy, el cual contará con bocas de tormenta para el ingreso del agua de lluvia.
- Canal a cielo abierto desde la desembocadura del entubado, hasta el arroyo Las Mojarras, con su primer tramo sobre propiedad Lactodan S.A. y el segundo tramo sobre la cuneta del tramo de ruta República Argentina.
- Alcantarillas Transversales (rectas) en intersección con Ferrocarril y Ruta Nacional Nº 9.

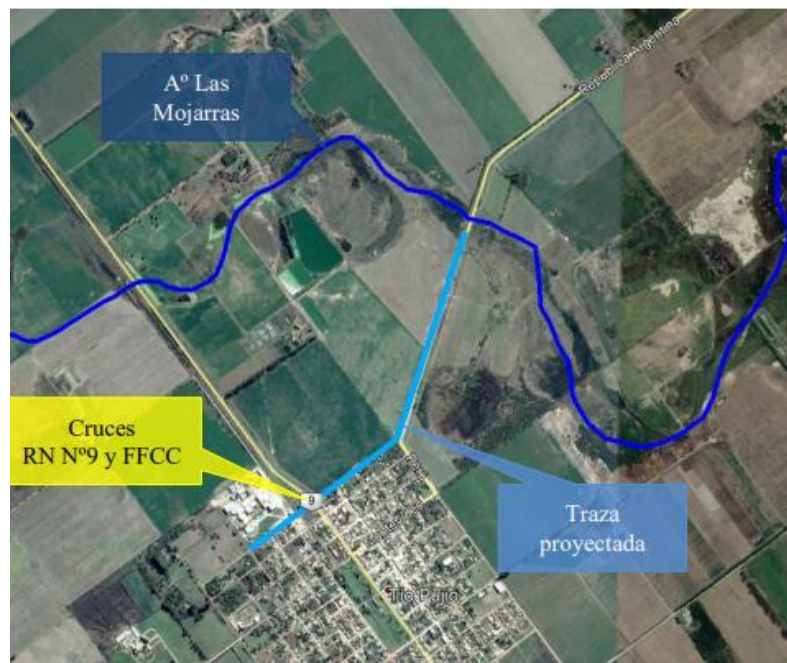


Figura 1: Ubicación general del proyecto.

El desarrollo metodológico, en el que se incluye la recopilación, clasificación y análisis de antecedentes, comprende las siguientes etapas y las implicancias de cada una de ellas, la mayoría de las cuales se encuentran intrínsecamente relacionadas. Estas etapas pueden ser contempladas en tres grandes capítulos tales como: revisión de antecedentes, análisis hidrológico y verificación y dimensionado de obras de drenaje.

La revisión de antecedentes abarca:

- Recopilación de información existente y necesidades del Municipio.
- Identificación de Obras de drenaje existentes.
- Reconocimiento de campo (fotografías) del lugar de estudio.
- Realización del relevamiento topográfico.

El análisis hidrológico comprende las siguientes tareas:

- Definición de la Cuenca de Aporte Hídrico y su Caracterización: A partir de la definición de la red de escurrimientos; aéreas deprimidas anegadas o inundadas; delimitación de las subcuencas; tipos de suelos; cobertura y uso del mismo; infraestructura vial – hidráulica relacionada.
- Determinación de la Tormenta de Diseño: Considerando el periodo de retorno; probabilidad de ocurrencia; duración; lamina total; distribución temporal y espacial; lluvia neta o efectiva.
- Transformación Lluvia-Caudal y Propagación de Caudales: Para lo cual se definirán el hidrograma; caudal pico y volúmenes aportados.

La verificación y dimensionado de obras de drenaje implica:

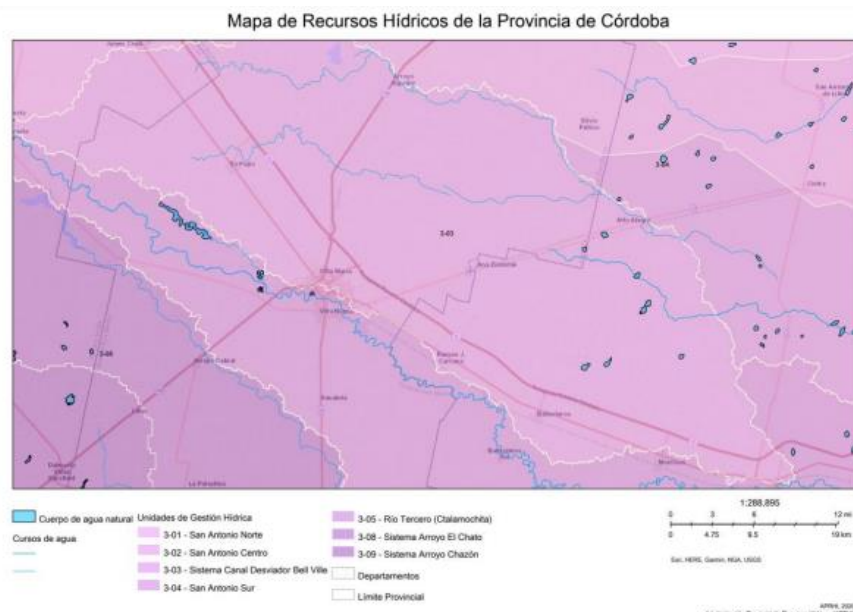
- Verificar las obras propuestas a ejecutar en el Proyecto que permitan evacuar los excedentes hídricos generados en el caso urbano, evitar los anegamientos sin generar modificaciones indebidas del sistema ni usuarios aguas abajo.

## Antecedentes

### Información Obtenida en Recorrida de Campo e Información básica

#### Infraestructura Hídrica General:

La Provincia de Córdoba a través de su organismo de control en materia de recursos hídricos (APRHI) puso a disposición a fines de 2019 el Portal de Información Hídrica de Córdoba (PIHC) en el cual ha facilitado al público general, y en particular a los profesionales de la ingeniería, de valiosa información para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.



*Figura 2: Cursos de agua y unidades de gestión hídrica.*



La traza propuesta se ubica dentro de la Unidad N° 3-03 Sistema Canal Desviador de Bell Ville al Río Tercero. Este sector se caracteriza por su leve pendiente en dirección Oeste – Este, un drenaje natural poco jerarquizado que, si bien cuenta con cursos de agua relativamente definidos, la poca pendiente hace que su funcionamiento sea irregular e insuficiente para precipitaciones de gran caudal y volumen. Esto implica la frecuente necesidad de ejecución de obras de refuncionalización por tramos y limpieza para asegurar la conducción y evacuación de los excedentes hídricos. El sistema se compone de una cuenca de 2115km<sup>2</sup> de superficie y 3 cursos principales A° Algodón, A° Las Mojarras y el Canal Desviador, obra histórica que data del año 1970 y que surgió como necesidad para evitar los aportes provenientes de la cuenca hacia la Ruta Provincial N° 3 y los terrenos ubicados al Este de la misma, zona muy desfavorable desde el punto de vista del saneamiento rural en aquella época. El Arroyo Algodón nace al Sur de James Craik en la zona conocida como el Totoralejo y luego pasa por el Norte de la localidad de A° Algodón en la RN N° 158 y también por el Norte de la Localidad de Alto Alegre a la altura de la RP N° 2. El Arroyo las Mojarras nace al Oeste de la localidad de Tío Pujio y lo circunda por el Norte atravesando vías del FFCC, la RN N°9 y la Autopista AU-0009, luego atraviesa la RN N°158 al Norte del paraje las Mojarras y atraviesa la RP N° 2 al Este de Ana Zumaran. Ambos arroyos desembocan en el Canal Desviador el cual se dirige en sentido Norte-Sur atravesando la RP N°3, La AU-0009 y la RN N°9 desembocando en el Río Tercero al Este de la ciudad de Bell Ville. Dentro de la Cuenca tienen intervención los Consorcios Camineros, de Conservación de Suelo y Canaleros. En los últimos se destacan el Consorcio Canalero de James Carik, Arroyo Algodón, Pampa Coche y El Sueño.



*Figura 3: Cuenca y Arroyos del Sistema Provincial 3-03.*

Dentro de la localidad de Tío Pujio, el Arroyo las Mojarras circunda por el Norte de la localidad, atraviesa la RN N° 9 y la Av. República Argentina (Vinculación con AU-009).

#### Recorrida de campo:

De la recorrida de campo se pudo observar los lugares por donde se encuentra planteada la traza a fin de identificar singularidades a tener en cuenta para el ajuste del proyecto ejecutivo de la sistematización. Es interesante identificar las obras de cruce de los escurrimientos existentes a fin de comprender el sistema de drenaje existente.

El recorrido inició en la calle perimetral del predio de la empresa Saputo, luego por calle Jujuy entre Ayacucho e Hipólito Irigoyen, Zona del FFCC y Ruta Nacional, propiedad privada de la firma Lactodan S.A., paralela a la calle Mendoza entre calles Ecuador y Perú y finalmente tramo de Av. República Argentina hasta la alcantarilla existente en coincidencia con el Arroyo las Mojarras. El tramo inicial por calle Ayacucho entre Brasil y Jujuy no presenta inconvenientes, la calle posee cordón cuneta, se encuentra baja respecto de los niveles de los terrenos linderos y el muro perimetral de la empresa Saputo le confiere un resguardo adicional frente a posibles anegamientos.



*Figura 4: Vista Calle Jujuy desde Acceso a Planta Saputo.*



*Figura 5: Sector Vías del Ferrocarril hacia RN N°9 y propiedad Lactodan S.A. desde calle Alem.*





*Figura 6: Cuneta oeste de Av. República Argentina*



*Figura 7: Alcantarilla de salida del sistema 2 luces de 1,50 m x 1,00 m*

Información brindada por las autoridades municipales

Desagües:

El sector en estudio de la localidad no presenta drenaje jerarquizado, actualmente cuenta con un punto de descarga sin mantenimiento por un canal paralelo a las vías del FFCC el cual presenta problemas de mantenimiento y frecuente obstrucción por sedimentos en su cabecera. Este canal, que posee tramos en contrapendiente, posee rumbo Norte y desemboca en alcantarillas existentes en el Ferrocarril y RN N°9 en intersección con el Arroyo Las Mojarras.



*Figura 8: Canal de Desagüe existente y Embocadura*

Agua potable:

Sobre calle Mendoza en intersección con calle Entre Ríos se encuentra una de la estación de bombeo de agua potable de la localidad, la posición de la cañería de alimentación a la red puede presentar algún tipo de interferencia con la obra de desagüe a proyectar por lo que se deberán tener los recaudos correspondientes. Se preverán ítems para resguardar la integridad del servicio en caso de presentarse alguna interferencia.

Gas:

Bajo calle Mendoza y a unos 1.50m del eje de calle y a 1.50m de profundidad existe un tendido de la red de gas el cual en principio y atento a la recorrida realizada no presenta interferencias con el proyecto a realizar. No obstante, se preverán ítems para resguardar la integridad del servicio en caso de presentarse alguna interferencia.

**Análisis hidrológico**

Delimitación de cuencas de aporte

La porción de la superficie del terreno que colecta el agua de lluvia y la conduce mediante una red de drenaje hasta un punto se denomina cuenca hidrográfica. Este punto hacia el cual se dirigen todos los escurrimientos se denomina cierre o sección de control.

Una cuenca hidrográfica queda delimitada por la línea que une las divisorias de aguas. Estas líneas siguen la topografía del lugar y encierran toda la porción de terreno que dirige el escurrimiento hacia la sección de control. En áreas montañosas con relieve muy marcado y pendientes fuertes las líneas divisoras de agua son de sencilla interpretación y la red de drenaje se encuentra jerarquizada concursos de agua bien definidos

Por otra parte, en áreas planas donde el relieve y las pendientes son leves, la red de drenaje tiende a ser pobremente jerarquizada y la dirección de los escurrimientos tiende a ser caótico. También

en áreas planas las obras de infraestructura (caminos, canales, etc.) suelen actuar de divisorias de aguas.

Las características físicas de una cuenca hidrográfica influyen fuertemente sobre la respuesta hidrológica de la misma. Entre ellas se destacan: el área, la forma, la pendiente media de la cuenca, la densidad de drenaje, la longitud y pendiente del canal principal, el uso y el estado de humedad del suelo.

En una cuenca hidrográfica se producen la mayoría de los procesos hidrológicos que componen el ciclo del agua en una región (Figura 9).

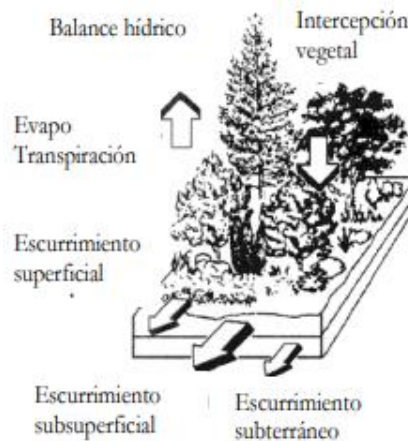


Figura 9: Procesos hidrológicos en una cuenca hidrográfica.

Se procedió a analizar las líneas de escurrimiento que permitieron delimitar la cuenca de aporte total a los fines de correr los modelos matemáticos de cálculo o modelación hidrológica. Para la delimitación de las cuencas de aporte se realizó un análisis en conjunto de:

- Imágenes Satelitales (servidores Google Earth, Bing Maps, etc.).
- Imágenes de Radar (SENTINEL-2, LANDSAT, etc.).
- Modelo Digital de Elevación SRTM, ASTER GDem y ALOS de 30mts. de resolución.
- Cartas Instituto Geográfico Nacional Esc. 1:50.000.
- Relevamiento Planialtimétrico realizado por terceros en la zona.

#### Parámetros de la cuenca

Se ha adoptados dividir la Cuenca en 4 subcuencas, una cuenca rural y urbana antes de la RN N°9 como así también una cuenca urbana posterior al cruce y finalmente una cuenca rural en el tramo final del análisis. De acuerdo a las características de cada cuenca surgen sus respectivos parámetros fisiográficos, los cuales serán fundamentales para la modelación hidrológica (Tabla 1).

Nº Cuenca	Nº Orden Subcuenca	Hmax (msnm)	Hmin (msnm)	L (m)	Sm (m/km)	A (Ha)
1	Sc01	233.00	230.00	2135.00	1.41	145.27
2	Sc02	230.00	224.00	1340.00	4.48	83.40
3	Urb.1	231.00	230.00	1190.00	0.84	34.30
4	Urb.2	230.00	228.00	1150.00	1.74	6.39

Tabla 1: Parámetros de cuencas.



### Tormenta de proyecto

Para numerosos propósitos ingenieriles es necesario conocer las precipitaciones máximas para distintas duraciones asociadas a su probabilidad de ocurrencia, a fin de poder realizar estimaciones de los caudales resultantes en los escurrimientos superficiales.

Para estimar crecientes de proyecto se incluye por lo común combinaciones de intensidad y persistencia extremas de la lluvia para cada probabilidad de ocurrencia o recurrencia (Curvas Intensidad-duración-frecuencia o i-d-T), así como la estructura interna o el patrón de distribución temporal medio de la altura de agua caída en la tormenta (hietograma tipo).

La tormenta de diseño es la secuencia de precipitaciones capaz de provocar la crecida de diseño en la cuenca analizada. Su determinación implica definir la duración de la lluvia, la lámina total precipitada, su distribución temporal y espacial, y la porción de dicha lámina que efectivamente contribuye a la generación de escorrentías.

La Provincia de Córdoba cuenta en la actualidad con valiosos estudios sobre tormentas de diseño realizados por el Centro de Investigaciones de la Región Semiárida (CIRSA), el CETA (Centro de Estudios y Tecnologías del Agua) de la FCEFyN de la UNC, los cuales van a ser desarrollados más adelante.

### Periodo de retorno

Los sistemas hidrológicos son afectados por eventos extremos, cuya magnitud está inversamente relacionada con la frecuencia de ocurrencia. Por definición, el periodo de retorno (o de recurrencia) es el tiempo promedio durante el cual se espera que la magnitud analizada sea igualada o superada, al menos, una vez.

### Duración

La duración de una tormenta de diseño se adopta igual o levemente superior al tiempo de concentración ( $t_c$ ) de la cuenca. Este criterio permite que el caudal máximo se origine por la contribución de toda el área de aporte. El tiempo de concentración se define como el máximo tiempo de traslado que una gota de lluvia efectiva necesita para poder alcanzar la sección de salida de la cuenca. Para la estimación de dicho tiempo existe un gran número de fórmulas empíricas y cuya aplicabilidad debe ser analizada para cada caso.

Para la estimación del  $t_c$  de las cuencas se evaluaron varias fórmulas empíricas basadas en las características físicas de las subcuencas. La mayoría de dichas fórmulas son descriptas en algunas de las referencias bibliográficas citadas, de las cuales se destacan algunas de las más usadas: Método Racional Generalizado, Kirpich, Témez, etc.

Las fórmulas utilizadas se resumen en:

- Método Racional Generalizado (MRG): origen EEUU, adoptado ampliamente por la ingeniería vial en la Argentina. Se sugiere adoptar  $k$  próximo a la unidad (ASCE, 1992).

$$T_c = \frac{60 \cdot K \cdot L}{H^{0.3}}$$

Dónde:  $L$  es la longitud del cauce principal en metros,  $H$  es la diferencia de nivel de la cuenca en metros y  $k$  es la rugosidad relativa del cauce.

- Fórmula de Témez (M.O.P.U.): es la recomendada en España, para el método racional modificado, en la Instrucción 5.2 – I.C. de Drenaje Superficial (M.O.P.U., 1990). Se utiliza en el cálculo del hidrograma triangular de J, R, Témez. Se deriva de la fórmula del U.S. Army Corps of Engineers.



$$T_c = \frac{0,30 \cdot L^{0,76}}{S_c^{0,19}}$$

Dónde: L es la longitud del cauce principal en metros y Sc es la pendiente del cauce principal en m/m.

- Kirpich (K): Desarrollada para cuencas rurales de Australia (Pilgrim & Cordery, 1993).

$$T_c = 0,0195 \cdot \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Dónde: L es la longitud del cauce principal en metros y H es la diferencia de nivel de la cuenca en metros.

- Bransby Williams: Sugerida por The Institution Engineers, Australia en remplazo de la fórmula de Kirpich, al arrojar esta, valores muy bajos (Yen, 1992).

$$T_c = \frac{58 \cdot L}{A^{0,1} \cdot S_c^{0,2}}$$

Dónde: L es la longitud del cauce principal en kilómetros; A es el Área de la cuenca en km<sup>2</sup>; S es la pendiente media del canal principal en m/km.

- SCS (Soil Conservation Service): Método del SCS para el cálculo del tiempo de concentración:

$$t_{lag} = \frac{L^{0,8} \cdot (S + 25)^{0,7}}{7069 \cdot y^{0,5}}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$t_c = 1,67 \cdot t_{lag}$$

Dónde: L es la longitud de la subcuenca en metros; y es la pendiente de la subcuenca en %; S es la máxima capacidad de retención de agua y CN número de curva del método del SCS.

Cuenca	Kirpich (min)	Pezzoli (min)	B. Williams (min)	MRG (min)	Clark (min)	SCS (min)	Dooge (min)
Sc01	89.49	208.46	111.45	131.59	24.06	662.22	77.88
Sc02	40.02	73.29	58.64	67.08	12.27	255.57	50.94
Urb.1	69.55	150.25	79.54	101.98	11.90	325.52	47.03
Urb.2	51.20	100.93	78.62	80.05	3.53	220.17	20.86

Tabla 2: Tiempos de concentración.

Se puede observar la variabilidad de resultados que arrojan cada una de las fórmulas, para nuestro caso en función del rango de valores obtenidos con las fórmulas empíricas, y de duraciones frecuentes de precipitaciones en la zona se han adoptado como tiempo crítico para la modelación duraciones de 60, 120 y 180 minutos.

## Curvas IDF y HDT

La determinación de la lluvia de diseño se basó en los estudios antecedentes referidos a la determinación de la Curvas i-d-T para el Sector Este de la Provincia, cuyos registros corresponden a la estación Marcos Juárez. Para calcular las lluvias de diseño se utilizó el Modelo DIT, el cual es un modelo cuasi conceptual de la relación i-d-T, que plantea el logaritmo de la intensidad como una función lineal del factor de frecuencia  $\Phi$  (Chow et al. 1951) y de un factor de persistencia  $\delta$  (Caamaño Nelli et al. 1998), vinculados mediante dos parámetros locales, propios de la estación de medición (Villa María), A y C y uno zonal B (Marcos Juárez).

$$\ln i = A\phi - B\delta + C$$

$$\phi = 2.584458(\ln T)^{3/8} - 2.252573$$

$$\delta = (\ln d)^{5/3}$$

Mediante el empleo del modelo DIT se calcularon curvas i-d-T y h-d-T para la cuenca en estudio para las recurrencias de diseño adoptadas.

