

INFORME
SANEAMIENTO Y OBRAS DE
ACCESIBILIDAD BASICA
ANEXO I

PROYECTO NUEVO RELLENO
SANITARIO

Ref: Expte. 01801-0045002-1

MUNICIPALIDAD DE SUNCHALES

SUNCHALES, SANTA FE

Memoria Descriptiva y Técnica

Planos de Proyecto

Diciembre de 2017

DESCRIPTIVA Y TÉCNICA
PROYECTO
“SANEAMIENTO Y OBRAS ACCESIBILIDAD
BASICA PARA RELLENO SANITARIO”
SUNCHALES
INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	3
3	ANTECEDENTES RELATIVOS A LA DINÁMICA HÍDRICA SUPERFICIAL	4
3.1	Breve descripción de la Geomorfología regional y local	4
3.2	Dinámica Hídrica del sector donde se sitúa el terreno	7
4	OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
4.1	Objetivo General.....	10
5	RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	11
5.1	Recorridos de reconocimiento.....	11
5.2	Cartografía.....	11
5.3	Relevamientos.....	11
5.3.1	Datos complementarios	11
5.4	Topografía	11
6	CRITERIOS DE DISEÑO	11
6.1	Características del loteo propiamente dicho	12
6.2	Parámetros Hidrológicos característicos. Definición del TC de cuenca urbana	12
6.3	Definición del Tiempo de Retorno y la Tormenta de Proyecto	13
7	EVALUACION DE LOS DISTINTOS ESCENARIOS DE CALCULO (CONDICION NATURAL, URBANIZADA Y URBANIZADA CON SISTEMA DE REGULACION).....	15
7.1	EVALUACION DE LA CONDICION NATURAL (ACTUAL)	16
7.2	EVALUACION DE LA CONDICION URBANIZADA (FUTURA)	17
7.3	RESULTADOS CONDICION URBANIZADA (con obra de regulación)	19
8	PROYECTO DE OBRAS.....	20
8.1	Proyecto de Obras de Regulacion y Descarga	20
9	VERIFICACION DE OBRA DE REGULACION PARA TR: 100 AÑOS	21
10	CONCLUSIONES.....	22

1 INTRODUCCIÓN

El siguiente informe constituye la memoria descriptiva con las acciones previstas para mitigar el riesgo de inundabilidad de una fracción de terreno ubicada en la zona rural de Sunchales cuyo destino será el emplazamiento del Relleno Sanitario de la Ciudad de Sunchales

El terreno tiene una superficie de 26,28 has y se encuentra empadronado bajo la Partida Inmobiliaria N° 08-11-00 060635/0002.

2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

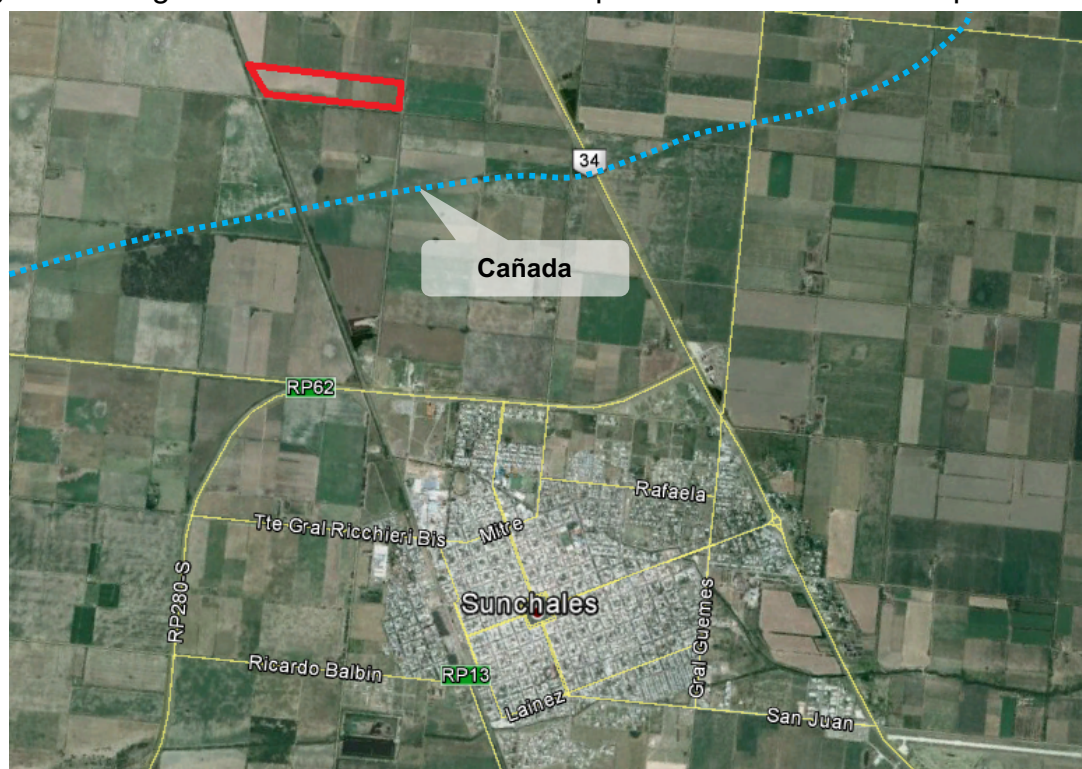
Sunchales es una ciudad localizada en el Departamento Castellanos, provincia de Santa Fe, a la vera de la RN 34, a 40 km al norte de la ciudad cabecera departamental de Rafaela; a 138 km de la capital provincial.