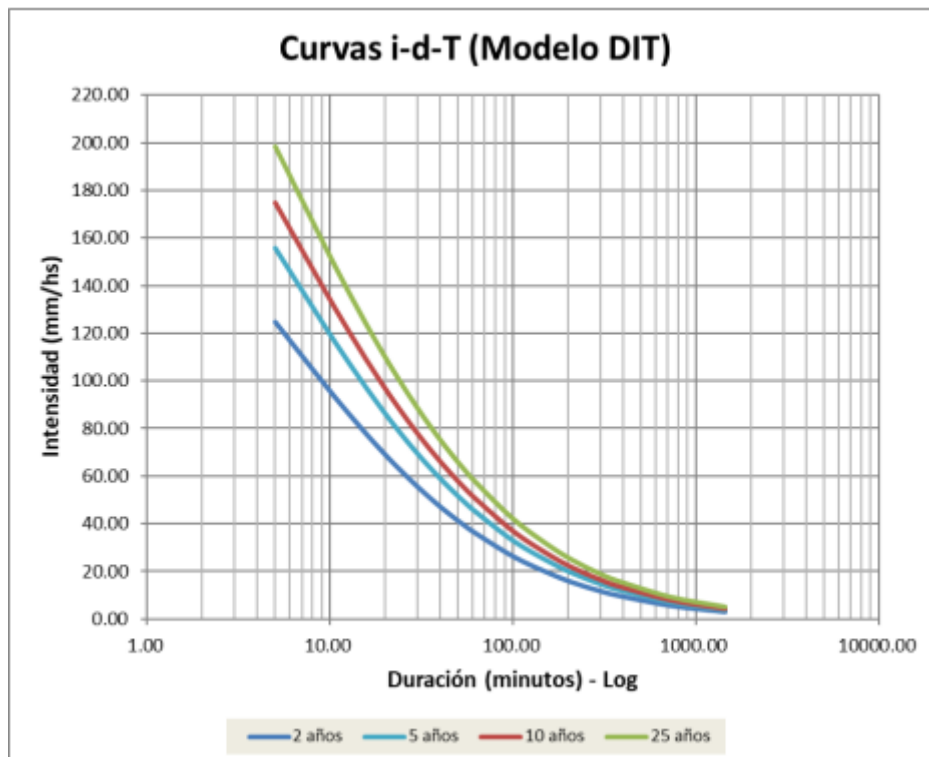


Figura 10: Curvas IDT.

La cuenca en estudio se desarrolla dentro del radio de influencia de las estaciones Villa María, en tal sentido, los parámetros A, B y C se obtuvieron al considerar la media y desvío de dicha estación.

Uno de los aspectos más importantes y a la vez más dificultosos de contemplar cuando se estiman los caudales generados por cuencas de dimensiones intermedias a grandes, es la variación espacial de las tormentas. Dicho de otro modo, en cuencas de gran extensión o de gran desarrollo longitudinal, es necesario considerar la baja probabilidad de que un evento de alta intensidad se produzca simultáneamente en toda el área de la cuenca.

Generalmente, son consideradas como cuencas intermedias y grandes cuando el área de la misma supera los 20 o 25 km<sup>2</sup>, en estos casos es posible reducir los valores puntuales en función del área considerada. Teniendo en cuenta que la cuenca en estudio posee un área considerablemente inferior, se desestima reducción de la lámina puntual. La cuenca cuenta con 2.7 km<sup>2</sup> de extensión, las recomendaciones que surgen de la bibliografía y experiencias académicas es que para cuencas mayores a 25 km<sup>2</sup> la intensidad de la lluvia disminuye a medida que la extensión de la cuenca crece.

En tal sentido se ha aplicado la metodología de Coeficiente de Decaimiento Areal (CoDA) desarrollado por el INA-CIRSA el cual para este caso en estudio no implica una reducción alguna de la lámina calculada.

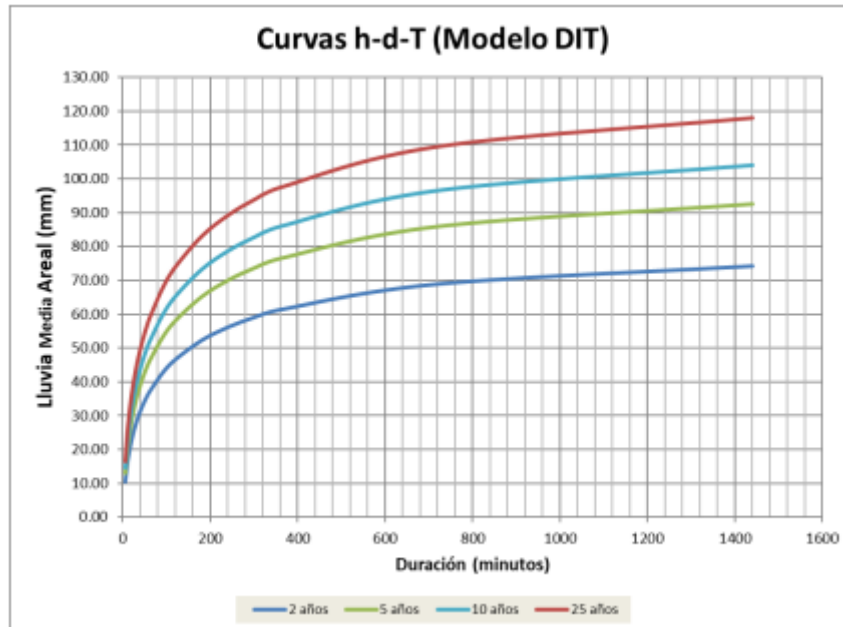


Figura 11: Curvas HDT.

#### Definición de criterios para funcionamiento

Las obras de drenaje rural/urbano persiguen dos objetivos bien definidos:

- Evacuar excedentes hídricos de eventos ordinarios (Recurrencias Bajas y Duraciones Cortas).
- Mitigar los anegamientos y otorgar una vía preferencial de salida ante los grandes volúmenes de agua que derivan de eventos extraordinarios (Lluvias de alto milimetraje y duración sostenida).

Las recurrencias usuales para obras de sistematización y recomendadas por la autoridad de aplicación son de 2 a 5 años, así y todo, al ser la cuenca que afecta a una localidad los caudales de aporte suelen deberse analizar con una recurrencia de hasta 10 años. Asimismo, al estar la zona influenciada por la existencia de 2 obras de infraestructura vial como lo son la RN N° 9 y el Ferrocarril NCA los análisis deben ampliarse a las recurrencias mínimas exigidas por las entidades con jurisdicción sobre las mismas siendo estas la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT). Para los casos de obras de drenaje Transversal se consideran las recurrencias de 25 y 50 años.

#### Hietogramas de precipitaciones

El conocimiento de la distribución temporal de tormentas intensas reviste gran importancia para la resolución de ciertos problemas hidrológicos, como el estudio de la escorrentía potencial de varios tipos de tormenta. La distribución temporal de las tormentas intensas es requerida como dato de entrada en los modelos de simulación lluvia-caudal, constituyendo un elemento determinante en la estimación del hidrograma de crecidas.

Para obtener los patrones de distribución temporal se tienen en cuenta, tres tipos de variables intervinientes en el problema: criterio de separación de tormentas, duración de la tormenta y ubicación

del pico (intervalo de mayor intensidad de la precipitación). El patrón temporal típico depende conjuntamente de la posición del pico y de la duración de la tormenta.

Se establecen los porcentajes de lámina precipitada dividiendo la duración de la tormenta en 6 intervalos (sextiles), de los cuales uno contiene el pico (de mayor intensidad) y los restantes decrecen en forma progresiva. La frecuencia de aparición de la posición del pico disminuye a medida que el patrón de tormenta se retrasa, es decir, que el patrón de lluvia con pico ubicado en el primer intervalo posee la mayor probabilidad de ocurrencia. Esta probabilidad decrece cuando el pico se ubica hacia los últimos sextiles o intervalos.

Para el caso en estudio se toma el Hietograma tipo del pluviógrafo correspondiente a estación Ceres. Para nuestro caso se considera la ubicación del pico en el segundo sextil como criterio conservador y más desfavorable ya que aporta mayor lamina precipitada como escurrimiento directo a la cuenca.

A continuación, se presentan los hietogramas de proyecto para la recurrencia de 2, 5 y 10 años para las obras de drenaje proyectadas.

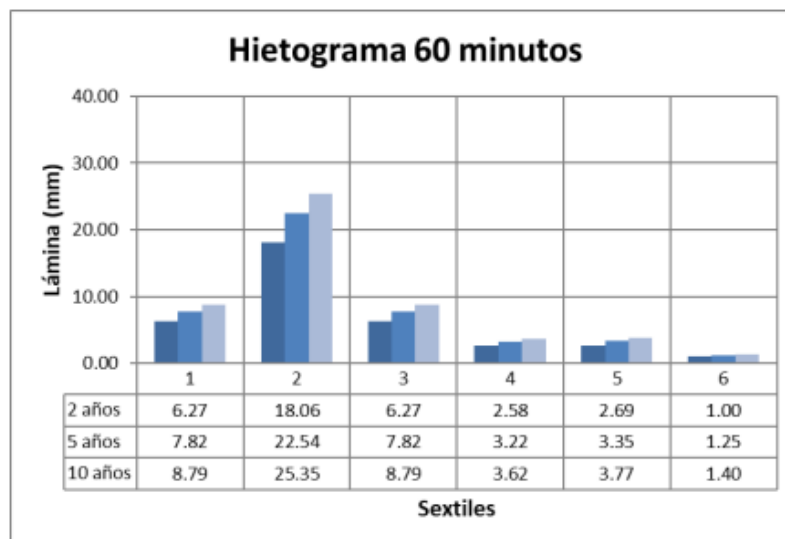


Figura 12: Hietograma 60 minutos.

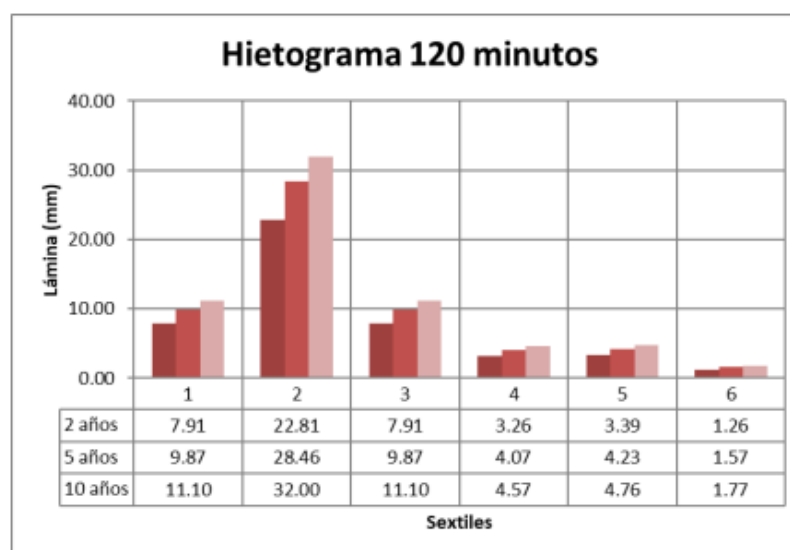


Figura 13: Hietograma 120 minutos.



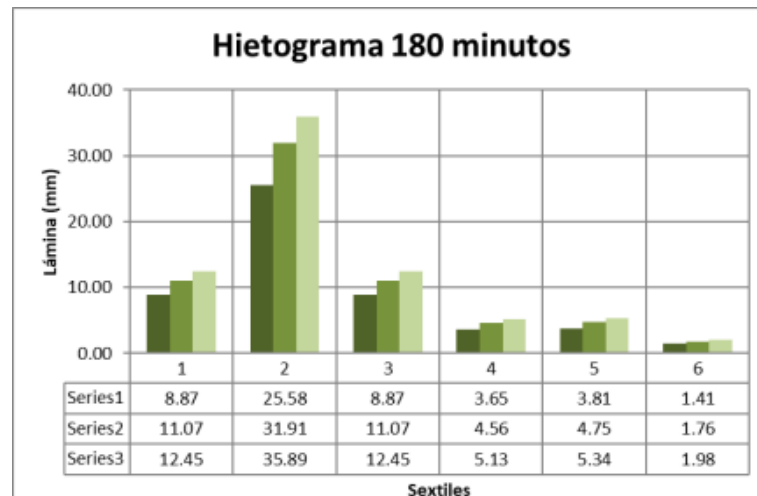


Figura 14.: Hietograma 180 minutos.

### Estimación de caudales

Proceso de transformación lluvia caudal:

El proceso mediante el cual la precipitación ocurrida sobre una cuenca deviene en escurrimiento superficial se denomina Transformación Lluvia-Caudal. El mismo consta de una combinación de dos funciones, una Función de Producción y una Función de Transferencia.

Función de producción:

La Función de Producción define qué porcentaje del total de la precipitación que escurre superficialmente, es decir, determina la precipitación efectiva. Existen diversos métodos para determinar esta precipitación efectiva, por ejemplo, el método del Índice  $\Phi$ , Horton, Green y Ampt, Coeficiente de Escorrentía (C o E), Soil Conservation Service (CN), etc. Siendo estos últimos los más usados.

La hipótesis del método del Soil Conservation Service (SCS) consiste en que la relación entre la lámina de lluvia efectiva ( $P_e$ ) y la lámina precipitada total ( $P-I_a$ ) es igual a la relación entre la lámina total retenida por la cuenca ( $F_a$ ) y la máxima retención potencial ( $S$ ), es decir:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Suponiendo relaciones entre los términos de la misma, se llega a la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Esta, es la ecuación básica para el cálculo de escorrentía directa de una tormenta, utilizando el método del SCS.

La relación entre  $P$  y  $P_e$  está representada por curvas para las cuales se define un número adimensional CN, tal que  $0 \leq CN \leq 100$ . Para superficies impermeables y superficies de agua,  $CN = 100$ ; para superficies naturales,  $CN < 100$ .

El número de curva y  $S$  se relacionan por:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Los números de curva han sido tabulados por el SCS con base en el grupo hidrológico del suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos hidrológicos de suelo:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas pocas profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Los valores de CN para diferentes condiciones de usos de la tierra se observan en la Tabla 3.

Descripción del Uso de la Tierra	Grupo Hidrológico del Suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: Sin tratamientos de conservación	68	79	86	89
Con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial:				
Tamaño promedio del lote				
% promedio impermeable				
1/8 acre o menos	65			
1/4 acre	38			
1/3 acre	30			
1/2 acre	25			
1 acre	20			
Estacionamientos pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Tabla 3: Número de Curva (Soil Conservation Service).

Los Suelos típicos del lugar son profundos de textura limo-arenosa y con presencia de loess (estructura limosa, suelos depositados por el viento). Estos suelos pertenecen al grupo hidrológico situado entre los tipos A o B. Puede asumirse un valor de CN 62 a 71 en las áreas rurales cultivadas con tratamiento de conservación y CN 77 a 85 en áreas urbanizadas. A los fines del cálculo para el presente proyecto se adoptaron valores de CN=62 para las cuencas rurales y CN=80 para las cuencas urbanas.

Función de transferencia:

La Función de Transferencia define cómo se transporta ese volumen (la precipitación efectiva) a través de la cuenca, es decir, determina el hidrograma a la salida de la cuenca, provocado por una precipitación efectiva. En la actualidad, existen diferentes métodos para la obtención de los caudales de proyecto, los más usuales son el Método Regional Generalizado Modificado (MRG) y el modelo HEC-HMS, sus usos varían en función de su rango de aplicabilidad.

#### Modelo HEC-HMS

En cuanto al otro modelo empleado para la simulación hidrológica se menciona el Sistema de Modelación Hidrológica (HMS) desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (HEC) en Davis, California.

Este modelo tiene una gran difusión en el medio técnico profesional vinculado a la hidrología, por lo que su utilización constituye prácticamente una forma de estandarizar resultados y procedimientos de modelaciones a fin de su rápida comparación. Se trata de un modelo hidrológico de tipo concentrado.

El planteamiento del modelo consiste en esquematizar conceptualmente el sistema hidrológico en estudio, poniendo de manifiesto los procesos involucrados en el fenómeno de transformación lluvia-caudal mediante la simplificación de la realidad.

La ejecución de una simulación con el programa operativo HEC-HMS (Versión 4.2.1) requiere de las siguientes especificaciones:

- El primer conjunto, llamado Modelo de Cuenca (Basin Model), contiene parámetros y datos conectados para elementos hidrológicos.
- El segundo conjunto, llamado Modelo Meteorológico, consiste en una serie de datos meteorológicos, en especial precipitación y de la información requerida para procesarlos.
- El tercer conjunto, llamado Especificaciones de Control, con el cual se especifica información para efectuar la simulación.

Para el proceso de transformación lluvia-caudal se seleccionó la metodología basada en el hidrograma adimensional del SCS. Las pérdidas de lámina por infiltración serán calculadas por el programa con base en el método de abstracciones desarrollado por el SCS, el cual fue descrito y desarrollado anteriormente.

En la Figura 15 se muestra el esquema de implementación del modelo. Se han considerado 2 cuencas rurales Sc01 y Sc02 y 2 cuencas urbanas Urb.1 y Urb.2:



*Figura 15: Esquema de modelación HEC-HMS.*

A diferencia del modelo MRG, el modelo HMS puede considerar la distribución temporal de la lluvia, que por ejemplo en la provincia de Córdoba y en particular en la zona de sierras, si uno dividiese el tiempo de duración de la precipitación en 6 intervalos, en la mayoría de los casos se da con un pico de intensidad en el segundo sextil. Otro aspecto que considera el modelo es el decaimiento de la tasa de infiltración en función del tiempo transcurrido de lluvia. Estos 2 fenómenos son mayormente

representativos en cuencas con tiempos de concentración más largos y cuencas de extensión media a grande, como el caso de las 2 cuencas rurales en estudio.

Resultados hidrológicos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos. En la Tabla 4 se listan los caudales para TR 2, 5 y 10 años, para las precipitaciones de 120, 180 y 360 minutos, discriminando los caudales obtenidos para Tramo Urbano 1, Tramo Urbano 2 y Tramo Rural. En la Figura 16 a Figura 24 se pueden observar los hidrogramas resultantes para cada tramo.

Caudales	Precipitación 60min			Precipitación 120min			Precipitación 180min		
	2 años	5 años	10 años	2 años	5 años	10 años	2 años	5 años	10 años
Tramo Urbano 1 Alc. FFCC y RN Nº 9	0.50	1.04	1.50	0.83	1.65	2.31	0.93	1.84	2.56
Tramo Urbano 2	0.55	1.12	1.59	0.91	1.78	2.46	1.02	1.98	2.71
Tramo Rural	0.57	1.25	1.84	1.12	2.29	3.22	1.33	2.61	3.59

Tabla 4: Resumen de Caudales Simulados obra de Sistematización

Caudales	Precipitación 180min	
	25 años	50 años
Alc. FFCC y RN Nº 9	3.5	4.3

Tabla 5: Resumen de Caudales Simulados Alcantarillas

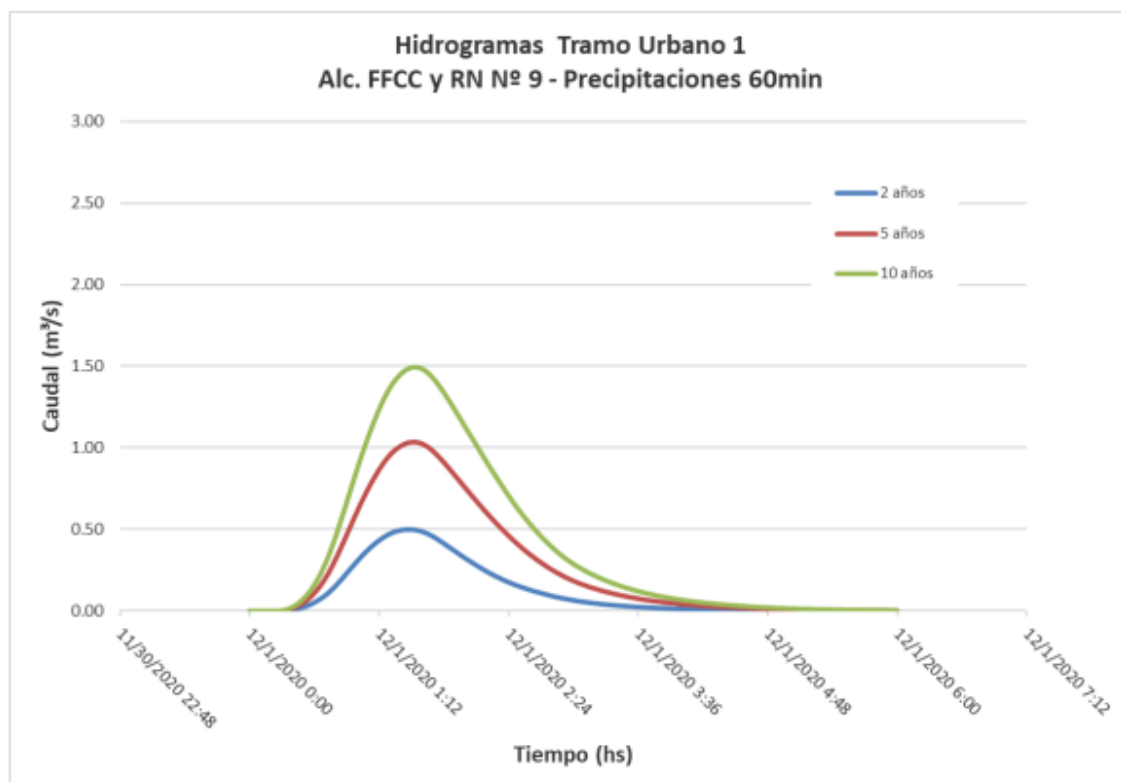


Figura 16: Hidrogramas Tramo 1 - para eventos de 60 minutos



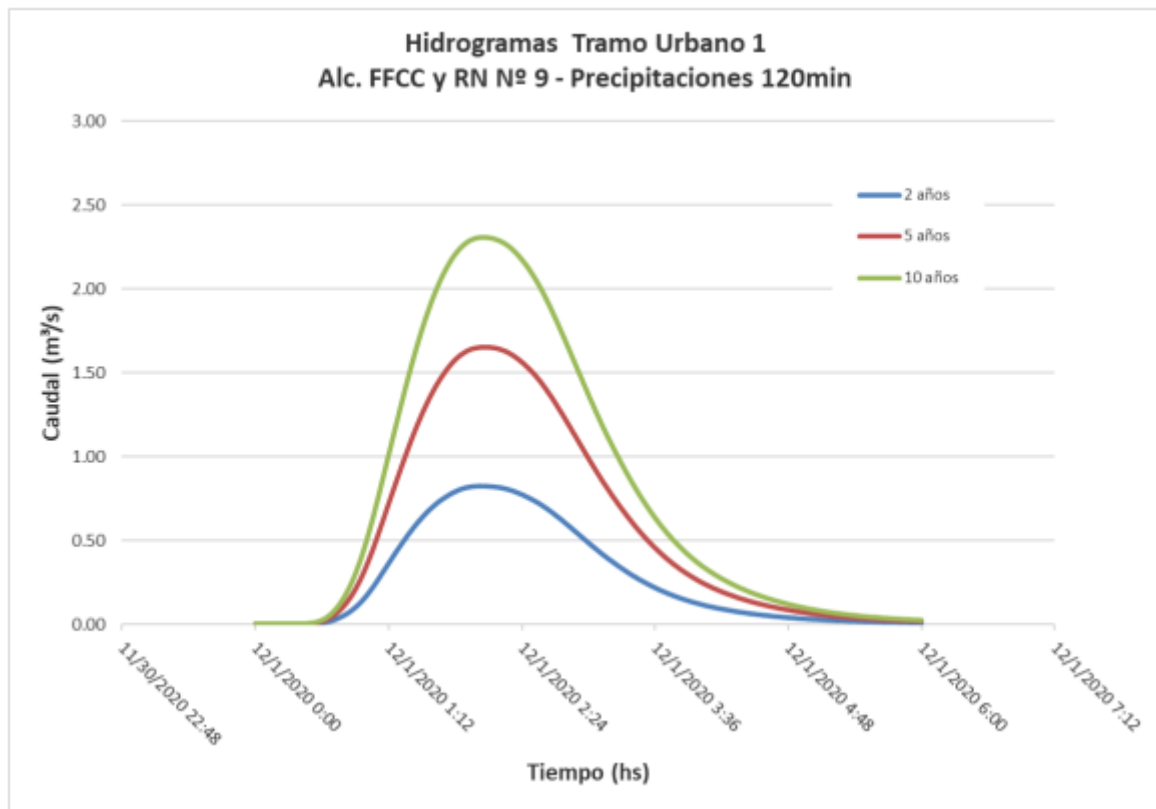


Figura 17: Hidrogramas Tramo 1 - para eventos de 120 minutos

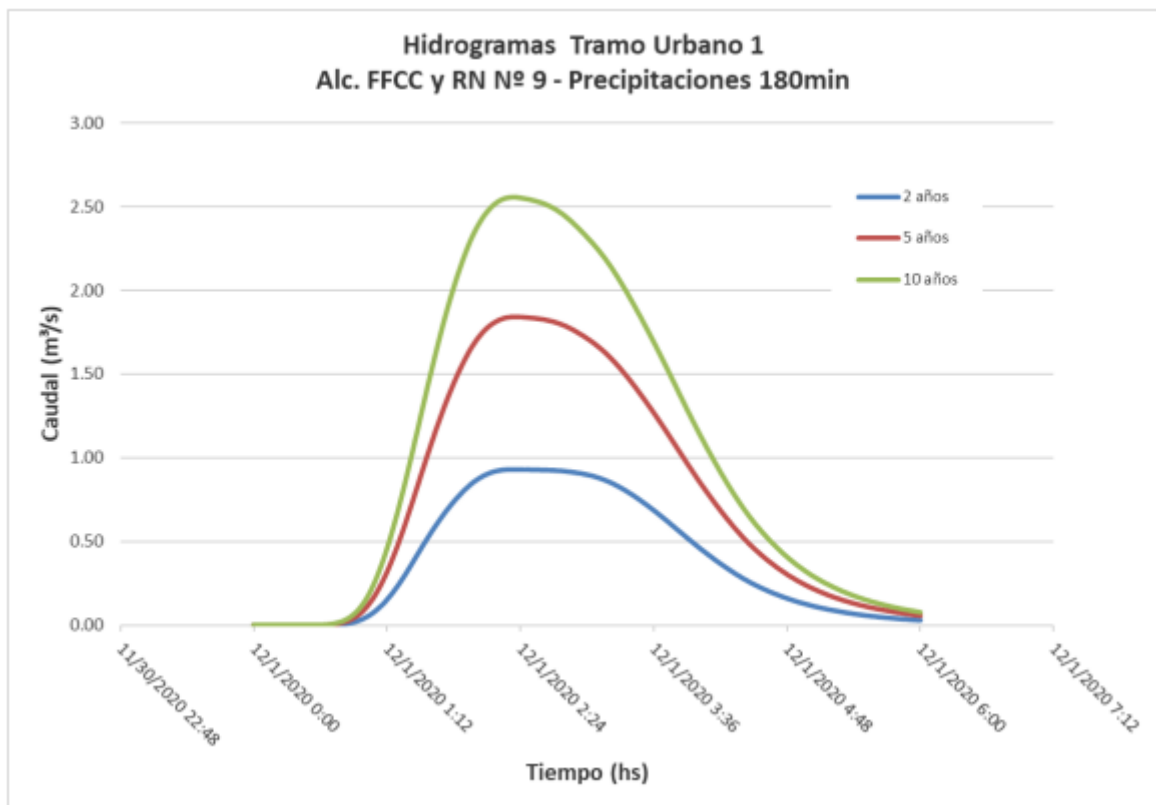


Figura 18: Hidrogramas Tramo 1 - para eventos de 180 minutos

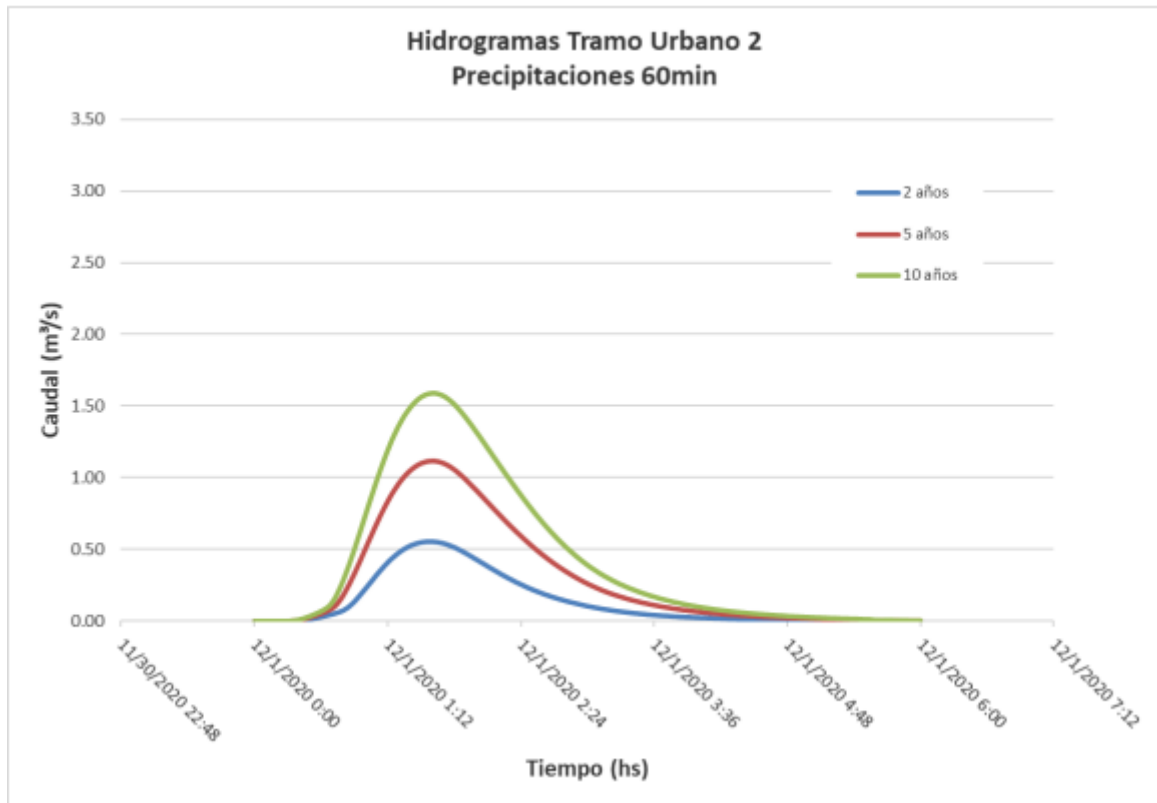


Figura 19: Hidrogramas Tramo 2 - para eventos de 60 minutos

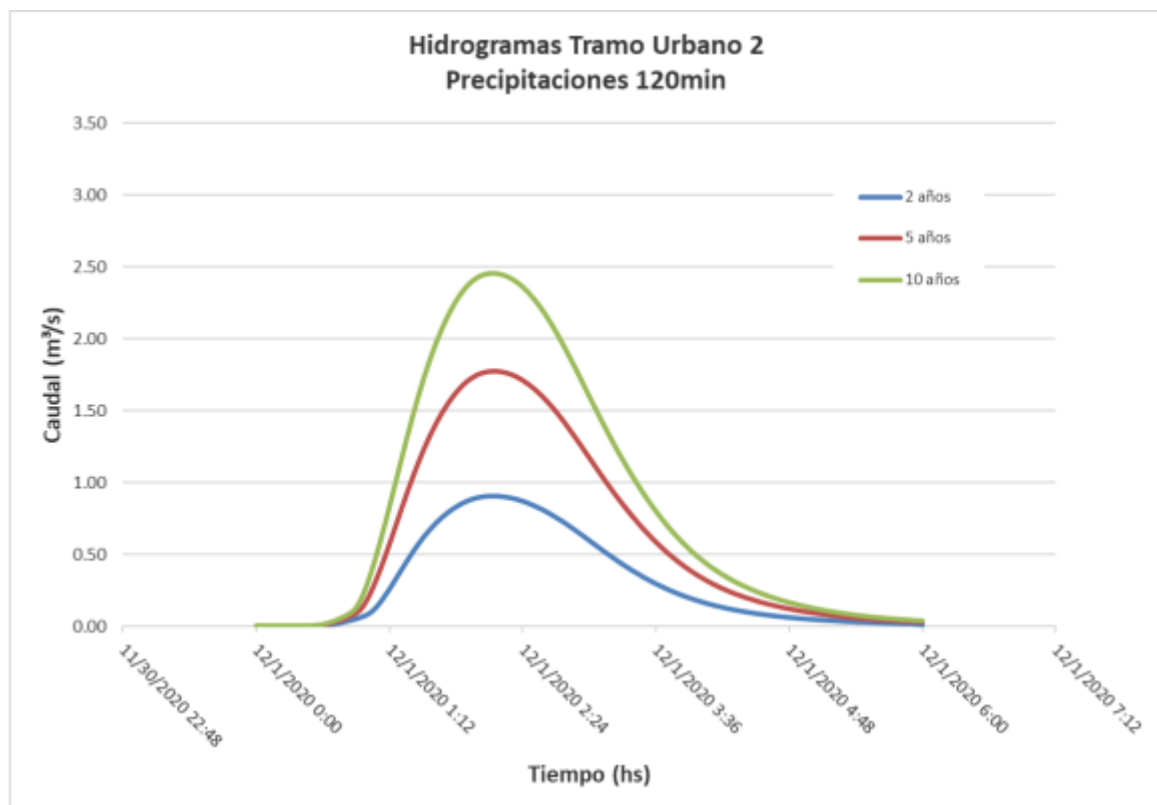


Figura 20: Hidrogramas Tramo 2 - para eventos de 120 minutos

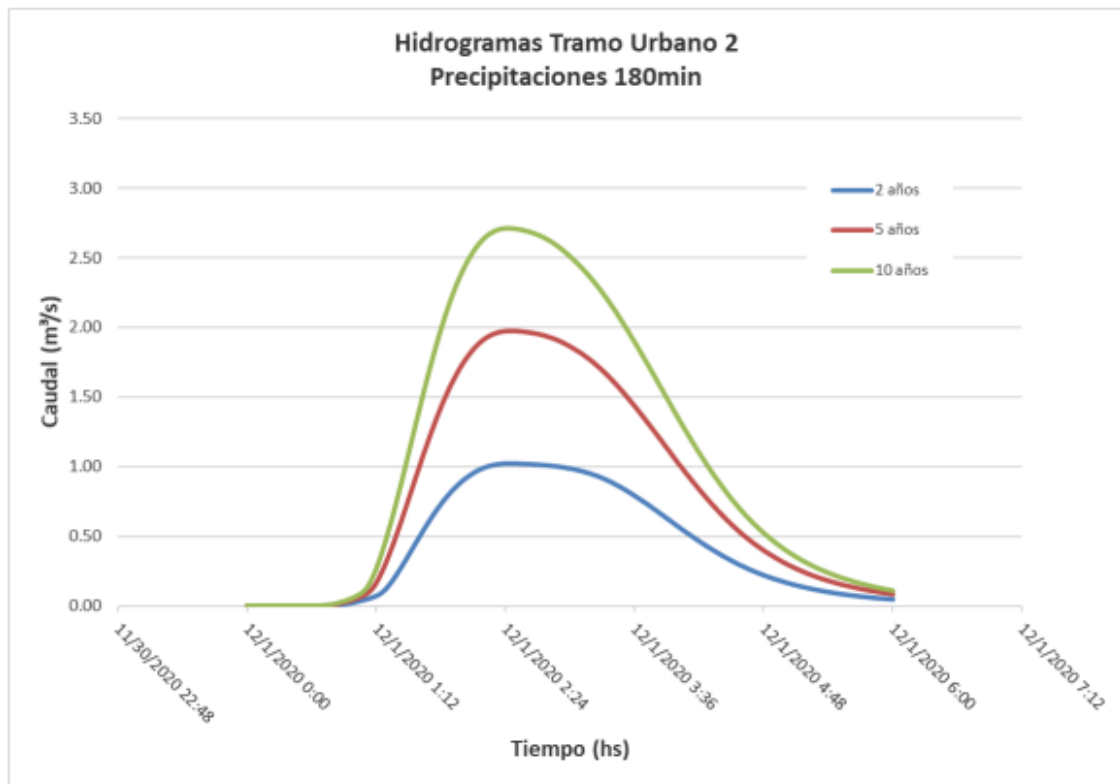


Figura 21: Hidrogramas Tramo 2 - para eventos de 180 minutos

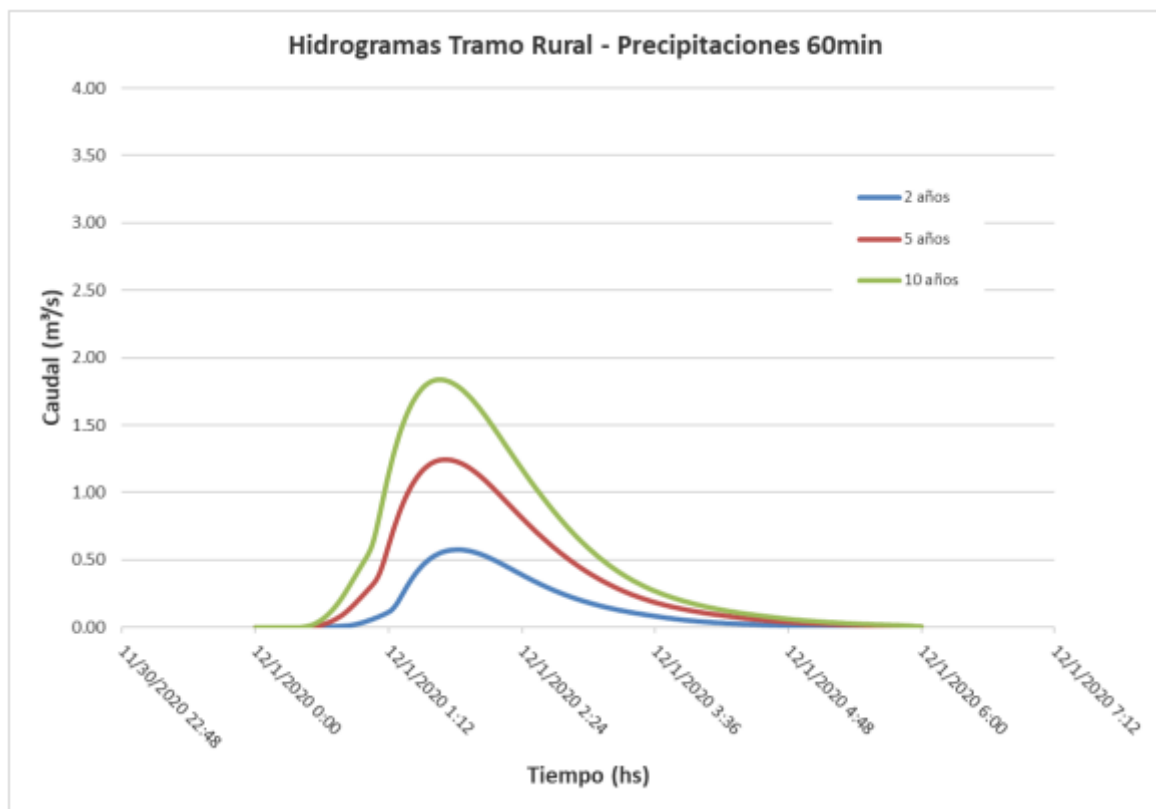


Figura 22: Hidrogramas Tramo 3 - para eventos de 60 minutos

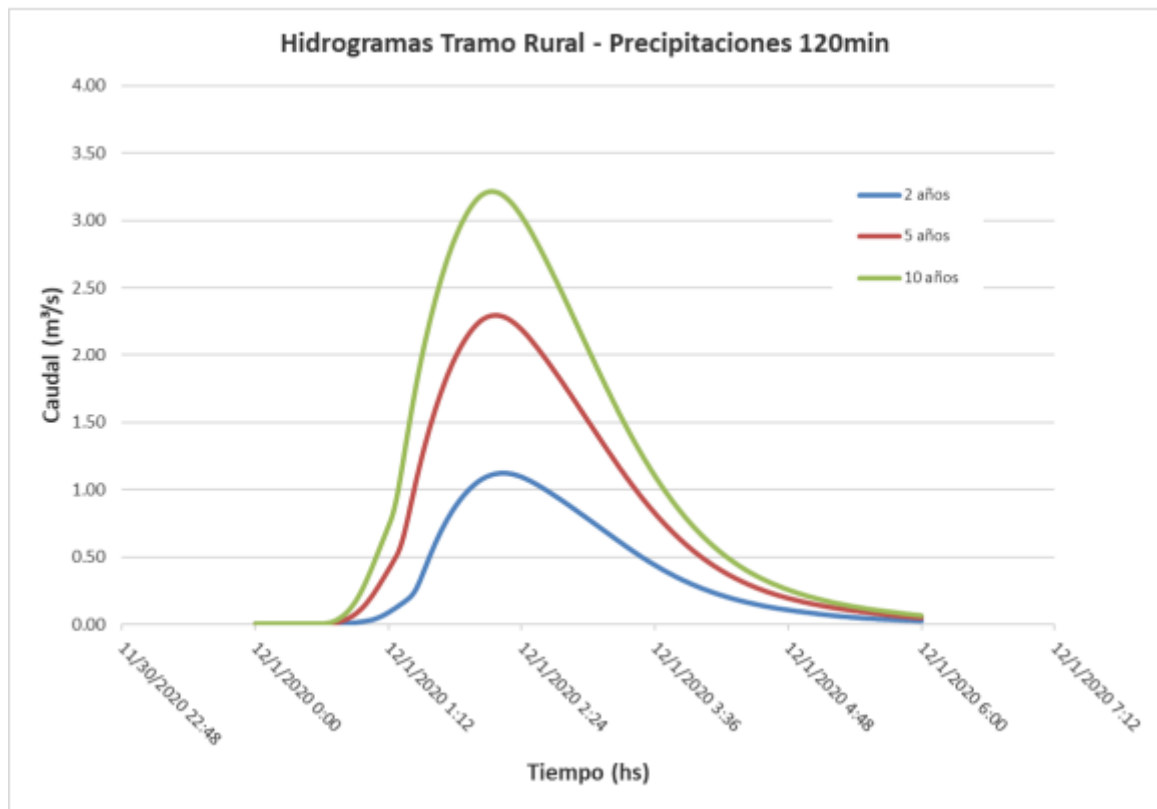


Figura 23: Hidrogramas Tramo 3 - para eventos de 120 minutos

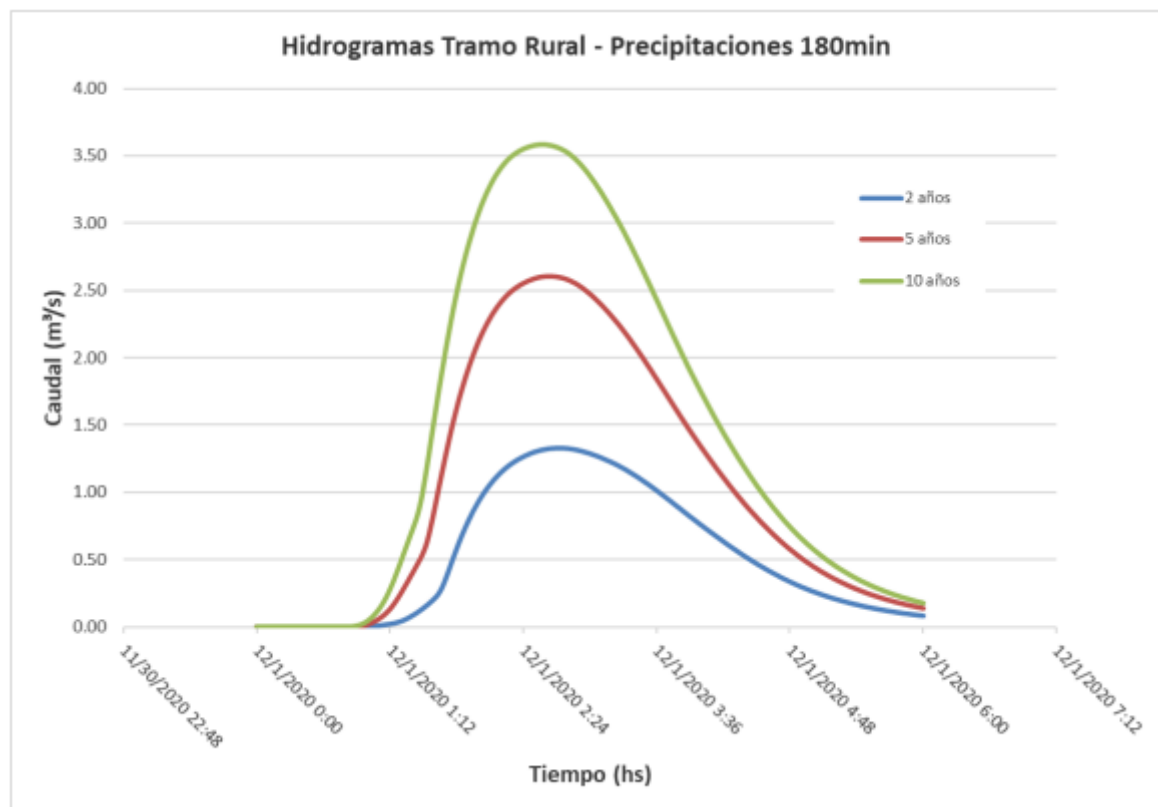


Figura 24: Hidrogramas Tramo 3 - para eventos de 180 minutos

## 2.2 Obras a ejecutar

De acuerdo a los resultados obtenidos en los modelos hidrológicos se dimensionará la obra de sistematización y se proyectaran las obras de cruce.

El sistema de obras de drenaje planteado en el estudio se puede resumir en los siguientes ítems:

- Entubado subterráneo en una longitud de 320 metros sobre la vereda norte de la calle Jujuy, el cual contará con bocas de tormenta para el ingreso del agua de lluvia.
- Canal a cielo abierto desde la desembocadura del entubado, hasta el arroyo Las Mojarras, con su primer tramo sobre propiedad Lactodan S.A. y el segundo tramo sobre la cuneta del tramo de ruta República Argentina.
- Alcantarillas Transversales (rectas) en intersección con Ferrocarril y Ruta Nacional N° 9.

Las conducciones que se encuentran en el proyecto se dimensionarán a través del software SWMM con la metodología de ruteo de la onda dinámica a los fines de simular de la mejor forma el funcionamiento del entubado en el primer tramo. En general, el resto de las estructuras se dimensionan como canales a cielo abierto. Por lo tanto, para el cálculo de la sección de escurrimiento se adopta con la ecuación de Manning (canales en régimen permanente).

La ecuación de Manning se expresa a continuación:

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

Donde V es la velocidad expresada en m/s, n es el coeficiente de rugosidad de Manning, S es la pendiente del canal y R el radio hidráulico de la sección de canal.

El método calcula el tirante normal para una sección definida, para un caudal de diseño asignado considerando que el flujo es a pelo libre, sin mayores presiones que la presión hidrostática.

El programa EPA-SWMM (Storm Water Management Model) fue elaborado por la US EPA (U.S. Environmental Protection Agency). Este modelo permite interpretar el comportamiento hidráulico de sistema a régimen libre y con presión en conjunto y su respuesta hidrodinámica.

Esto es posible ya que dentro de sus módulos de transporte posee un modelo de onda dinámica. El modelo de transporte de la Onda Dinámica (Dynamic Wave Routing) resuelve las ecuaciones completas unidimensionales de Saint Venant y por tanto teóricamente genera los resultados más precisos. Estas ecuaciones suponen la aplicación de la ecuación de continuidad y de cantidad de movimiento en las conducciones y la continuidad de los volúmenes en los nudos. Con este tipo de modelo de transporte es posible representar el flujo presurizado cuando una conducción cerrada se encuentra completamente llena, de forma que el caudal que circula por la misma puede exceder del valor de caudal a tubo completamente lleno obtenido mediante la ecuación de Manning. Las inundaciones ocurren en el sistema cuando la profundidad (calado) del agua en los nudos excede el valor máximo disponible en los mismos. Este exceso de caudal bien puede perderse o bien puede generar un estancamiento en la parte superior del nudo y volver a entrar al sistema de saneamiento posteriormente. El modelo de transporte de la Onda Dinámica puede contemplar efectos como el almacenamiento en los conductos, los resaltes hidráulicos, las pérdidas en las entradas y salidas de los pozos de registro, el flujo inverso y el flujo presurizado.

Se trata del método de resolución adecuado para sistemas en los que los efectos de resalto hidráulico, originados por las restricciones del flujo aguas abajo y la presencia de elementos de regulación tales como orificios y vertederos, sean importantes. Durante el cálculo SWMM reduce automáticamente el incremento de tiempo de cálculo máximo definido por el usuario si es necesario para mantener la estabilidad numérica del análisis.

Las alcantarillas se verificarán mediante la utilización del modelo computacional HY-8 desarrollado por la Federal High Way Administration (FHWA) de los Estados Unidos, que permite el análisis de estructuras hidráulicas de alcantarillas realizando los cálculos tanto para control de entrada como para control de salida para los caudales de diseño.



### Dimensionado de alcantarillas

El proyecto de sistematización tiene en cuenta la colocación de nuevas alcantarillas tanto en el cruce del Ferrocarril como así también en el cruce con la RN N°9. Dada la cercanía de las alcantarillas, los caudales son los mismos en ambos casos, independientemente de esto, se dimensionarán separadamente ya que la tipología de alcantarillas para ferrocarriles y ruta son diferentes. En este sentido, se utilizará para todos los casos alcantarillas tipo pórtico, pudiéndose utilizar alcantarillas premoldeadas del tipo de las desarrolladas por Juan Carlos Lenta e Hijos S.R.L. o similar.