Las Coordenadas de ubicación del predio donde se pretende alojar el Relleno Sanitario 30°54'33.03" Lat. Sur; 61°34'20.01" Long Oeste. Posee una población cercana a los 20.000 habitantes con una tasa intercensal mayor al 3%.

La densidad poblacional es cercana a los 57 Hab/km².

El terreno en estudio se encuentra al Norte de la Ruta Provincial N°62, a unos 2200 m de la misma; a 700 m al sur del terreno en estudio se encuentra una pequeña depresión (cañada) hacia el cual fluyen los excedentes de la cuenca.

La siguiente imagen muestra la ubicación de la parcela dentro del Municipio.



Ubicación Geográfica del emprendimiento bajo estudio dentro de Sunchales

3 ANTECEDENTES RELATIVOS A LA DINÁMICA HÍDRICA SUPERFICIAL

3.1 Breve descripción de la Geomorfología regional y local

Los trabajos que a continuación se presentan corresponden a: (INCyTH, 1981) realizados por el Dr. Martín Iriondo, Geól. Carlos Manavella contenido en el informe “Caracterización hidrológica del río Salado”, INCyTH-CRL, Vol 1 y Vol 2, 1986 ; (Iriondo, 1981, 1987, 2010).

Según Iriondo, 1987, la Provincia de Santa Fe, se encuentra dentro de la llanura Chaco-pampeana cubriendo partes del Chaco Austral: Chaco santafesino, Pampa Norte y Pampa Sur (Fig. 1), una de las más grandes planicies del mundo. Se encuentra inmersa dentro de una llanura formada por sedimentos cuaternarios continentales de decenas de metros de espesor, depositadas sobre formaciones terciarias continentales y marinas. Sus rasgos más importantes son de origen estructural.



Figura 1: Regiones Naturales que componen el territorio Santafesino.
Fuente: Martín H. Iriondo, 2010.

En el paisaje de la provincia de Santa Fe existen evidentes controles estructurales. La provincia está dividida en bloques elevados, hundidos y principalmente basculados, con rechazos de pocos metros. En algunos casos los movimientos sufridos pueden ser acomodamientos modernos de estructuras antiguas, pero en otros se trata sin dudas de estructuras cuaternarias.

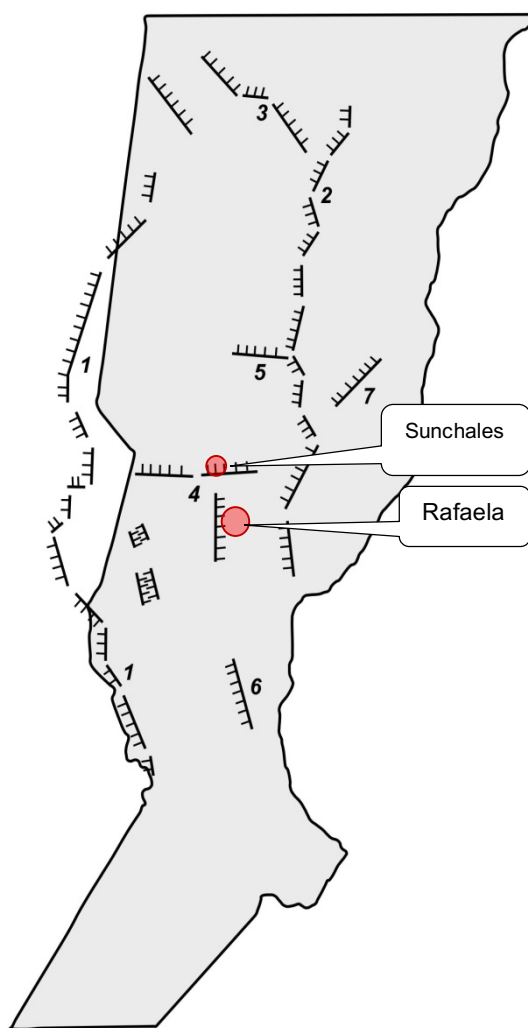


Figura 1: Principales fracturas de la provincia de Santa Fe Fuente: Martín H. Iriondo, 2010.