#### Alcantarilla de cruce ferrocarril

Dada la importancia de la vía a atravesar, siendo esta la vía del ferrocarril, se dimensionará esta alcantarilla para la crecida resultante de la precipitación de TR 25 años. En este sentido se dimensionará para la precipitación de 180 minutos y se verificará su funcionamiento para la precipitación de igual duración y TR 50 años.

- Estructura: Módulo tipo pórtico ferroviario Juan Carlos Lenta e Hijos S.R.L. o similar.
- Ancho L (m): 1.50m.
- Altura H (m): 1.20m.
- Cantidad de vanos: 2.
- Muros de Ala 35° - 75°.
- Rugosidad: 0.014 (Hormigón de platea).
- Pendiente: Se adopta pendiente constructiva de 0.11%.

De acuerdo a los parámetros de la alcantarilla y considerando los resultados hidrológicos, se modela la alcantarilla para un caudal de 3.50 m<sup>3</sup>/s para la recurrencia TR 25 años y 180 minutos (Tabla 6 y Figura 25) y se verifica para un caudal de 4.30 m<sup>3</sup>/s para la recurrencia TR 50 años y 180 minutos (Tabla 7 y Figura 26).

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
11.09	3.00	3.00	0.00	1
11.12	3.13	3.13	0.00	1
11.14	3.26	3.26	0.00	1
11.17	3.39	3.39	0.00	1
11.19	3.50	3.50	0.00	1
11.22	3.65	3.65	0.00	1
11.24	3.78	3.78	0.00	1
11.27	3.91	3.91	0.00	1
11.29	4.04	4.04	0.00	1
11.32	4.17	4.17	0.00	1
11.35	4.30	4.30	0.00	1
12.45	7.94	7.94	0.00	Overtopping

Tabla 6: Alcantarilla Ferrocarril, caudal 3.50m<sup>3</sup>/s, TR 25 años.

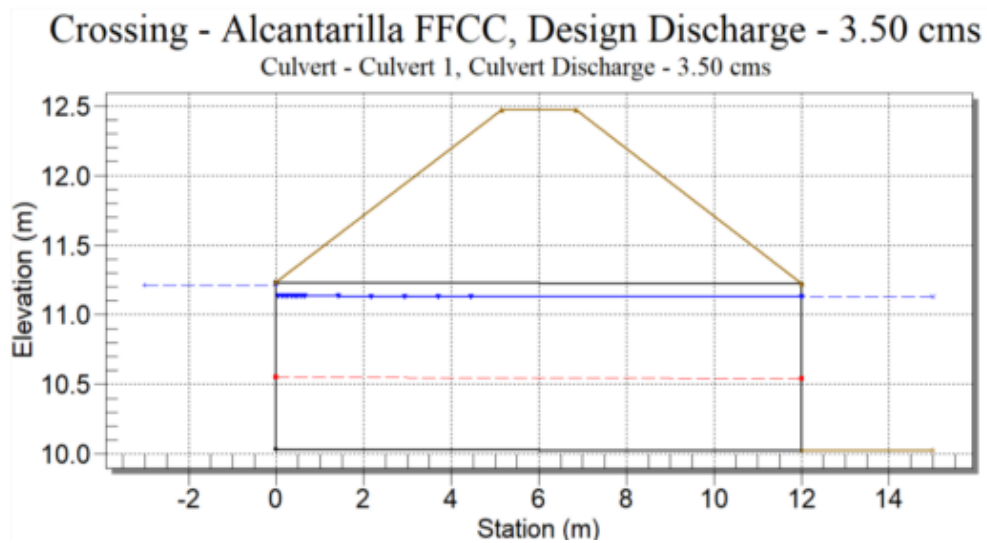


Figura 25: Alcantarilla Ferrocarril, caudal 3.50m<sup>3</sup>/s, TR 25 años

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
11.29	4.00	4.00	0.00	1
11.31	4.10	4.10	0.00	1
11.33	4.20	4.20	0.00	1
11.35	4.30	4.30	0.00	1
11.37	4.40	4.40	0.00	1
11.39	4.50	4.50	0.00	1
11.41	4.60	4.60	0.00	1
11.43	4.70	4.70	0.00	1
11.45	4.80	4.80	0.00	1
11.47	4.90	4.90	0.00	1
11.50	5.00	5.00	0.00	1
12.45	8.54	8.54	0.00	Overtopping

Tabla 6: Alcantarilla Ferrocarril, caudal 4.30m<sup>3</sup>/s, TR 50 años.

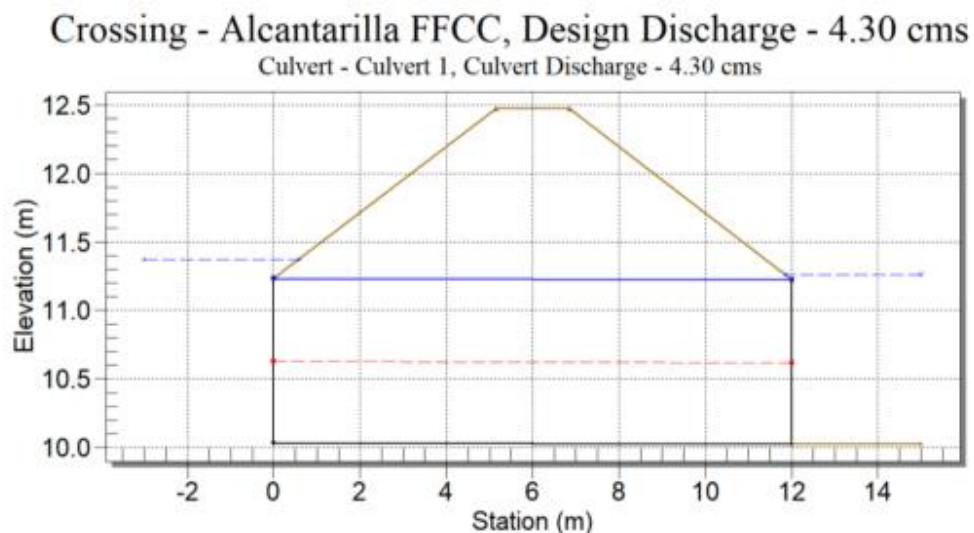


Figura 26: Alcantarilla Ferrocarril, caudal 4.30m<sup>3</sup>/s, TR 50 años

De lo observado anteriormente, se puede concluir que para garantizar el paso de las crecidas correspondientes a las precipitaciones de tiempo de retorno 25 años, sin ahogar el ingreso a la misma, se deben instalar dos alcantarillas tipo pórtico de 1.50 metros de ancho por 1.20 metros de alto. Se verifica que, para la precipitación de 50 años de tiempo de retorno, en el pico del hidrograma, el tirante de aguas arriba solo llega a sobrepasar el techo de la alcantarilla en 0.15 metros, con lo cual no se compromete el coronamiento del terraplén y por consiguiente la vía férrea.

#### Alcantarillas Sobre Caminos Públicos – Red Vial Nacional

Dada la importancia de la vía a atravesar, siendo esta la RN N° 9, se dimensionará esta alcantarilla para la crecida resultante de la precipitación de TR 25 años. En este sentido se dimensionará para la precipitación de 180 minutos y se verificará su funcionamiento para la precipitación de igual duración y TR 50 años.

Se podrá utilizar la alcantarilla tipo de vialidad nacional O-41211 Modificada o módulos tipo pórtico de H° A° prefabricado aprobados por la autoridad de aplicación asentados sobre material granular de 50cm de espesor fuertemente compactado con cabezales, platea y diente ejecutados In-Situ.

- Estructura: O-41211 Modificada o Módulo tipo pórtico Lenta e Hijos S.R.L. o similar.
- Ancho L (m): 1.50m.
- Altura H (m): 1.20m.
- Cantidad de vanos: 2.
- Muros de Ala 35° - 75°.
- Rugosidad: 0.014 (Hormigón de platea).
- Pendiente: Se adopta pendiente constructiva de 0.11%.

De acuerdo a los parámetros de la alcantarilla y considerando los resultados hidrológicos, se modela la alcantarilla para un caudal de 3.50 m<sup>3</sup>/s para la recurrencia TR 25 años (Tabla 8 y Figura 27) y se verifica para un caudal de 4.30 m<sup>3</sup>/s para la recurrencia TR 50 años (Tabla 9 y Figura 28) utilizando para ambos casos la precipitación de 180 minutos.

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
11.09	3.00	3.00	0.00	1
11.12	3.13	3.13	0.00	1
11.15	3.26	3.26	0.00	1
11.17	3.39	3.39	0.00	1
11.19	3.50	3.50	0.00	1
11.22	3.65	3.65	0.00	1
11.25	3.78	3.78	0.00	1
11.27	3.91	3.91	0.00	1
11.30	4.04	4.04	0.00	1
11.33	4.17	4.17	0.00	1
11.35	4.30	4.30	0.00	1
12.70	8.89	8.89	0.00	Overtopping

Tabla 8: Alcantarilla RN N° 9, caudal 3.50m<sup>3</sup>/s, TR 25 años.

### Crossing - Alcantarilla Ruta, Design Discharge - 3.50 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 3.50 cms

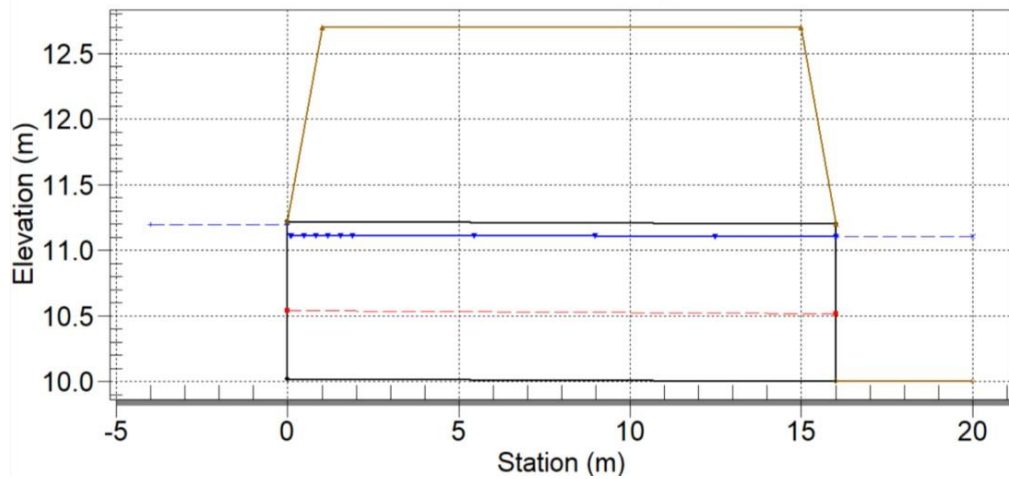


Figura 27: Alcantarilla RN° 9, caudal 3.50m<sup>3</sup>/s, TR 25 años.

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
11.29	4.00	4.00	0.00	1
11.31	4.10	4.10	0.00	1
11.33	4.20	4.20	0.00	1
11.35	4.30	4.30	0.00	1
11.37	4.40	4.40	0.00	1
11.40	4.50	4.50	0.00	1
11.42	4.60	4.60	0.00	1
11.44	4.70	4.70	0.00	1
11.46	4.80	4.80	0.00	1
11.48	4.90	4.90	0.00	1
11.50	5.00	5.00	0.00	1
12.70	9.31	9.31	0.00	Overtopping

Tabla 9: Alcantarilla RN N° 9, caudal 4.30m<sup>3</sup>/s, TR 50 años

### Crossing - Alcantarilla Ruta, Design Discharge - 4.30 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 4.30 cms

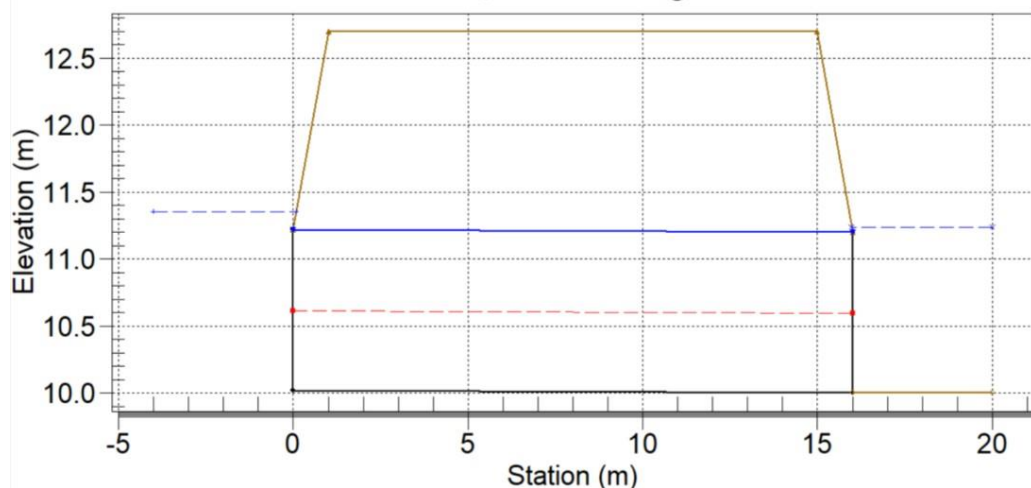


Figura 28: Alcantarilla caminos públicos, caudal 6.80m<sup>3</sup>/s, TR 5 años.

De lo anterior se desprende que para los caudales generados por la precipitación de TR 25 años, la alcantarilla funciona correctamente, sin funcionar de manera ahogada. Para la precipitación de TR 50 años, la capacidad de la alcantarilla se ve excedida para el caudal pico, sin embargo, el tirante de aguas arriba solo llega a sobrepasar el techo de la alcantarilla en 0.15 metros, con lo cual no se compromete el coronamiento del terraplén y por consiguiente la Ruta Nacional N° 9.

### **Obra de sistematización**

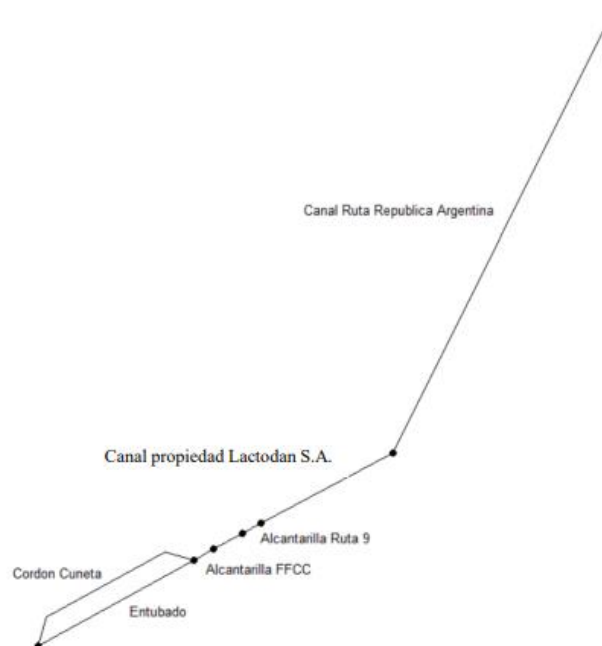
De acuerdo a lo determinado en el estudio hidrológico, se identifican dos cuencas dentro de la cuenca total de la sistematización bajo estudio. La primera cuenca tiene su sección de aforo en la alcantarilla de cruce de la Ruta Nacional N° 9 y la segunda cuenca abarca el área desde la ruta hasta la desembocadura en el Arroyo Las Mojarras. A su vez, cada cuenca se divide en dos subcuencas, diferenciando el aporte del área urbana y el aporte de la zona rural. Por esta razón se evaluarán las secciones de canal para ambos casos, a fin de compatibilizar los caudales con las secciones a ejecutar.

Para el dimensionado de las secciones de canalización, se tomaron los valores de caudales para las precipitaciones de 60, 120 y 180 minutos. Desde este punto de vista, se tomará como criterio límite de la sección la suficiente para contener la crecida correspondiente a 5 años de tiempo de retorno. Así mismo, se prestará atención principalmente al funcionamiento del entubado, ya que será el limitante en el funcionamiento integral del sistema.

Cabe destacar, que, dadas las características de la región, la precipitación de 120 minutos es la más representativa por lo tanto se presentarán los resultados para la misma. En este sentido y centrándose en el tramo entubado, se pretenderá que para la precipitación de TR 2 años, el entubado funcione completo y que el escurrimiento por cordón cuneta sea menor. También, se deberá verificar que para la tormenta de TR 5 años, se completen los cordones cunetas, y para la precipitación de TR 10 años, se podrá aceptar un tirante mayor, quedando contenido en la calle sin que afecte a las viviendas del sector.

El dimensionado de las secciones de canales entonces se dividirá en tres tramos, considerando la primera sección dentro de la primera cuenca, y las secciones dos y tres en la segunda cuenca. El esquema de modelación del software SWMM se muestra en la figura 29. Se diferencian los tres tramos.

- Tramo 1, Entubado subterráneo y cordones cuneta de la calle Jujuy.
- Tramo 2, Canal a cielo abierto en propiedad Lactodan S.A.
- Tramo 3, Canal a cielo abierto en cuneta de ruta República Argentina.



*Figura 29: Esquema de modelación SWMM.*



### Dimensionado tramo 1 entubado subterráneo

El primer tramo, correspondiente al entubado subterráneo comienza en la intersección de la calle Jujuy y Ayacucho y termina luego antes de llegar a las vías del ferrocarril, transitando por la vereda norte de la calle Jujuy. Como pendiente general de este tramo se obtiene un valor de 0.24%.

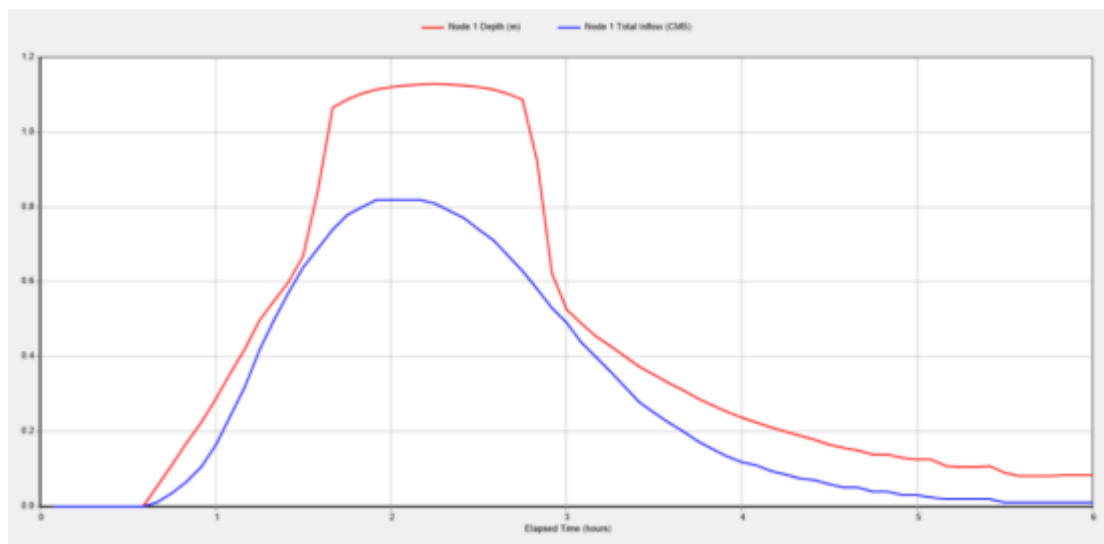
A los fines del modelo, se toman los siguientes parámetros.

- Sección, circular
- Diámetro,  $D = 0.80$  m ( $L=250$ m) y Sección  $1.20$ m x  $0.80$ m ( $L=75$ m)
- Pendiente longitudinal,  $i = 0.24\%$
- Coeficiente de Manning,  $n = 0.013$

Así mismo, y paralelamente al entubado, se modela un canal que representa la calzada de la calle, con los siguientes parámetros.

- Sección, irregular con la forma de la calzada representando cordón cuneta y gálibo.
- Ancho de calzada,  $B = 12.00$  m
- Pendiente longitudinal,  $i = 0.24\%$
- Coeficiente de Manning,  $n = 0.013$

De acuerdo a los parámetros del canal y considerando los resultados hidrológicos, se modela tramo introduciendo el hidrograma para la recurrencia TR 2 años (Figura 30) para la recurrencia TR 5 años (Figura 31) y para la recurrencia de TR 10 años (Figura 32). Es interesante observar el punto de ingreso del hidrograma en el inicio del entubado.



*Figura 30: Hidrograma y Alturas en inicio de entubado, TR 2 años.*

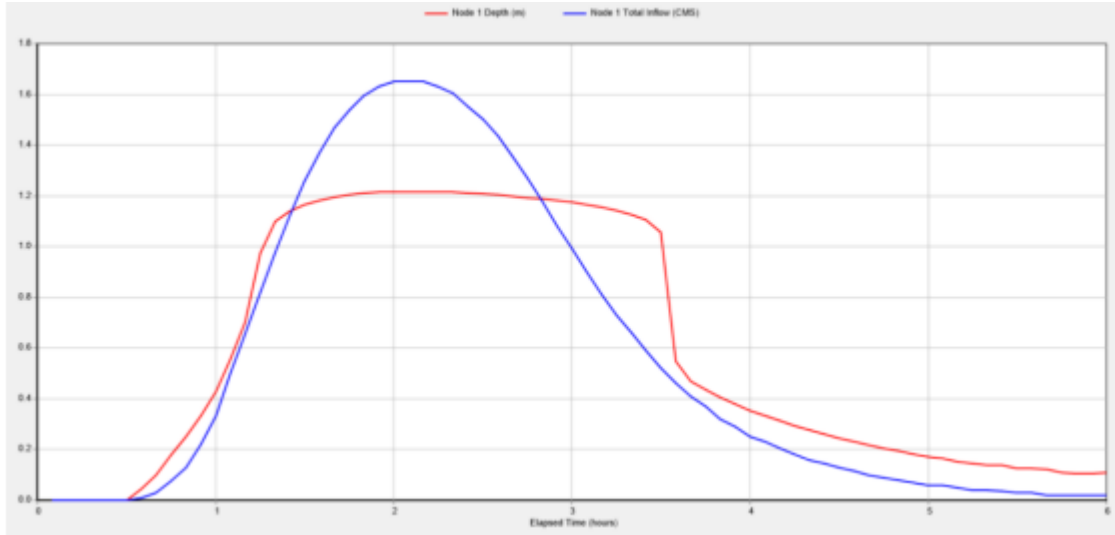


Figura 31: Hidrograma y Alturas en inicio de entubado, TR 5 años.

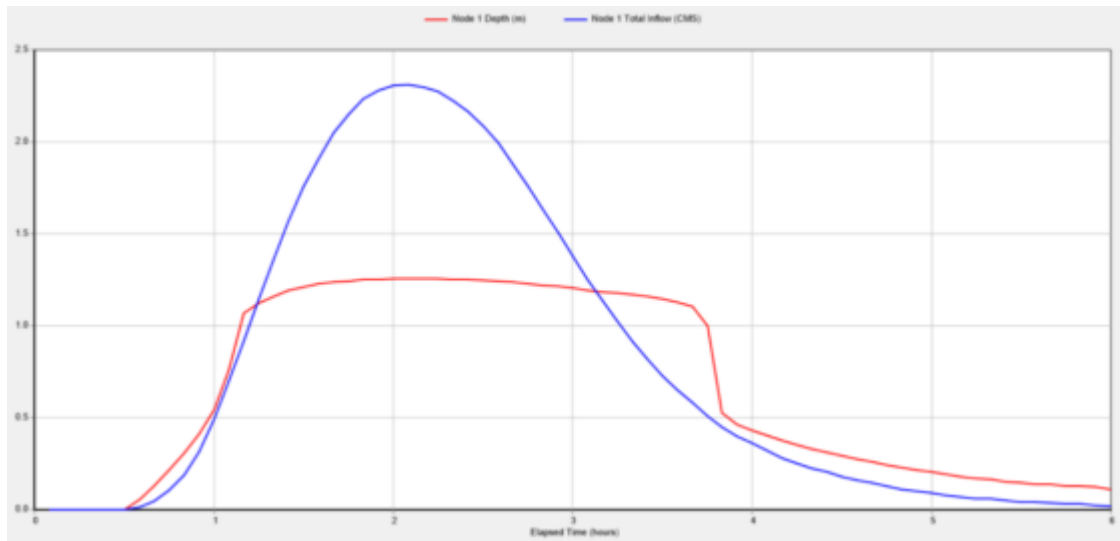


Figura 32: Hidrograma y Alturas en inicio de entubado, TR 10 años.

Se observa que para la crecida de TR 2 años, apenas comienza a escurrir por el cordón cuneta en unos pocos centímetros. Para la crecida de TR 5 años, el agua queda prácticamente contenida en la calzada con los cordones cuentas colmatados y para la crecida de TR 10 años, supera el cordón cuneta en 5 centímetros en el inicio del entubado y aproximadamente 15 centímetros al final del entubado.

Dimensionado Tramo 2 Canal a Cielo Abierto propiedad Lactodan S.A. paralelo a calle Mendoza.

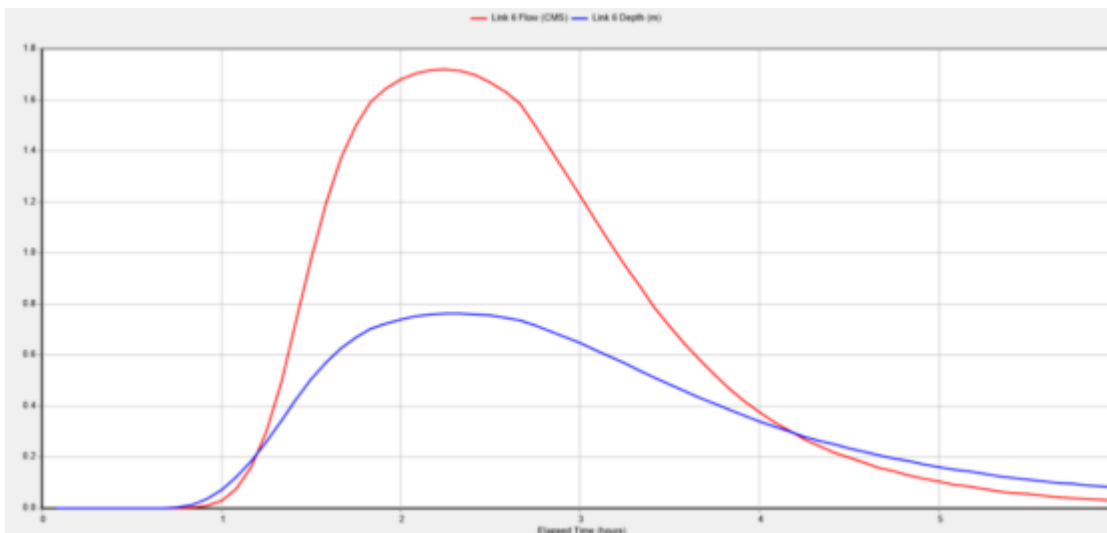
El segundo tramo comienza en la salida de alcantarilla de cruce de la RN N° 9, paralelo a calle Mendoza, por propiedad de la firma Lactodan S.A., termina al finalizar la calle Mendoza y comienzo de la Ruta República Argentina. Como pendiente general de este tramo se obtiene un valor de 0.11%.

A los fines del modelo para este tramo de canal, se toman los siguientes parámetros.

- Sección, rectangular.
- Ancho de fondo,  $B = 2.00$  m.
- Pendiente longitudinal,  $i = 0.11\%$ .
- Pendiente taludes,  $z = 1$ .
- Coeficiente de Manning,  $n = 0.03$  (canal excavado en terreno natural).

El segundo tramo comienza en la salida de alcantarilla de cruce de la RN N° 9, paralelo a calle Mendoza, por propiedad de la firma Lactodan S.A., termina al finalizar la calle Mendoza y comienzo de la Ruta República Argentina. Como pendiente general de este tramo se obtiene un valor de 0.11%.

De acuerdo a los parámetros del canal y considerando los resultados hidrológicos, se modela tramo introduciendo el hidrograma para la recurrencia TR 2 años (Figura 33), para la recurrencia TR 5 años (Figura 34) y para la recurrencia de TR 10 años (Figura 35). Es interesante observar el punto de ingreso del hidrograma en el inicio del entubado.



*Figura 33: Hidrograma y Alturas Canal Calle Mendoza, TR 2 años.*

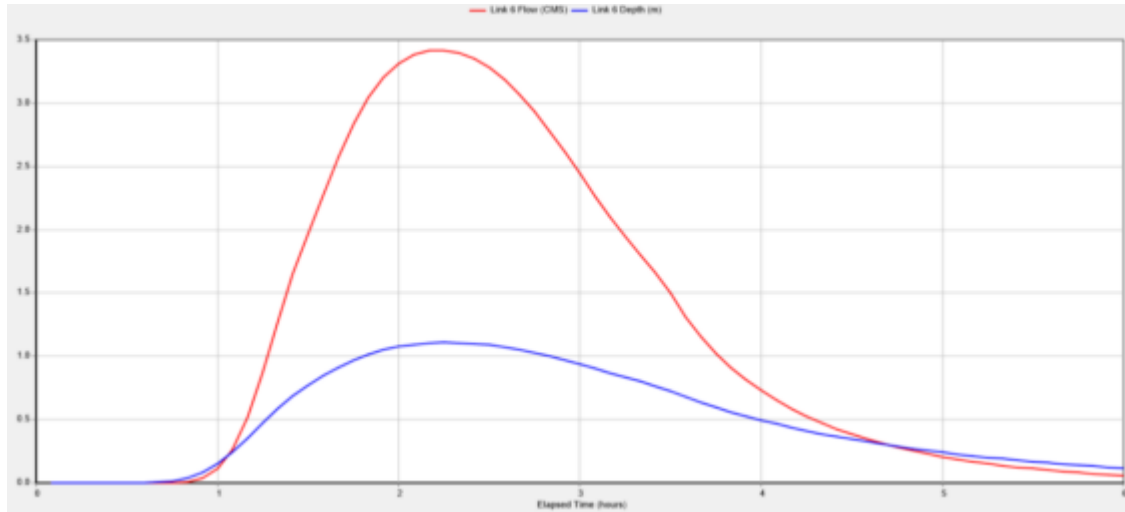


Figura 34: Hidrograma y Alturas Canal Calle Mendoza, TR 5 años.

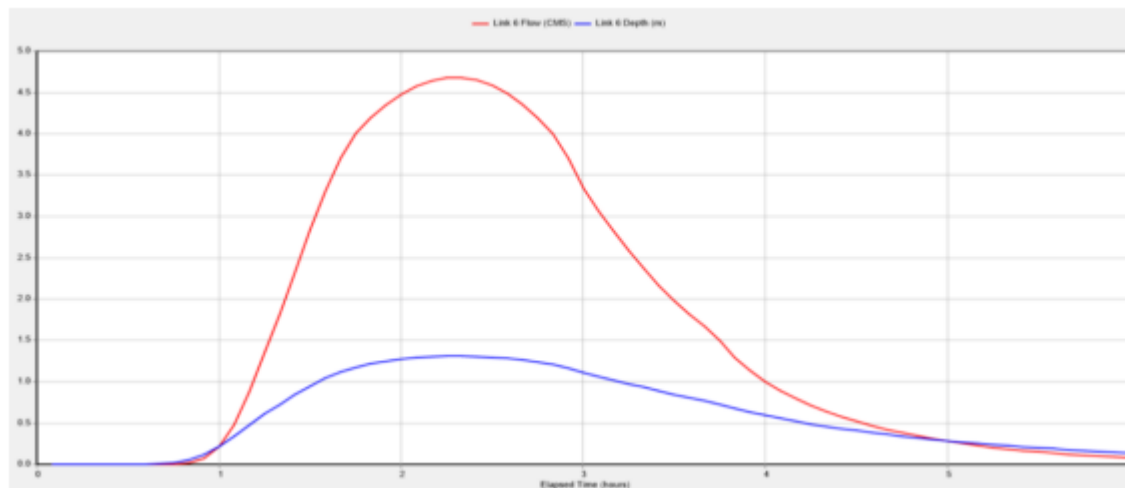


Figura 35: Hidrograma y Alturas Canal Calle Mendoza, TR 10 años.

Se puede observar que para la crecida de TR 2 años, el tirante máximo es aproximadamente 0.80 metros. Para la crecida de TR 5 años el tirante máximo es de 1.20 metros y para TR 10 años el tirante alcanza aproximadamente 1.40 metros.

#### Dimensionado Tramo 3 Canal a Cielo Abierto Ruta República Argentina

El tercer tramo comienza en la intersección de la calle Mendoza y la ruta República Argentina y termina en el Arroyo Las Mojarras. Como pendiente general de este tramo se obtiene un valor de 0.33% en las secciones aguas arriba y de 0.18% en las secciones aguas abajo.

A los fines del modelo para este tramo de canal, se toman los siguientes parámetros.

- Sección, trapecial
- Ancho de fondo,  $B = 3.00$  m
- Pendiente longitudinal promedio,  $i = 0.29\%$
- Pendiente taludes,  $z = 1$
- Coeficiente de Manning,  $n = 0.03$  (canal excavado en terreno natural)

De acuerdo a los parámetros del canal y considerando los resultados hidrológicos, se modela tramo introduciendo el hidrograma para la recurrencia TR 2 años (Figura 36), para la recurrencia TR 5 años (Figura 37) y para la recurrencia de TR 10 años (Figura 38). Es interesante observar el punto de ingreso del hidrograma en el inicio del entubado.

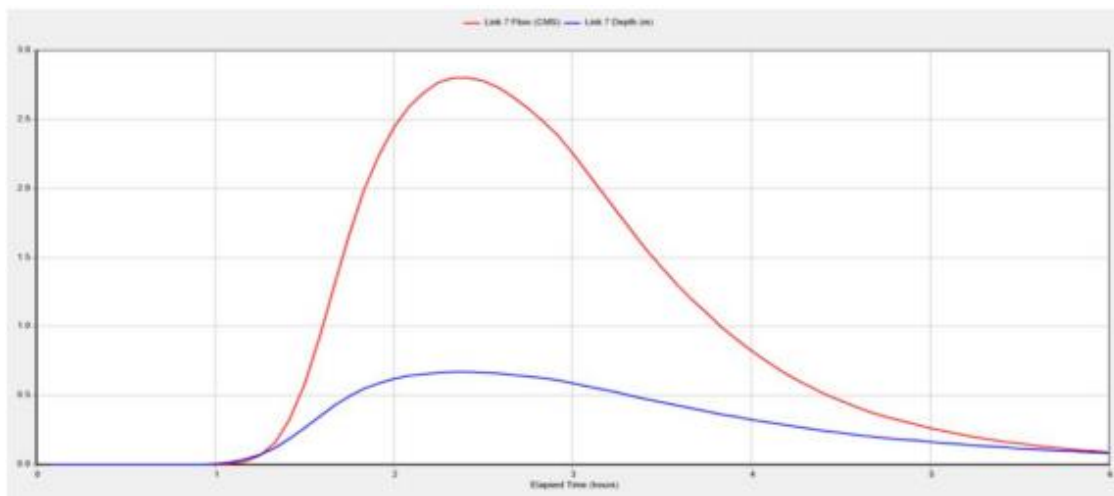


Figura 36: Hidrograma y Alturas Canal Ruta República Argentina, TR 2 años.