De acuerdo a la importancia relativa de las fallas, puede definirse un sistema de fracturas de primer orden. Dicho sistema determina los grandes lineamientos del paisaje, sobre el cual actuaron y actúan los agentes exógenos, tales como el agua y el viento. Los elementos estructurales de primer orden tienen orientación general norte-sur. Son básicamente dos. La más importante es la fractura Tostado-Selva (Figura 1), que corre a lo largo del límite con Santiago del Estero y Córdoba, en varios trechos fuera de la provincia de Santa Fe. Esta fractura aparece al norte de Tostado y se extiende hacia el sur hasta el río Carcaraña, a 420 km de distancia. Presenta una traza irregular formada por una sucesión de segmentos rectos de 10 a 30 km de longitud y orientación variable. El Río Salado recorre un trecho al entrar desde

Santiago del estero y la atraviesa en Tostado. El bloque oriental está elevado unos 25 a 30 m con respecto al bloque occidental en la zona de Mar Chiquita (este segmento en la provincia de Córdoba formando el límite de la laguna). El bloque oriental sufrió un basculamiento de dirección oeste-este. El arroyo San Antonio – Tortugas la recorre formando el límite Córdoba – Santa Fe, desde Castelar hasta Cruz Alta. La otra fractura principal corre aproximadamente de norte a sur a lo largo del meridiano de 60° 45'W, falla del Salado, también con traza algo irregular, formado por trechos rectos de 5 a 15 km de largo ([2] Figura 1). Aparece en el área del Golondrinas, cerca del límite con el Chaco y se la puede seguir hasta la ciudad de Santa Fe a 360 km de distancia. Se estima que la edad de estas fracturas corresponde al Pleistoceno Medio (Iriondo 1982). Las fracturas de segundo orden tienen decenas de kilómetros de longitud y orientación variable.

La región centro – oeste de la provincia presenta un sistema de fracturas de rumbo este – oeste y norte – sur. La más importante es la de Sunchales, ([4] Figura 1) con 80 km de longitud en la provincia. Se extiende hacia el oeste en Córdoba, donde afecta a la fractura Tostado – Selva, produciéndole un desplazamiento horizontal de alrededor de 5 km en Altos del Chipión. Forma allí el límite sur de la laguna de Mar Chiquita, con 30 m de rechazo visible. Dentro de Santa Fe en el bloque norte (hundido), se generan cañadas, éstas se extienden aproximadamente 30 km más hacia el este. Por la fractura corre la cañada de Sunchales, la cual presenta elementos morfológicos que indican una cierta evolución de tipo fluvial.

Asimismo se debe resaltar la cuenca del A° Cululú, posee una superficie de 9635 Km² de los cuales 12.5 % se encuentran en la provincia de Córdoba y el resto en la de Santa Fe. Las mayores cotas se encuentran en su sector suroeste en proximidades de San Francisco-Frontera (113.75 m) y las menores en la desembocadura del A° Cululú en el río Salado 17.50 m en proximidades de Cavour. El arroyo Cululú se ubica en el borde este de la cuenca, muy próximo a la divisoria. Tiene su nacimiento en proximidades de la localidad de Elisa donde recibe las aguas del canal Principal N°1, 25 km aguas abajo recibe las aguas del canal Vila-Cululú y, aproximadamente, a 12 km antes de su desembocadura en el río Salado recibe las aguas del arroyo Las Prusianas, como aportes mayoritarios, además existen otros cursos con aportes menores. La pendiente no es uniforme, variando de centímetros a metro por km. Las máximas pendientes se encuentran en el sector sureste en zonas próximas al arroyo Cululú y sus afluentes. Las mínimas pendientes en una amplia zona próxima al límite interprovincial, ruta prov N° 22, desde Bauer y Sigel a Colonia Bossi y en diferentes sectores de la cuenca en áreas de interfluvios.

Las escasas pendientes del sector oeste de la cuenca, ocasionan que durante las lluvias intensas o períodos de exceso hídrico se produzcan anegamiento de extensas zonas. Lo que ha implicado que el gobierno provincial se ocupara de la ejecución de una red de canales para paliar ese inconveniente hídrico. Esta red de canales en situaciones de exceso hídrico se comporta como una red de drenaje.

La cuenca del arroyo Cululú desde el punto de vista morfológico presenta dos áreas perfectamente diferenciadas de acuerdo a las pendientes del terreno y cuyo límite coincide aproximadamente con la ruta nacional N° 34.