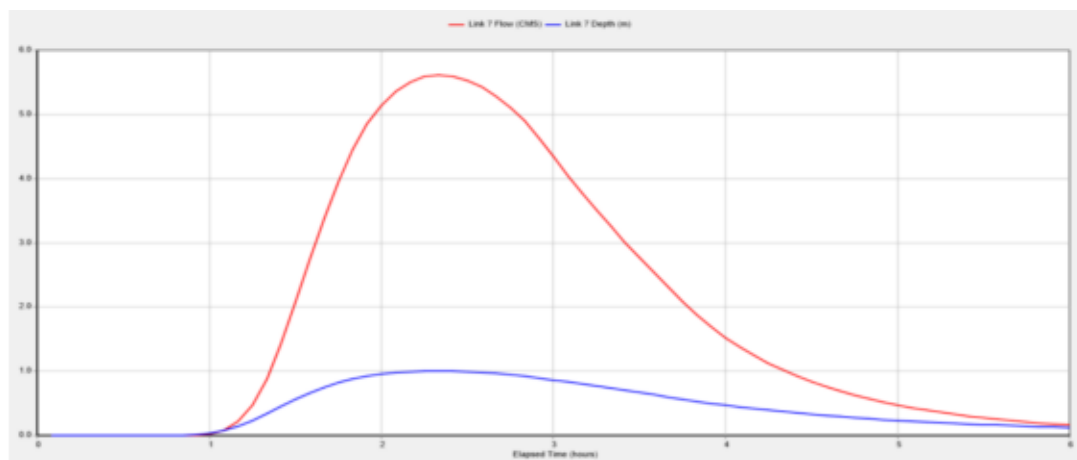


Figura 37: Hidrograma y Alturas Canal Ruta República Argentina, TR 5 años.



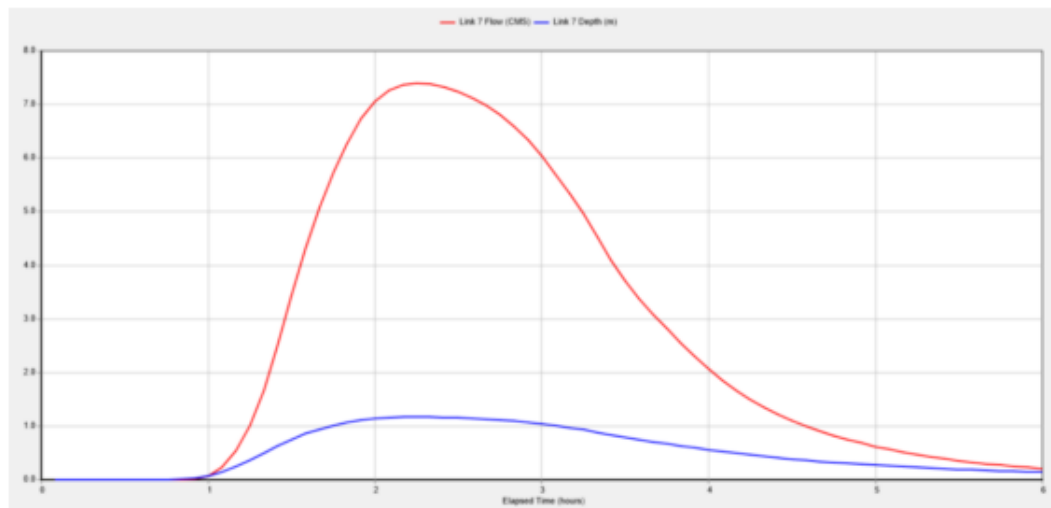


Figura 38: Hidrograma y Alturas Canal Ruta República Argentina, TR 10 años.

Se puede observar que para la crecida de TR 2 años, el tirante máximo es aproximadamente 0.70 metros. Para la crecida de TR 5 años el tirante máximo es de 1.00 metros y para TR 10 años el tirante alcanza aproximadamente 1.17 metros

**Perfiles longitudinales de escurrimiento**

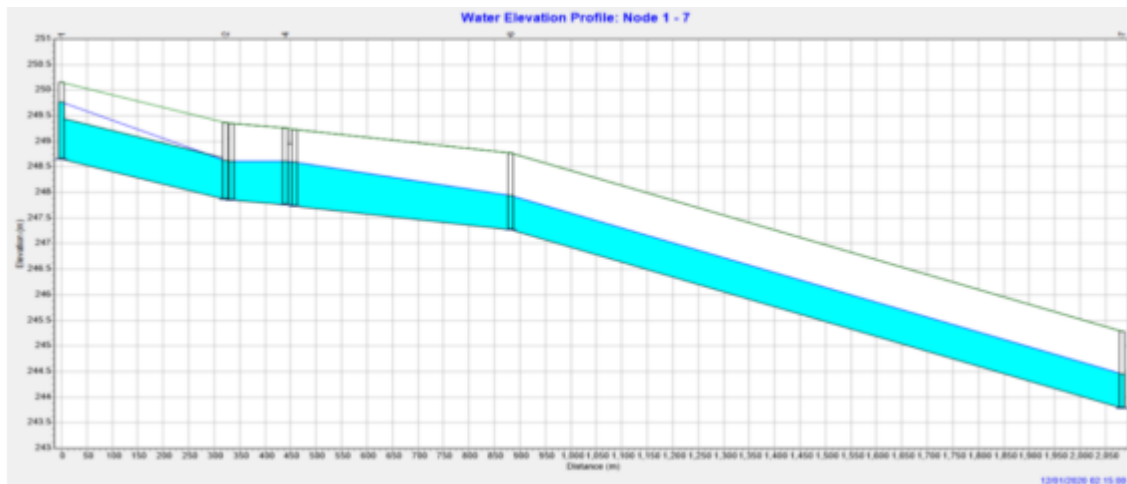


Figura 39: Perfil longitudinal de escurrimiento, TR 2 años

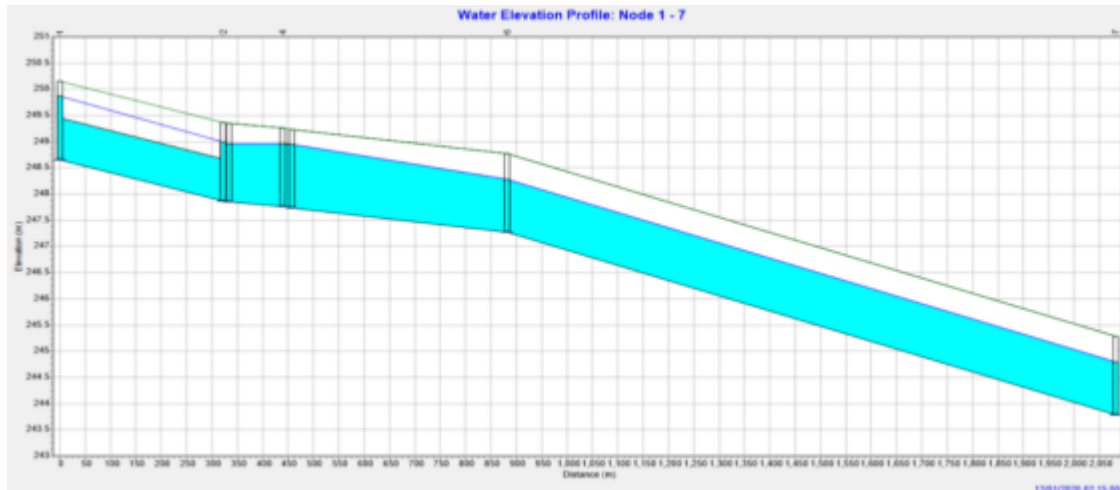


Figura 40: Perfil longitudinal de escurrimiento, TR 5 años.

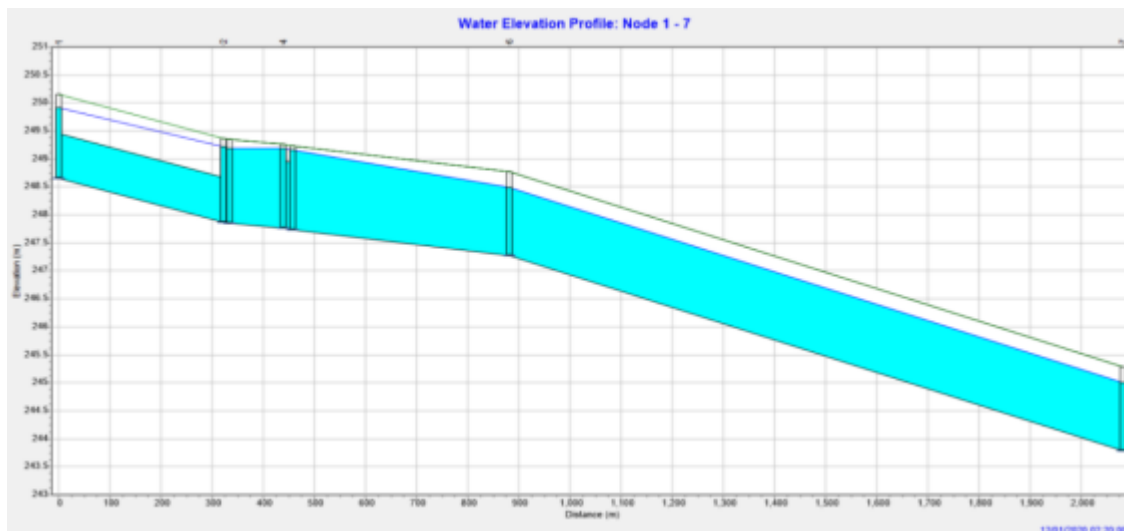


Figura 41: Perfil longitudinal de escurrimiento, TR 10 años.

### 2.3 Nuevo emprendimiento o ampliación

El presente proyecto se trata de una Sistematización y Optimización de la cuenca noroeste de la Localidad de Tío Pujio, Dpto. General San Martín, por lo que se considera a dicho Proyecto como una **AMPLIACIÓN** de los Canales Existentes.

En el marco de la Ley Provincial N° 10.208 este proyecto requiere presentación de Aviso de Proyecto ante la autoridad de aplicación, dada la naturaleza de la obra (ANEXO II).

### 3. Objetivos y beneficios socioeconómicos en el orden local, provincial y nacional

El objetivo de la obra se enmarca en el ordenamiento y conducción en forma regulada de los escurrimientos superficiales y brindar una correcta evacuación de las aguas de lluvia en esta localidad, y por consiguiente mitigar los efectos de anegamientos frecuentes del barrio ubicado en el sector Noreste.

Por medio de la sistematización se logran conducir los excedentes hídricos de la cuenca en estudio; logrando una pendiente y mejorando la evacuación tanto ante eventos extraordinarios como en las épocas de estiaje. De esta manera habrá un aumento de la capacidad de resiliencia ante fenómenos climáticos extremos.

Esta obra, así planteada, prevé generar un mayor beneficio al territorio, dando mayor capacidad hidráulica a la obra existente y mejorar la situación a la cuenca asociada al canal.

Traerá beneficios socioeconómicos ya que en dicho sector se encuentra también el acceso principal de la fábrica láctea Saputo, principal motor económico de la localidad y de gran parte de la región.

### 4. Localización

La localidad de Tío Pujio se encuentra ubicada en el departamento General San Martín de la Provincia de Córdoba, sobre la Ruta Nacional N°9 y también con acceso desde el Corredor Vial N° 0009 (Autopista Córdoba Rosario) entre la localidad de James Craik y la ciudad de Villa María.



Figura 42: Ubicación Regional en el País y Provincia.

El presente proyecto contempla la ejecución de una obra de desagüe que inicia en el sector Noreste la localidad de Tío Pujio, en las coordenadas aproximadas 32°17'6.07" latitud Sur y

63°21'42.48" longitud Oeste, con traza en sentido Suroeste – Noreste, siguiendo las calle urbana Jujuy, luego atravesar la RN N° 9, el FFCC, continuando la misma dirección por propiedad privada de la firma Lactodan S.A. para luego tomar rumbo al Norte sobre la cuneta Oeste de la vinculación de la Autopista con la trama urbana (Av. República Argentina), hasta las coordenadas aproximadas 32°16'9.44" latitud Sur y 63°20'57.72" longitud Oeste, donde se encuentra la alcantarilla de la mencionada vinculación con el denominado Arroyo Las Mojaras perteneciente al sistema del Canal Desviador al Río Tercero, Cuenca del Río Tercero (Ctalamuchita) (Figura 2).



*Figura 43: Ubicación de la obra*

#### 4.1 Geomorfología

De acuerdo con la Agencia Córdoba D.A.C.yT - Dirección de Ambiente 2003, la provincia de Córdoba se encuentra dividida entre distintas regiones naturales. La zona de estudio se encuentra dentro de la denominada Pampa Loessica Plana (de los derrames). Esta vasta región de la planicie cordobesa, se extiende al sur del Mar de Ansenúza, desde los 31° a los 33° 30' de latitud sur y los 62° a los 63° 50' de longitud oeste. Abarca una superficie aproximada de 30.149 Km<sup>2</sup>.



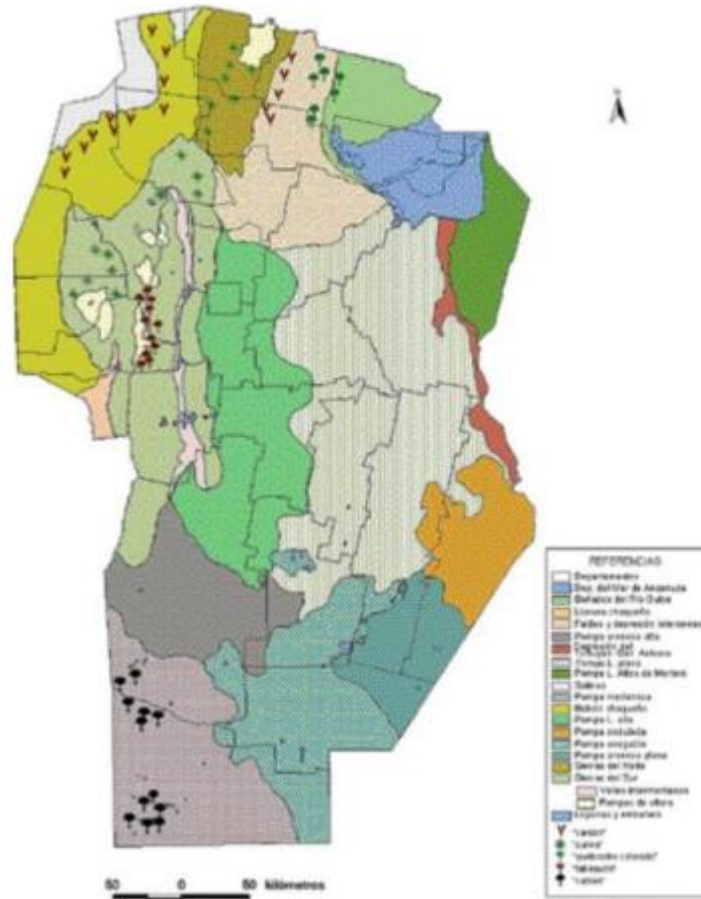


Figura 44: Regiones de la Provincia de Córdoba

Constituye la parte central de la Llanura cordobesa, cuyos límites, tanto hacia el oeste (Pampa Loésica Alta), como hacia el este (Depresión del Tortugas San Antonio), tienen un origen tectónico y son el resultado de fallas y ascensos diferenciales de bloques del basamento profundo. Los materiales son predominantemente de naturaleza eólica (loésicos), aunque en partes retrabajados por agua, a los que se asocian materiales pelíticos en las áreas deprimidas y arenogravosos en las fajas fluviales. El relieve es marcadamente plano, con pendientes regionales hacia el este, que no superan el 0,5% de gradiente. Dentro de este paisaje se destacan, los derrames de los ríos Suquía, Xanaes y Ctlamochita, cuyas actividades han generado formas de naturaleza fluviales, retrabajando los depósitos eólicos originales (paleocauces, albardones, planicies de inundación, derrames fluviales en lóbulos) y modificando la homogeneidad de los materiales, que varían desde arenosos en paleocauces a limosos en las planicies de inundación. La capa freática por su parte, fluctúa entre 2 m y 6 m, y puede llegar a afectar a los suelos de los sectores más bajos.

#### 4.2. Altimetría:

La altitud Media es de 229 msnm.



#### 4.3. Suelos:

Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos eólicos muy ricos en limos y de una gran uniformidad, pero los ríos Suquía, Xanaes, y Ctalamochita, que aguas arriba discurren por cauces bien definidos, a determinada altura comienzan a divagar por la llanura, efectuando continuos cambios de cauce y generando depósitos típicos de "derrame", con intercalaciones de materiales gruesos y retrabajados de los limos originales. Este cambio de materiales se refleja no sólo en las formas del paisaje, sino en la naturaleza de los suelos, que pasan a integrar complejos indiferenciados con una alta variabilidad espacial y un intrincado patrón de asociación, que le imprimen características distintivas a determinados sectores de la región.

Las tierras de la región presentan una larga historia de uso agrícola, con creciente importancia de sistemas de producción agrícola puros, los que desencadenan procesos de erosión hídrica. Esta situación se agrava por la coincidencia de las épocas de laboreo con los picos de erosividad de la lluvia. Las cuencas son extensas, poco definidas, como corresponde a estas llanuras, por lo que eventualmente los caminos funcionan como colectores de escurrimientos hídricos, causando serios problemas de transitabilidad y generando riesgos de aluviones en muchas localidades.

#### 4.4. Características del Clima:

La clasificación fitoclimática de Thornthwaite y Hare (1955) la ubica en clima de pradera baja con una eficiencia térmica de 830 mm y un índice hídrico de -14. Las temperaturas extremas registradas han alcanzado los 42°C durante el verano y -8°C en invierno. Se producen heladas entre mayo y octubre con las mayores frecuencias en julio. El mayor porcentaje de las precipitaciones se observa durante la época estival. Sin embargo, el balance hídrico sólo presenta excesos durante parte de la primavera, el otoño y comienzos del invierno.

A continuación se presentan las temperaturas máximas medias (rojo), medias (amarillo) y mínimas medias (azul), para el período 1961-1990. En el gráfico inferior se presentan la cantidad de días con precipitación mayor o igual a 0.1 mm (rombos verdes) y el total acumulado de precipitación mensual (barras azules), para el período 1961-1990.

Se puede observar en los gráficos siguientes, que la obra se emplaza en uno de los sitios con mayor régimen de precipitación del país.

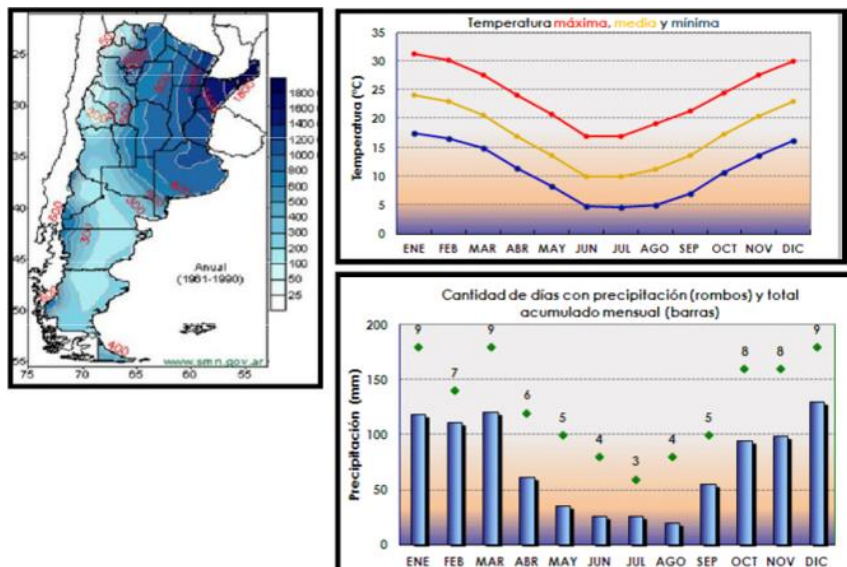


Figura 45: Precipitaciones y temperaturas de la región

#### 4.5. Hidrografía:

La Provincia de Córdoba se caracteriza por una red hidrográfica dividida en ocho cuencas.

El presente proyecto forma parte de la cuenca Río Cuarto.

El área analizada presenta un relieve plano o muy suavemente ondulado surcado por cauces temporarios de baja pendiente con zonas deprimidas, lo que brinda al sistema un drenaje lento, generándose conjuntamente a la falta de mantenimiento de alcantarillado grandes almacenamientos locales de las aguas de lluvia y anegando una amplia zona productiva.