3.2 Dinámica Hídrica del sector donde se sitúa el terreno

Como se mencionó anteriormente, la localidad de Sunchales (coincidente con la curva de nivel IGM ≈ 95 msnm) se ubica en una zona topográficamente delicada dentro de la cuenca hidrológica de la Cañada Sunchales, afluente al Arroyo Vila Cululú. Hasta la RN N°34 la Ciudad presenta una particularidad desde el punto de vista del drenaje ya que tiene una divisoria de agua bien marcada en la parte central del pueblo, de allí se desprende parte de la cuenca hacia canales ubicados al norte, centro de la localidad y la parte sur hacia cañada Sunchales.



Figura 2: Carta Topográfica del IGM en la zona bajo estudio.

El clima y las características topográficas determinan condiciones favorables para el asentamiento humano, el cual puede desarrollar distintas actividades económicas. El clima de la zona es templado.

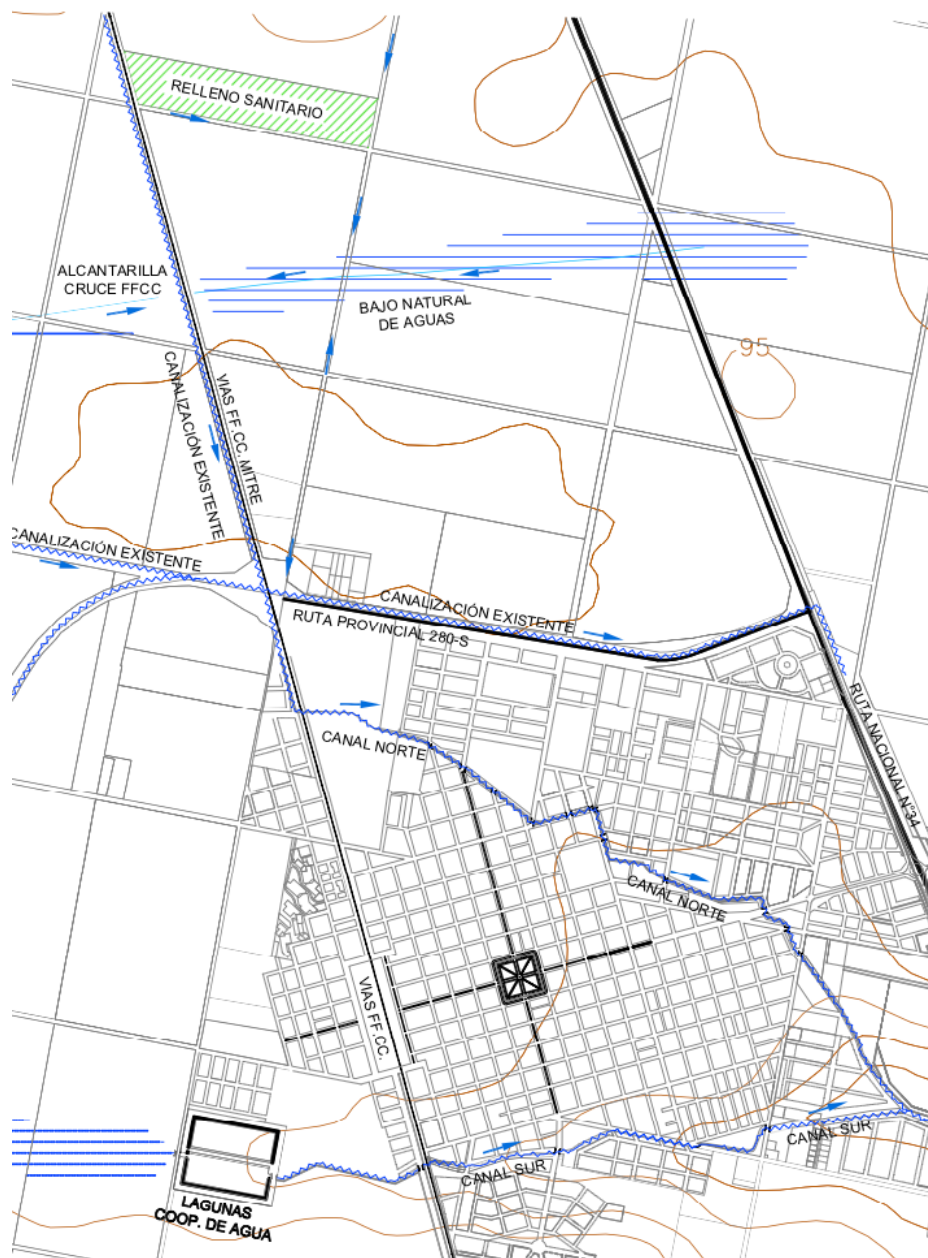


Figura 3: Sentido Natural de escurrimiento en la zona bajo estudio.