Los cursos superficiales de esta cuenca están representados por los ríos Ctlamochita, Carcarañá y algunas vías de avenamiento menores, que desembocan en la Cañada de San Antonio. Existen también lagunas de origen estructural en forma aislada. Llegan desde el Sur las aguas del Río Saladillo donde logra encauzarse en un lecho sinuoso de unos 20 m a 30 m de ancho, bordeado por pequeñas barrancas hasta unirse al río Ctlamochita formando el río Carcarañá. Posteriormente, las barrancas disminuyen de altura, el lecho se ensancha y tras recorrer sesenta y cinco kilómetros, frente a Cruz Alta, entra en la Provincia de Santa Fe.

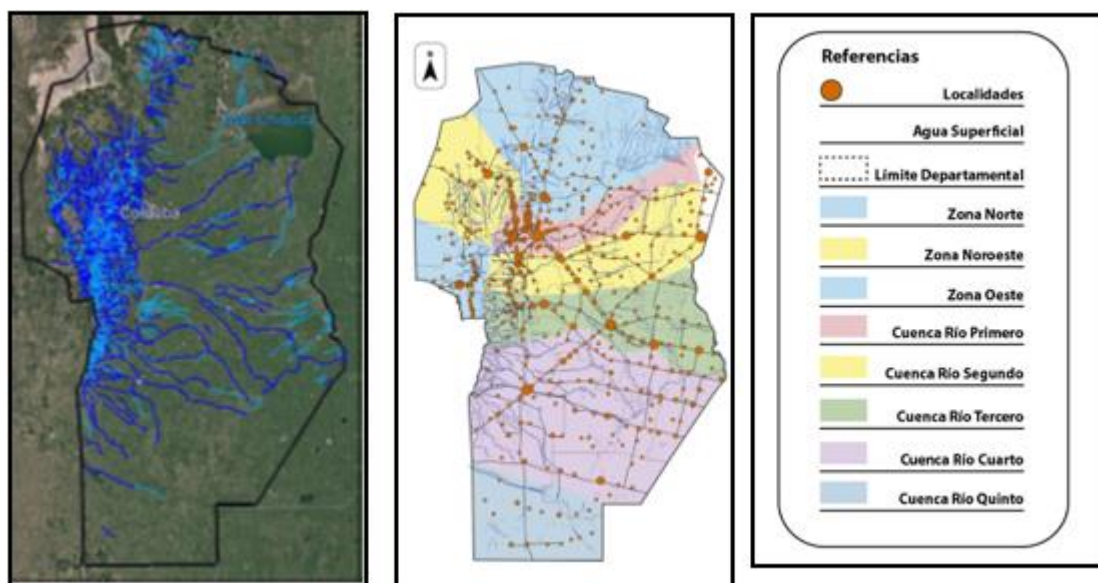


Figura 46: Mapa hidrológico de la provincia de Córdoba.

#### 4.6. Fitogeografía

En los terrenos más elevados de los bajos se presentan rodales de chañar y excepcionalmente, pastizales de paja brava, relictos de las comunidades originales de la provincia fitogeográfica de la Pampa. En los derrames de los ríos Suquía, Xanaes y Ctlamochita se presentan también comunidades herbáceas cuyas especies soportan inundaciones temporarias. En los sitios en los que las actividades agrícolas han sido abandonadas se presentan pastizales dominados generalmente por especies de la región pampeana. En los contactos de esta región con la zona serrana, se observan especies típicas de las montañas bajas. A lo largo de los cauces

de algunos ríos y otros ambientes relativamente húmedos, aparecen: sauce criollo, sauce mimbre, saúco, tala falso, cina-cina.

En las cuencas sin avenamiento o depresiones con un cierto grado de salinidad, se presentan comunidades halófilas y en las áreas sujetas a inundaciones prolongadas o de bañados, se desarrolla una vegetación particular, similar a la de los esteros de la estepa pampeana. Existen cultivos agrícolas (soja, sorgo, trigo, maíz, etc.) y pasturas particularmente basadas en alfalfa, acompañadas por especies tolerantes a las condiciones edáficas existentes y diversidad de malezas. La predominancia de cultivos primavera-estivales es debida principalmente a características climáticas, sobre todo a la distribución de las precipitaciones. En cuanto al sistema de labranza el más utilizado en los últimos años es el de Siembra Directa acompañado de bajos niveles de fertilización y en algunos casos puntuales de riego. También se emplean para las técnicas de producción semillas fiscalizadas, herbicidas e insecticidas y en algunos casos puntuales bajo riego.

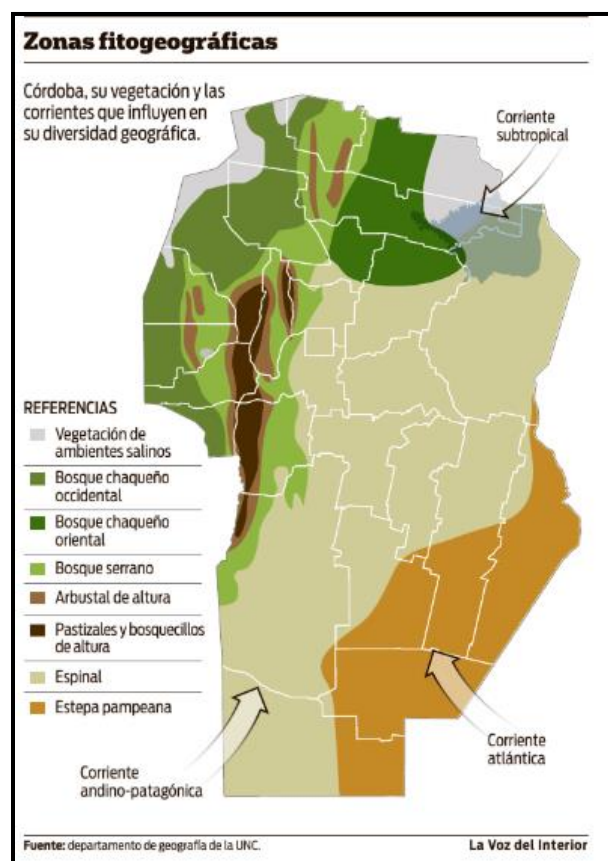


Figura 47: Zonas fitogeográficas de la provincia de Córdoba.

#### 4.7. Zoogeografía

Las regiones del Este provincial, donde se destaca el fuerte avance de la frontera agropecuaria, conservan pequeños parches de vegetación nativa, en los que se mantienen unas pocas especies de vertebrados (10% - 15% de la biodiversidad original): las pequeñas lagunas próximas a pueblos, parches de vegetación natural y arboledas introducidas de eucaliptus y paraísos a orillas de las aguadas y en los pastos de la traza en las vías del tren, son los ambientes

más destacados. En estos ambientes modificados se pueden observar todavía aves como: perdiz chica, paloma cenicienta, cata común, carpintero campestre, hornero, benteveo y calandria común, favoreciendo estas modificaciones ambientales la penetración, en esta región, de la paloma turca. En el extremo Norte de esta región, quedan fragmentos de la vegetación original, en la que todavía se mantienen pequeñas poblaciones del urutaú.

En las regiones bajas e inundables, se encuentran: tero común, tero real, garza bruja, gallaretas, cuervillo de la cañada, pato capuchino, pato maicero, caranchos y chimangos entre otros. Estas alteraciones ambientales, han perjudicado a la mayoría de los macro y micromamíferos autóctonos, favoreciendo el avance de la liebre europea (animal más adaptado a los ambientes modificados de cultivos y chacras). Entre los mamíferos que han desaparecido de estos sitios se pueden mencionar: gato del monte, gato de las pajas y puma.

#### 4.8. Demografía

Según el Censo de INDEC del año 2010 el departamento General San Martín cuenta con una población de 127454 habitantes.

### 5. Área de influencia del proyecto:

Se entiende por área de influencia a la unidad espacial o el radio de acción del proyecto. El área de influencia abarca la porción del territorio donde potencialmente se manifiestan los efectos de la obra sobre la totalidad del medio ambiente o a través de algunos de sus componentes naturales, sociales o económicos.

El área de influencia directa comprende la zona aledaña al área operativa que se verá afectada directa o indirectamente por la planificación, construcción u operación de la obra y sus componentes. Dentro del área de influencia directa se encuentra el área operativa del proyecto, es aquella que se encuentra directamente involucrada por la implantación y construcción de la obra de desagües, incluyendo zona de caminos, caminos auxiliares, áreas de préstamo, obradores y campamentos esenciales para la ejecución de la obra. Es aquí donde se concentrarán los impactos ambientales, negativos durante el proceso de obra, vinculados fundamentalmente a la etapa de construcción, y los impactos positivos durante la etapa de funcionamiento de la misma, producidos en forma directa e inmediata

En la etapa de construcción se prevé que el área de influencia directa serán las viviendas y edificaciones ubicadas en el sector noroeste de la localidad, más específicamente siguiendo la calle urbana Jujuy, atravesando la RN N° 9, el FFCC, y la propiedad privada de la firma Lactodan S.A. Además también deberán considerarse los campos aledaños a la obra en el tramo de conexión con la vinculación de la autopista. Podrá haber afectaciones también en etapas de operación y mantenimiento la misma se reducirá prácticamente a la superficie abarcada por la traza de los canales





*Figura 49: Área de influencia directa del proyecto.*

Por otro lado, el área de influencia indirecta es el área que de alguna manera podrá verse influenciada por la obra en sus etapas de construcción u operación con una influencia menor. En este caso en particular el área de influencia indirecta comprende el resto del ejido municipal de la localidad de Tío Pujio.

## **6. Población afectada**

La población de Tío Pujio, según el Censo del año 2010, es de 2676 habitantes.



## 7. Superficie del terreno, superficie cubierta existente y proyectada.

Ítem	Designación	U	Cantidad
<b>1</b>	<b>DESAGÜE TIPO PUJIO</b>		
1,1	Obrador, traslado de equipo y replanteo	Gl	1,00
1,2	Excavación de Zanja No Clasificada a Cielo Abierto.	m3	13,004
1,3	Relleno y compactación de zanja para conductos y tramos de canal revetido	m3	844,73
1,4	Provisión y Colocación de Conductos de Hº Aº Módulos Prefabricados Circulares Ø 800 mm	ml	250,00
1,5	Provisión y colocación de módulos prefabricados de 1.20 m x 0.80 m	ml	75,00
1,6	Cruce de FFCC	gl	1,00
1,7	Cruce de Ruta Nacional Nº 9	Gl	1,00
1,8	Ejecución de sumideros SV 2 sobre conductos. Incluye Hormigón armado para cámara y desarenador, tapa de acceso, marco y cantonera.	ud	5,00
1,9	Remoción de Obras de Artes a reemplazar	gl	1,00
1,10	Estructuras de Hormigón Armado. Se aplica en cámaras de transición entre conductos de distintas dimensiones, Losas de acometidas de canal, transiciones, cabezales y losas de alcantarillas.	m3	48,31
1,11	Provisión y colocación de alcantarillas de hormigón de 2,00 m x 1,00 m	ml	20,00
1,12	Solución de interferencias de agua y gas y otros servicios	gl	1,00
2	Plan de relacionamiento comunitario y comunicación	gl	1,00
3	Plataforma informática para seguimiento y control de obra.	gl	1,00
4	Gestión para la liberación de traza y expropiaciones.	gl	1,00

## 8. Inversión total e inversión por año a realizar

El Presupuesto de la obra Son Pesos: CINCUENTA MILLONES SETECIENTO OCHENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO CON 19/100 (\$50,786,318,19). IVA Incluido.

## 9. Magnitudes de producción de Servicios y/o usuarios

A los fines del cumplimiento de la Ley 1332 y sus Decretos reglamentarios se clasifica a la presente obra como de PRIMERA CATEGORÍA.

## 10. Etapas del proyecto y cronograma

El oferente deberá confeccionar diagrama o cronograma de Barras, (ej. Gantt, etc.), que servirán para visualizar el plan de avance de obra.

Las etapas del proyecto comprenden los siguientes ítems:

- Obrador, traslado equipos y replanteo

Obrador y traslado de equipos: Este trabajo se refiere a la instalación del obrador central de la empresa contratista y a las instalaciones necesarias en cada frente de trabajo, como así también el traslado de los equipos necesarios para la construcción de la obra a los lugares de utilización.

Limpieza y preparación del terreno y replanteo: Este trabajo se refiere a la extracción de todo estrato arbóreo y herbáceo, poda y limpieza de la zona a ocupar por las obras y al replanteo de las mismas. El replanteo de la obra se realizará previa consulta a los planos de instalaciones existentes tales como Gas, Agua y Cloaca con el objeto de determinar la ubicación y dimensiones de las mismas. La Inspección podrá ordenar la ejecución de sondeos previos para determinar definitivamente la existencia de instalaciones indicadas en los planos u otras no indicadas. Estos sondeos serán por cuenta de la Contratista, como así también todo pago de derechos a los distintos organismos.

- Excavación en zanja, no clasificado, a cielo abierto

Este trabajo consistirá en toda excavación necesaria para la construcción de la obra hidráulica, e incluirá la limpieza del terreno dentro de la zona del canal, la ejecución de desmontes, la construcción, profundización y rectificación de canales; el transporte y acopio en su lugar de destino de los materiales provenientes de estos trabajos; la formación de terraplenes, rellenos y banquetas utilizando los productos excavados, y todo otro trabajo de excavación o utilización de materiales excavados no incluidos en otro ítem del contrato y necesario para la terminación de la obra de acuerdo con los perfiles e indicaciones de los planos, las especificaciones respectivas y las órdenes de la Inspección.

Incluirá asimismo la conformación, el perfilado y la conservación de taludes, cunetas, banquetas y demás superficies formadas con los productos de la excavación o dejadas al descubierto por las mismas. Asimismo, será parte de este ítem todo desbosque, destronque, limpieza y preparación del terreno, en aquellos sitios en los cuales su pago no esté previsto por ítem separado.

Todo material sobrante proveniente de las excavaciones que no sea utilizado para la ejecución de terraplenes, rellenos, camino de servicio, etc. deberá ser retirado de la zona de obra por el Contratista considerándose el costo de su transporte incluido dentro del precio contratado hasta una distancia de transporte de 2.000 (dos mil) metros.

- Relleno y compactación de zanja para conductos y tramos de canal revestido.

Está prevista la utilización de conductos rectangulares 1.20 x 0.80 m y caños de 800 mm de diámetro para los desagües en tramos que requieran ser enterrados. Por otro lado, también se ejecutarán tramos de canales revestidos de Hormigón armado para transiciones. Por lo descripto se requiere compactación de zanja y cama de asiento de material granular para nivelación.

Una vez terminada la excavación de la zanja y aprobada por la Inspección, se procederá a realizar la cama de asiento para instalación de la cañería. La cama de asiento deberá ser plana, con un espesor de 10 cm al menos. Deberá asegurarse especialmente, el completo relleno y compactado en el fondo, la zona de los flancos de la tubería, por debajo del riñón del tubo y en el nicho del enchufe, evitándose la formación de cavidades. En general el relleno de este sector deberá efectuarse por capas de 0,075 a 0,15 m de espesor hasta una altura que permita un apoyo en una superficie transversal igual, como mínimo al tercio de circunferencia (120º sexagesimales)

- Provisión y Colocación de Conductos de Hº Aº Módulos Prefabricados Circulares Ø 800 mm

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para la provisión, carga, transporte, descarga, colocación y ensamblado de caños de hormigón para alcantarillas de diámetro 0,80 m. Deberá merecer especial cuidado la bajada de los caños al fondo de la excavación, evitándose los golpes que puedan perjudicar su resistencia.

Las operaciones de carga, descarga y transporte deberán hacerse usando los medios adecuados según el peso de las piezas a manejar. Los caños se limpiarán antes de su colocación, eliminándose la suciedad, pintura, grasa, etc., adheridas, en especial en la parte de acoplamiento. Una vez limpios se bajarán al fondo de la zanja colocándolos en posición exacta con los enchufes en dirección aguas arriba. La progresión del montaje se hará ascendiendo. Cuando exista interrupción de la jornada de trabajo se deberá taponar convenientemente la boca libre del conducto para evitar el ingreso de materias extrañas.

Se dispondrá de un nivel de antejo, con operador estacionado sobre el eje de la traza del conducto aguas arriba, para lograr una exacta nivelación de los conductos en cada tramo. La inspección controlará esta operación y a su juicio, hará retirar y recolocar aquellos elementos que no estén correctamente

- Provisión y colocación de módulos prefabricados de 1,20 m x 0,80 m

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para la provisión, carga, transporte, descarga, colocación y ensamblado de las alcantarillas transversales prefabricadas en módulos de hormigón armado de secciones 1,20 m por 0,80 m.

Los materiales, el hormigón, las armaduras y los métodos constructivos empleados para ejecutar elementos premoldeados cumplirán todas las condiciones establecidas en el Reglamento CIRSOC 201.

Previamente a la iniciación de las operaciones de moldeo de los elementos, y con suficiente anticipación, el constructor someterá a la aprobación del director de obra los métodos y procedimientos que se propone emplear para su fabricación, transporte, colocación y fijación en la estructura. Una vez aprobados, dichos métodos no se podrán modificar sin el consentimiento y aprobación previa del director de obra.

Todos los controles sobre los elementos prefabricados, deberán realizarse respetando los lineamientos que establece el Reglamento CIRSOC 201 (apartado 10.5.3 control de la resistencia del hormigón, 10.5.4 control de la eficiencia del curado a vapor y 10.5.6 verificación de la calidad de los elementos premoldeados) Se utilizarán estructuras de hormigón en las siguientes obras: en cámaras de transición entre conductos de distintas dimensiones, losas de acometidas de canal, canal revestido rectangular, transiciones, cabezales y muros de alas de alcantarillas y losas de alcantarillas.

- Remoción de obras de arte a reemplazar

Los trabajos del presente ítem comprenden la demolición de obras de arte deterioradas y cualquier otro tipo de estructura de mampostería u hormigón que constituya una obstrucción al escurrimiento o que resulte necesario eliminar y/o reemplazar de acuerdo a las nuevas condiciones del proyecto. Como así también todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para llevar a cabo la remoción.

En caso de demoliciones parciales se deberá tener especial cuidado de afectar la estructura y fundaciones de la parte que no se demuele y si como consecuencia de los trabajos, resulte afectada alguna parte de la estructura existente, la reparación de la misma correrá por cuenta del Contratista.

A su vez comprende el presente ítem el retiro y traslado de los materiales resultantes de la demolición fuera de la zona de obra a los sitios que se indique en planos o que ordene la inspección.

Las reparaciones de veredas se efectuarán en forma tal que los solados, una vez terminado el trabajo, presenten una apariencia uniforme, similar a los existentes, para ello los materiales de reposición deberán ser del mismo tipo y calidad que los removidos.

- Provisión y colocación de alcantarillas de hormigón de 2,00 m x 1,00 m

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para la provisión, carga, transporte, descarga y para la colocación y ensamblado de los módulos prefabricados de hormigón armado de 2.00 m x 1.00 m, según cómputo métrico.

- Plan de relacionamiento comunitario y comunicación

Comprende la puesta en marcha de un programa para difusión social de la obra, abarcando a distintas escalas las tareas de socialización y puesta en conocimiento del impacto positivo de la obra.

- Plataforma informática para seguimiento y control de obra
- Gestión para la liberación de trazas y expropiaciones

## 11. Consumo de combustible y otros insumos.

### Etapa de construcción

Todo lo relacionado con consumo o cambio de aceite se producirán fuera de la zona de obra, en una zona destinada para tal fin.

Se estima un consumo gasoil promedio de 300 lts/día. Las estimaciones se realizan teniendo en cuenta la siguiente maquinaria:

- Moto niveladora.
- Retroexcavadora.
- Excavadora.
- Cargadora Frontal.
- Camión volcador.
- Camión hormigonero.

#### **Etapas de Funcionamiento:**

En esta etapa se prevé la utilización de combustible por mantenimiento de las obras.

## **12. Agua. Consumo y otros usos.**

Al igual que en los puntos precedentes, el consumo en general estará dado cuando se ejecute el proyecto definitivo. Solo se puede estimar que se utilizará para los trabajos de riego de suelos, para procesos de compactación y formación de bordos.

## **13. Detalles exhaustivos de otros insumos.**

Dentro de los principales insumos que surgen como consecuencia de la construcción de las obras, se pueden inferir los siguientes:

Materiales de construcción como arena, cal, cemento portland, limos, áridos gruesos y finos, productos de excavación, hormigón armado, aditivos para hormigón, alambres, mallas metálicas galvanizada, material de PVC; elementos metálicos varios, contenedores o tanques plásticos para almacenamiento; entre otros detallados en el Pliego de Especificaciones Técnicas.

## **14. Detalles de productos y subproductos.**

No aplica al no ser una actividad productiva.

## **15. Cantidad de personal a ocupar durante cada etapa**

La cantidad de personal que ocupará la obra en forma directa a lo largo de su ejecución depende de la empresa que gane la licitación, o del sistema de contratación que se emplee.

El desarrollo de los trabajos determinará la incorporación de Profesionales y Mano de Obra especializada, destinada a la elaboración del Proyecto Ejecutivo de las obras, diseño y ajuste de infraestructura, profesionales destinados a la obra propiamente dicha y mano de obra especializada destinada a la supervisión general de los trabajos.

Asimismo, se prevé ocupar mano de obra local, con el consiguiente beneficio y oferta laboral en el área, considerando esto como de alta importancia a nivel socioambiental, representando en las variables de aumento de la economía local y calidad de vida.