En relación al sentido de escurrimiento natural del terreno podemos decir que es preponderantemente hacia el sector Sur, con una leve inclinación hacia el sector Este.

El terreno en estudio linda al Oeste con las Vías de Ferrocarril Belgrano, cuyo terraplén sirve de contención de las aguas que potencialmente puedan escurrir desde el Oeste. Vale aclarar que en coincidencia con el bajo natural existe alcantarilla de cruce; los excedentes son desviados hacia el sur, a canal sobre margen norte Ruta N°280-S.

La siguiente imagen satelital muestra claramente el estado actual del lote bajo estudio. Asimismo se pretende mostrar el drenaje actual en la zona.

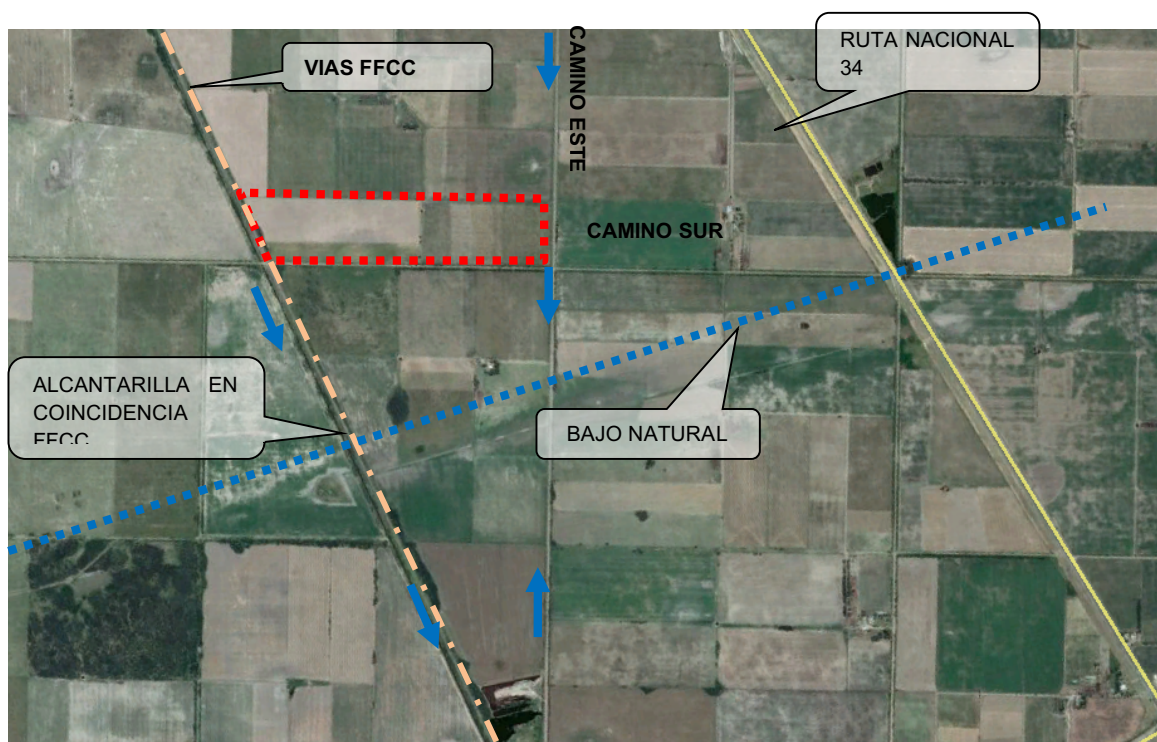


Figura 5: Imagen Satelital con estado actual, previo a la nueva intervención

De la imagen puede observarse que el riesgo de anegamiento del terreno se debe a que el sector no cuenta con obras hidráulicas adecuadas por tratarse de una zona rural.

Por tal motivo se plantearán un conjunto de obras de infraestructura para lograr el saneamiento y la no inundabilidad del predio. Elevar la cota de rasante de los caminos Sur y Este linderos al predio, así como también la conformación del perfil transversal y rectificación pendiente longitudinal de la cañada natural son algunas de las propuestas de obras a ejecutar.

Para el presente trabajo también se consultó un estudio realizado por el Ing. Eduardo A. Roude (Noviembre de 2012) para la Municipalidad de Sunchales sobre los Canales Norte y Sur.

Este estudio fue hecho para alcanzar la factibilidad hídrica - Ley 11.730 y Decreto 3695/2003- de los terrenos de ampliación de la Zona Industrial de la Ciudad de Sunchales pero tiene un estudio general de las cuencas de aporte del distrito Sunchales donde se puede ver el área de aporte del bajo donde se ubica el terreno donde se emplazará el relleno Sanitario.

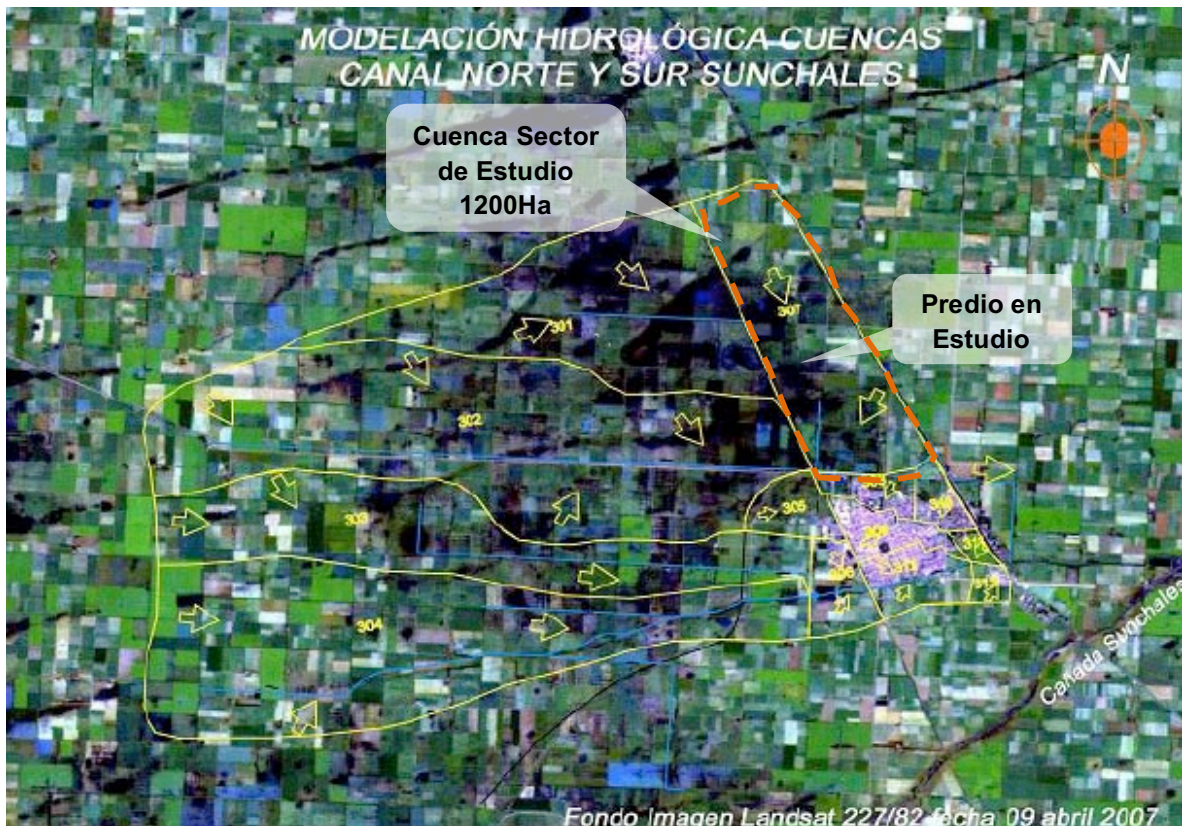


Figura 6: Cuencas Canales Norte y Sur Sunchales – Estudio Ing. E. Roude (Nov. 2012)

4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

4.1 Objetivo General

- Vincular las obras nuevas a las existentes y ordenar los excedentes pluviales generados por el cambio de uso del suelo y alcanzar el “Certificado de aptitud de proyecto de drenaje urbano”, el cual implica la aprobación del proyecto de obra mencionado a cargo de la Secretaria de Recursos Hídricos, dependiente del actual Ministerio de Infraestructura y Transporte.
- El estudio contempla el diseño de las obras hídricas necesarias para que se produzcan las descargas de forma conveniente hacia las líneas de drenaje existentes sin ocasionar aumento en el escurrimiento a causa de un incremento en la impermeabilización del suelo fruto de la urbanización.
- Inicialmente el estudio detalla una breve reseña del drenaje del predio y su entorno, luego se explica el funcionamiento natural de los desagües existentes en el sector a fin de verificar éstas en relación a la incorporación de la nueva fracción a urbanizar.
- Asimismo se dimensionan las obras de regulación necesarias a través del concepto de Impacto Hidrológico “cero”.

- El informe se complementa con planos adjuntos a fin de clarificar conceptos y lograr un rápido entendimiento de lo descripto.