### Etapa de Construcción

El personal estimado a ocupar durante la Obra se estima en 15 personas. Sin embargo, se encuentra sujeto a la celeridad de ejecución y a la etapa de avance.

### Etapa de Operación

Depende de la tarea específica a realizar, pero se estima en 3 personas.

## 16. Vida útil

La vida útil para las obras proyectadas es de 50 años. Con un correcto mantenimiento la vida útil puede extenderse.

## 17. Tecnología a Utilizar

Se tratan de obras de baja complejidad constructiva. Se deberá prestar especial atención en las intervenciones en las zonas urbanas y periurbanas.

Como equipamiento se puede mencionar: maquinaria para movimiento de suelo, excavadoras, retroexcavadoras, motoniveladoras, cargadoras frontales y camiones.

## 18. Proyectos asociados conexos o complementarios

No se detectan proyectos asociados, conexos o complementarios.

## 19. Necesidades de infraestructura y equipamiento.

La zona cuenta con la infraestructura de servicios necesarios para la realización de las obras al estar inmersa en la localidad de Tío Pujio. En caso de necesitarse algún equipamiento especial, que no se pudiese conseguir allí, la ciudad de Villa María se encuentra a 17,6 Km del epicentro de la obra, por Ruta Nacional n°9.

## 20. Relación con planes privados o estatales.

Las obras serán ejecutadas por la Secretaría de Recursos Hídricos dependiente del Ministerio de Agua Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba en conjunto con las localidades intervinientes.

## 21. Ensayos, determinaciones, estudios de campo y/o laboratorios realizados.

Los estudios de campo y de gabinete que permiten aseverar que el proyecto planteado será realizado sin inconvenientes, son los que se pasan a detallar:

**Estudios de fundación:** Para determinar las condiciones que se deberán adoptar para ejecutar las construcciones en el sitio.

**Relevamientos topográficos:** Ya han sido llevados a adelante relevamientos topográficos de la zona, obteniendo sus respectivas curvas de nivel.

**Ensayos básicos sistemáticos:** Análisis granulométricos y Límites de Atterberg, ensayos triaxiales de control sobre materiales finos (no drenados y drenados con medición de presión de poros, en condición saturada y compactación Proctor).



La Contratista evaluará permanentemente, en el laboratorio de ensayos de obra, las características físicas y mecánico-resistentes de los suelos del yacimiento de préstamo, siguiendo las prescripciones de la norma IRAM 10.509.

La Inspección de Obra realizará los ensayos de humedad, densidad y otras características de los materiales en prueba y determinará el peso de operación de los rodillos y el número de pasadas conveniente para obtener la compactación deseada.

Los ensayos a realizar en el laboratorio para los suelos son los de granulometría, índice de plasticidad, límites líquidos y plásticos y método de Proctor Standard que dé la relación humedad-densidad óptima para compactación y ejecución de terraplenes y bordos. Para la mezcla de suelo-cal se harán ensayos de resistencia en probetas a la compresión simple.

La muestra de PVC deberá ser sometida a los ensayos de envejecimiento acelerado, regidos por las normas ASTM.

Todos los ensayos anteriores se realizan en post de lograr una obra de buena calidad y que asegure su funcionamiento para el período de diseño proyectado, brindando así respuesta a la necesidad de la población y logrando contribuir al saneamiento de la zona.

## 22. Residuos contaminantes

Etapa de Construcción: Los residuos y contaminantes de esta etapa son propios de la construcción de este tipo de obras, siendo estos principalmente los siguientes:

Escombros de demolición: si bien no se realizará ningún tipo de demolición, entren en esta categoría los restos de obra; compuestos por restos de mampostería, hierros, etc. En algunos casos se minimizará los materiales a disponer a través de su utilización como relleno en obra. Este tipo de residuos son inertes pero voluminosos.

Residuos de limpieza de la zona de obra: provenientes de la limpieza de la misma, como por ejemplo restos vegetales, residuos de tipo domiciliario diseminados en zonas de obra, etc.

Residuos de materiales de construcción: provenientes de los embalajes de los materiales, como por descarte de los mismos, como, por ejemplo: plásticos, bolsas, alambre, etc.

El lugar de deposición de estos residuos será un sitio o predio autorizado por la autoridad de aplicación fuera de la zona de trabajo. Dichos depósitos no podrán permanecer por más de 36 hs en el lugar, siendo la Contratista responsable por los perjuicios que pudiere acarrear una permanencia prolongada de los mismos.

Para los residuos peligrosos que se pudieran generar en esta etapa se contactará con transportista habilitado para que realicen la recolección y transporte de los mismos, hasta su habilitada disposición final.

Etapa de Funcionamiento: los residuos serán los sedimentos extraídos por el mantenimiento de canales. Estos no tienen una periodicidad definida.

## 23. Principales organismos, entidades o empresas involucradas directa o indirectamente.

- ✓ Provincia de Córdoba
- ✓ Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia
- ✓ Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

- ✓ Municipios de la cuenca de aporte;
- ✓ Secretaria de Ambiente de la Provincia de Córdoba
- ✓ Dirección Provincial de Vialidad
- ✓ Dirección Nacional de Vialidad
- ✓ Municipalidad de Tío Pujio

## 24. Normas y/o criterios nacionales y extranjeros aplicados y adoptados

- La Ley de Obras Públicas N° 8614, sus normas modificatorias y reglamentarias.
- Decreto Reglamentario N° 25743-C-51 (T.O. N° 4757/77).
- Decreto N° 1505/16.
- Decreto N° 1823/16.
- Decreto N° 800/16, modificado por Decreto N° 252/2021, Régimen Provincial de Redeterminación de Precios por Reconocimiento de Variación de Costos para Obras Públicas.
- Decreto Provincial N° 08/17.
- Ley N° 9086, Ley de Administración Financiera, Decreto Reglamentario N° 150/04 y normas complementarias.
- Para los casos no previstos expresamente en los cuerpos legales antedichos, se aplicarán las disposiciones que rigen el Procedimiento Administrativo de la Provincia.
- Ley N° 5350 (T.O. Decretos N° 809/96 modificado por el Decreto N° 08/98 y Resoluciones N° 105/96, 139/96, 007/98 y 042/98 de la Secretaría de Vivienda, Obras y Servicios Públicos, con relación a la constancia de inscripción en el Registro de Constructores de Obras.
- Ley Provincial del Ambiente N° 7343/85 y Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental Decreto N° 2131 y sus disposiciones conexas.
- Ley Provincial N° 10.208, y sus Decretos Reglamentarios N° 247/2015, 248/2015 y 288/15.
- Ley Nacional N° 24.557, de Riesgos del Trabajo, su reglamentación y/o normativas que las complementen o sustituyan.
- Ley Nacional de Seguros N° 17.418 y las normas que la modifican y complementan.
- Ley Nacional N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su Decreto Reglamentario N° 351/79.
- Decreto N° 3925/69, Seguros de caución.
- Decreto N° 434/2016, Plan de Modernización del Estado.
- Decreto N° 583/2016, Plataforma Digital para Licitación Pública de Obras – Ley N° 8614.
- Normas para materiales y estructuras de Hormigón Armado y Pretensado vigentes en las Normas IRAM y en Secretaría de Recursos Hídricos.
- Normas y recomendaciones IMPRES - CIRSOC 103 – CIRSOC (para todos los cálculos), Norma DIN 1045 (Versión 1972) y DIN 4227, Reglamento Argentino de Hormigón PRAEH (excluyendo cálculos).
- Normas IRAM N° 13331 - N° 113047 y N° 13331 Partes I y II para cañerías de PVC.
- Normas y especificaciones técnicas de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (E.P.E.C.).

- Normas y especificaciones Técnicas de ENARGAS y ECOGAS.
- Normas y Especificaciones Técnicas de la ex - Dirección Provincial de Hidráulica.
- Normas y Especificaciones Técnicas de la Dirección de Vialidad.
- Normas y Especificaciones Técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad.
- Normas y Especificaciones Técnicas de la ex- Empresa de Ferrocarriles Argentinos.
- Ordenanzas y Decretos de las Municipalidades involucradas en el presente proyecto.
- Decreto Ley N° 1332-C-56 y su Decreto Reglamentario N° 2074-C.
- Ley 5589 Código de Aguas.
- Decreto N° 2503/70 sobre Registro de Obras Públicas de la Provincia de Córdoba y las Resoluciones N° 656/1/68 y N° 986/6/75 ambos del ex Consejo Profesional de la Ingeniería y la Arquitectura.
- Marco Regulador N° 529/94.
- Decreto N° 847/16.
- Ley de Seguridad Eléctrica N° 10.281.
- Decreto Provincial N° 259/17.
- Decreto Provincial N° 30/18.
- Decreto Provincial N° 108/18.
- Decreto Provincial N° 1082/18.
- Ley Provincial N° 10.618 y su Decreto Reglamentario N° 750/2019.
- Ley 10.789 Modificación al Código Tributario.
- Ley Impositiva 10.790.
- Ley Provincial N° 10.788 – Presupuesto General de la Administración Pública Provincial para el año 2022.
- Aplicación de la Ley Provincial de Biocombustibles y Bioenergías N° 10721
- Ley Provincial N° 10752 y su Decreto reglamentario y modificatorias.

## 25. Impactos

### 25.1 Acciones impactantes

En este punto se identifican los efectos y consecuencias que puedan perjudicar la calidad de vida de las personas y el entorno en el cual se desarrollará la obra.

Se considera que las acciones impactantes serán positivas, mejorando el escurrimiento superficial del sector noroeste de la localidad, adecuando la capacidad de los cruces con el ferrocarril, la autopista, caminos rurales, beneficiando a la población de allí, recuperando y protegiendo has de campo.

Como acciones impactantes se pueden identificar de acuerdo a su afectación al factor natural contemplando los siguientes puntos:

#### ❖ Aire

La calidad de aire varía puntualmente con el uso de las diferentes máquinas encargadas de los trabajos previstos para la obra. La generación de polvos y humo es el resultado durante la ejecución de las obras. Se realizarán excavaciones y también demoliciones de obras de arte, de las mismas puede desprenderse material particulado en el sector puntual donde se está trabajando. Otro efecto que provoca el uso de máquinas es el ruido, también se contempla como un impacto en el aire, en el ambiente que lo contamina sonoramente. Sin embargo, vale la aclaración de que estos impactos son de baja escala.

#### ❖ Suelo – Geomorfología

Este medio se verá afectado al momento de realizar los 320 metros de entubado subterráneo, las zanjas para la construcción del canal a cielo abierto y las alcantarillas transversales. Estos impactos son de mediana intensidad y recuperación inmediata.

#### ❖ Agua.

Es importante considerar que durante la ejecución de la obra se verá afectado el escurrimiento superficial debido al movimiento de suelo de excavación, lo que deberá mitigarse para evitar acumulaciones de agua pluvial que puedan generar perjuicios a los campos aledaños o a las zonas de obra.

#### ❖ Flora

Este medio recibirá ciertos impactos que serán descriptos y principalmente contemplados a la hora de tomar medidas de mitigación. En las tareas de desbosque, destronque, limpieza y preparación del terreno, en la rectificación de la traza, es muy probable que, en los distintos puntos del nuevo canal, se vea involucrada la flora. Es por este que el medio debe ser contemplado a la hora de definir las mitigaciones en caso de encontrar especies autóctonas que deban preservarse.

#### ❖ Fauna

La fauna recibirá ciertos impactos en la traza que deberán ser contemplados a la hora de tomar medidas de mitigación.

#### ❖ Impacto a los pobladores

El primer tramo de la obra se plantea por la calle urbana Jujuy, por lo cual se deberá adoptar un plan de comunicación a los vecinos y un ordenamiento del tránsito debido a que la presencia de maquinarias y camiones por la zona podría generar disturbio.

## 25.2. Medidas de prevención, mitigación y control de impactos ambientales

A través del análisis de las distintas etapas tanto de la construcción como del funcionamiento de una obra se determinan los impactos ambientales de la misma. Y mediante la evaluación de estos impactos es que se establecen una serie de medidas de prevención y mitigación que deben tomarse a los fines de evitar impactos ambientales negativos. Se establecen, además, medidas de control necesarias para lograr un proceso ambientalmente correcto.

El o los responsables de la ejecución de la obra civil, deben procurar producir el menor impacto ambiental negativo en el medio ambiente durante el proceso de construcción, ya sea sobre calidad de

agua, aire y suelos, y particularmente realizando una correcta gestión de los recursos. Además, deberán transmitir estos conceptos y los aspectos ambientales que el proyecto en ejecución involucra, a profesionales, técnicos y operarios a través de capacitaciones o reuniones. Este compromiso con el medio ambiente debe mantenerse luego de superada la etapa de construcción, es decir, durante toda la vida útil de la obra e incluso en su deceso.

### **Medidas propuestas para plan de mitigación**

- **Aspecto relativo a obrador y trabajos de construcción**

En el diseño y construcción se tendrá cuidado en evitar cortes y rellenos así como la remoción de la vegetación. Tanto por razones de impacto visual como sonoros, lo mismo deberá contar con barreras y vallados adecuados.

Los obradores deberán contar con equipos de extinción de incendios y equipos de primero auxilios, como así también cumplir con las Normas de Higiene y Seguridad Laboral.

Deberán contar con recintos sanitarios para las personas involucradas en obra (Baños químicos), los cuáles serán limpiados asiduamente y será retirado para su correcto.

Los residuos sólidos resultantes se depositarán adecuadamente, disponiéndose de los mismos de acuerdo con las normas vigentes. Estos serán colocados en contenedores adecuados y dispuestos en las áreas a designar por el comitente. En caso de generarse residuos sólidos que se califiquen como tóxicos o peligrosos, los mismos serán dispuestos de acuerdo a lo establecido en la ley 24.051 y su decreto reglamentario.

Una vez terminados los trabajos se deberán retirar del área del obrador todas las instalaciones, se deberá eliminar las chatarras, escombros y estructuras provisionarias, rellenar pozos, desarmar o rellenar las rampas para carga y descarga de materiales maquinarias, equipos, etc. Los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente.

El área utilizada provisoriamente por el contratista para sus instalaciones, deberá recuperarse a fin de semejarse al menos al estado previo de la obra. Solo podrán permanecer los elementos que signifiquen una mejora o tengan un uso posterior claro y determinado.

- **Aspecto relativo a maquinarias y equipo**

El equipo móvil incluyendo maquinarias pesadas, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación de tal manera que se quemen el mínimo necesario de combustible, reduciendo así las emisiones atmosféricas.

El estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno, para evitar el exceso de ruidos.

Los equipos deberán operarse de tal manera que causen el mínimo deterioro posible a los suelos y vegetación en el sitio de las obras.

El aprovisionamiento y depósito de combustible y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo lavado y cambio de aceite, deberá realizarse de tal manera que no contamine el suelo y las aguas. Los cambios de aceite de las maquinarias deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de desecho en bidones o tambores para su tratamiento posterior por parte de operadores autorizados, los que darán a los mismos el tratamiento y disposición final adecuado. Por ningún motivo estos aceites serán vertidos a los desagües o al suelo o abandonados en el lugar.



- Aspectos relativos a la extracción de materiales de excavación

El material removido de una zona en obra, debe ser apilado y cubierto con plástico o adecuado previamente para ser utilizados en rellenos, terraplenes o trasladado a los sitios de disposición final de acuerdo con el comitente.

Cuando la calidad del material lo permita, se aprovecharán los materiales para realizar los rellenos o como fuente de materiales constructivos para terraplenes, con el fin de minimizar o evitar la necesidad de explotar otra fuente y disminuir los costos ambientales y económicos.

En caso de realizarse acopios de tierra, se deberá atenuar las emisiones atmosféricas de polvos y partículas mediante el rociado con agua de las superficies expuestas al viento. En caso de realizarse traslados de los mismos se intentará efectuarlos en estado de barros consistentes.

Se deberá seleccionar una ubicación adecuada donde no existan áreas edificadas, de común acuerdo con el comitente, concentrándose en los acopios en las zonas disponibles.

No se deberá rellenar por encima de la cota de terrenos circundante. Se deberá asegurar un drenaje adecuado y se impedirá la erosión de suelos allí acumulados.

Cuando los trabajos estén finalizados, se deberán retirar de la vista todos los escombros y acumulaciones de material hasta dejar las zonas de trabajo limpias y despejadas.

- Aspectos relativos a desvíos temporarios en el sistema de drenaje superficial

Los desvíos temporarios deberán ser realizados dentro del sistema existente, evitando transferir volúmenes a áreas linderas y analizando la capacidad de evacuación de los mismos y adaptando el desvío a una recurrencia razonable. Teniendo en cuenta las pendientes generales del terreno en toda el área de estudio, las cuales se desarrollan en sentido Suroeste-Noreste, se recomienda que la excavación y conformación del bordo de tierra se realicen sobre margen derecha, es decir, del lado Este del canal. Esto evitará que el agua en caso de desbordes desborde hacia los campos y no hacia la localidad.

Todas las excavaciones deberán contemplar las obras de contención y desvío que evitan la inundación de las zonas aledañas.

Se deberán adoptar las medidas para garantizar el tránsito de vehículo y personas en las zonas donde por razones inevitables se produzca la acumulación de aguas pluviales, equipos o materiales.

- Aspectos relativos a la protección de las aguas

Los materiales o elementos contaminantes tales como combustibles, lubricantes, aceites, etc. nunca deberán ser descartados en desagües o cerca de ningún cuerpo de agua o napa freática.

Deberá evitarse el escurrimiento de las aguas de lavado de los equipos mecánicos a esos cursos, así como de cualquier otro residuo proveniente de las operaciones de mantenimiento y otras operaciones de limpieza.

Por ningún motivo el contratista podrá efectuar tareas de limpieza de sus vehículos o maquinarias derivando las aguas al sistema pluvial sin tratamiento previo.

Se evitará cualquier acción que modifique la calidad y aptitud de las aguas superficiales o subterráneas en el área de la obra.

- Aspectos relativos al funcionamiento

Se recomienda que, una vez ejecutada la obra, se ejecuten mantenimientos en periodos anuales, a fin de garantizar un óptimo funcionamiento hidráulico del sistema. Cabe destacar que el

crecimiento de malezas como así también la sedimentación en estas estructuras va limitando la capacidad, y volviéndose menos eficiente. Para ello, se recomienda previo a cada temporada de lluvia la limpieza total de la obra.

Se exige la reparación inmediata en caso de averías en cualquier punto del sistema de drenaje.

## 26. Conclusión

Como conclusiones generales se puede comentar que, de acuerdo a la topografía y la problemática abordada, se proyectó la sistematización para los escurrimientos superficiales de la cuenca rural que afecta a la localidad de Tío Pujio en el extremo Oeste y Norte. Este proyecto considera una obra de entubado en Ø800mm de diámetro por calle Jujuy, tramo entubado en sección 1.20 x 0.80m en conducto reforzado para el tramo de acceso a la Planta Saputo, nuevas alcantarillas, tramo de canalización a cielo abierto por propiedad de la firma Lactodan S.A. y finalmente canal periurbano por Av. República Argentina hasta intersectar con las alcantarillas del Arroyo Las Mojarras. Se incluyen además obras de captación (Sumideros) e interferencias con los servicios de Gas y Agua Principalmente.

Entendiendo que las obras de drenaje urbano, en especial las localidades que se ven influenciadas por aportes rurales externos, deben dar respuesta satisfactoria ante los riesgos que suponen las precipitaciones al normal desenvolvimiento de las actividades de la urbanización y a su vez seguridad de las viviendas, edificios públicos e infraestructura en general frente a las urbanizaciones. Y que asimismo se deben encontrar soluciones que sean económicamente viables y adaptadas a la realidad de las Localidades. Es así que en el delicado balance entre riesgo y capacidad de respuesta se ha resuelto la problemática de forma aceptable

La obra es fundamental en el ordenamiento hídrico del sector en estudio, el cual es afectado durante la temporada de precipitaciones causando inundaciones, que generan pérdidas económicas, sociales y ambientales de orden público y privado.

Es importante destacar que, para los horizontes analizados en el estudio, desde una óptica ambiental, el proyecto presentado es compatible con el entorno, de bajo impacto ambiental, de alta persistencia y sinergia en la zona de implantación, por lo que se recomienda su ejecución.

## 27. Bibliografía

- Memoria descriptiva
- Pliego de especificaciones técnicas
- Pliego de condiciones
- Planos y datos de proyecto
- Cómputo y Presupuesto
- Regiones Naturales de la Provincia de Córdoba

## 28. Webgrafía

<http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-zahcrdoban10.pdf>

[http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/79-sureste\\_cordoba.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/79-sureste_cordoba.pdf)

<http://recursoshidricos.cba.gov.ar/cuencas-hidrograficas/>

[https://www.researchgate.net/figure/300133851\\_fig4\\_Figura-7-Mapa-hidrografico-del-sur-de-la-Provincia-de-Cordoba-incluyendo-los-sistemas](https://www.researchgate.net/figure/300133851_fig4_Figura-7-Mapa-hidrografico-del-sur-de-la-Provincia-de-Cordoba-incluyendo-los-sistemas)

<http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/clima/imagenes/87534.gif>

[http://www.agn.gov.ar/files/informes/2007\\_137info.pdf](http://www.agn.gov.ar/files/informes/2007_137info.pdf)

<http://recursoshidricos.cba.gov.ar/cuencas-hidrograficas/>