5 RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

5.1 Recorridas de reconocimiento

Se realizaron recorridas a campo a fin de caracterizar la cuenca general de aporte y recabar información para evaluar el comportamiento hidrológico durante eventos extremos tipificados según los registrados en la región.

5.2 Cartografía

Se efectuó la recopilación de los antecedentes cartográficos del Instituto Geográfico Militar, Cartas Topográficas de la República Argentina: (IGM - Instituto Geográfico Militar) Escala 1:50000 Hojas: 3163 - 18 - 4 "Sunchales" Equidistancia 1,25 m e información específica en correlación entre la cartografía mencionada y la necesaria de detalle para un emprendimiento urbano.

5.3 Relevamientos

Los relevamientos topográficos han sido ejecutados sobre los terrenos de la cuenca, es decir, porción urbana con puntos de nivel de pavimentos y mejorados, sentidos de los badenes, alcantarillas, cunetas y canales de desagües,

5.3.1 Datos complementarios

Además, se realizaron dibujos del sector en CAD, planos de curvas de nivel, etc. recolectándose información pluviográfica, y otra similar.

5.4 Topografía

La topografía de la zona es prácticamente plana, de características uniformes y pendientes extremadamente suaves.

Analizando el sector en que se encuentra el terreno, dentro de la Ciudad, se observa la pendiente regional es del orden de 0,001 al 0,003 m/m.

Como se mencionó anteriormente, a escasos 700 m al sur del terreno se encuentra una cañada - bajo natural poco marcado el cual es la salida natural por donde se evacuan los excedentes de la cuenca.

De los antecedentes de lluvias en la ciudad y por su condición de ser una zona con pendiente escasa o nula, se verifica que ante lluvias de moderada recurrencia, suelen producirse anegamientos en la cuenca. Esto se debe a que los escurrimientos comienzan cuando se logra una "pendiente hidráulica mínima", lo cual ocurre (al ser terreno con poca pendiente) anegando grandes superficies de campo.

6 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño se determinarán las lluvias de proyecto y el tiempo de retorno asociados al terreno que se pretende sanear, es decir, para la zona del Complejo

Ambiental las obras de drenaje como cunetas, conductos, sumideros, etc. se corresponden con lo que se denomina como Microdrenaje.

En este caso el diseño se efectuará para un período de diseño de 5 años de acuerdo a la normativa provincial.

En relación a reservorio laminador de crecidas, el mismo se dimensionará para una recurrencia de 50 años y las obras de regulación se diseñan para descargar el caudal generado por lluvias de 5 y 50 años de recurrencia.

6.1 Características del loteo propiamente dicho

En conjunto, el área total del lote tiene una superficie de aproximadamente 26 Has, de forma rectangular, con su lado más largo de una longitud aproximada de 1065 m.

Se define un FIS (factor de impermeabilización del suelo) de acuerdo a las construcciones, caminos internos y playas de estacionamiento y maniobras proyectados. De acuerdo al análisis de las distintas superficies, se obtiene que el porcentaje de impermeabilización total del lote es de 10%; este coeficiente será utilizado al momento de obtener los volúmenes de excedentes generados por el cambio de uso de suelo.

A los fines del cálculo las calzadas, si bien se proponen como "mejorado", las mismas se asumen de hormigón dado que un futuro seguramente se accederá a esa mejora.

En cuanto a la pendiente regional es casi inexistentes (con tendencia a acumular los excedentes pluviales), del orden de 0.0007 m/m con sentido hacia la Ruta Prov. 280S.

6.2 Parámetros Hidrológicos característicos. Definición del TC de cuenca urbana

El tiempo de concentración (TC) de la cuenca urbana se determinó en función de determinadas ecuaciones empíricas, luego se obtuvo un promedio y se redondeo a fin de unificar criterios y simplificar los cálculos. La siguiente tabla muestra parámetros característicos de la cuenca urbana y diferentes ecuaciones para el cálculo del tiempo de concentración.

La cuenca donde se inserta el complejo ambiental tiene una superficie de 26 Ha y una pendiente media de 0.0007 m/m; el tiempo de concentración se calcula para esta cuenca total siendo que es el tiempo en que toda la cuenca está aportando.

				Kirpich	Ramser - Kerby	Federal Aviation Administration	Promedio
Área [Ha]	Longitud [m]	Pend. Media cuenca [m/m]	Long Overland Flow [m]	70 min	96 min	223 min	130 min
26.00	1060.00	0.0007	349.80	1.2 hs	1.6 hs	3.7 hs	2.2 hs

Tabla 1: Parámetros Hidrológicos característicos y definición de TC p/Cuenca Urbana.

- (1) **Kirpich:** Originada en pequeñas cuencas de EEUU ($A < 80$ has), con $3 < Sa < 10\%$. Factor de reducción a aplicar: para canales revestidos: $f=2$; para sup. Imp.: $f = 0,4 T_c$ (Yen 1992)
- (2) **Ramser – Kerby:** El primer término fue definido en 1927 por Ramser para cauces definidos. El segundo término fue propuesto en 1959 por Kerby para el escurrimiento sobre el terreno (Overland Flor) (Hugging et al 1982)
- (3) **Federal AviationAdministration:** pequeñas cuencas con escurrimiento sobre el terreno. Aplicadas muy a menudo a áreas urbanas (Chow et al 1988)

El tiempo de concentración adoptado es de 120 minutos y sale del promedio de los distintos tiempos calculados.

6.3 Definición del Tiempo de Retorno y la Tormenta de Proyecto

La adopción del tiempo de retorno está en función de recomendaciones efectuadas por la literatura específica y por constituir obras del tipo de regulación a nivel local, es decir que afectan a una propiedad o un conjunto menor de propiedades, pero que no se relaciona con un determinado sector de la Ciudad. De acuerdo a las recomendaciones de la provincia, para el cálculo de las obras se utilizaron dos tormentas en función de tiempos de retorno 5 y 50 años respectivamente.

La duración de la tormenta guarda relación con la capacidad de respuesta de la cuenca. En función de ello se representó una lluvia de 360 minutos de duración.

El análisis de las precipitaciones se basó en los estudios antecedentes referidos a la determinación de las Curvas IDF para la ciudad de Rafaela actualizadas al año 2008. El estudio mencionado encuentra la ecuación con la forma de obtener la Intensidad para distintas Duraciones y Tiempos de Retorno.

Siendo:

i: Intensidad

Tr: Tiempo de Retorno

D: Duración

a: 1214,9; b: 0,15713; c: 17,478; m: 0,7555

$$i = \frac{a \cdot T_R^b}{(D + c)^m}$$

En función de ello se presentan los histogramas de proyecto, para la duración de 60 minutos y TR 5, 10 y 50 años, definidos a través de la metodología de Bloque Alterno.

Se define un intervalo de tiempo de 15 minutos en función de la duración de la lluvia.

t(minutos)	TR 5 años	Incremento por Registros actuales	Profundidad Incremental (mm)	Precipitación (Bloque Alterno) (mm)
15	112.81	28.20	28.20	3.43
30	84.68	42.34	14.14	4.55
45	68.82	51.61	9.27	6.88
60	58.49	58.49	6.88	14.14
75	51.17	63.96	5.47	28.20
90	45.68	68.52	4.55	9.27
105	41.38	72.42	3.91	5.47
120	37.93	75.85	3.43	3.91

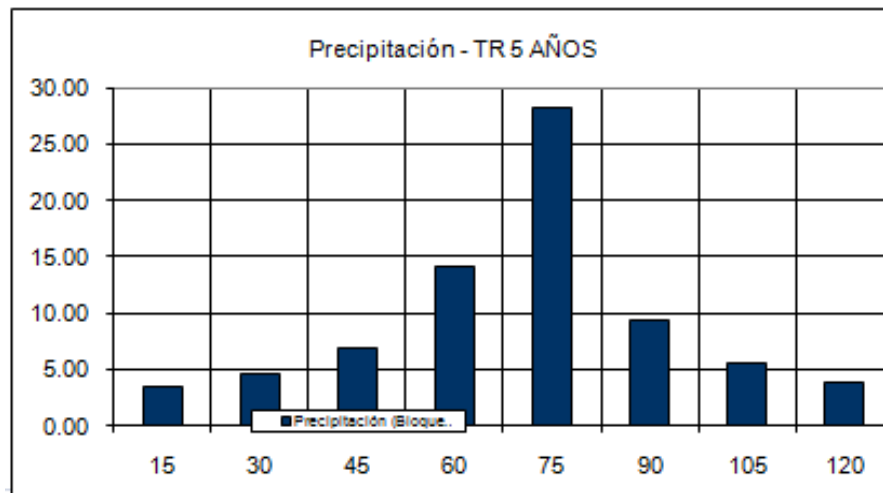


Tabla 2: Tabla y Grafico Hietograma de Proyecto – TR 5 años - Dur: 120 min.

t(minutos)	TR 50 años	Incremento por Registros actuales	Profundidad Incremental (mm)	Precipitación (Bloque Alterno) (mm)
15	161.99	40.50	40.50	4.92
30	121.59	60.80	20.30	6.54
45	98.82	74.11	13.32	9.88
60	83.99	83.99	9.88	20.30
75	73.48	91.85	7.86	40.50
90	65.59	98.39	6.54	13.32
105	59.43	103.99	5.61	7.86
120	54.46	108.92	4.92	5.61

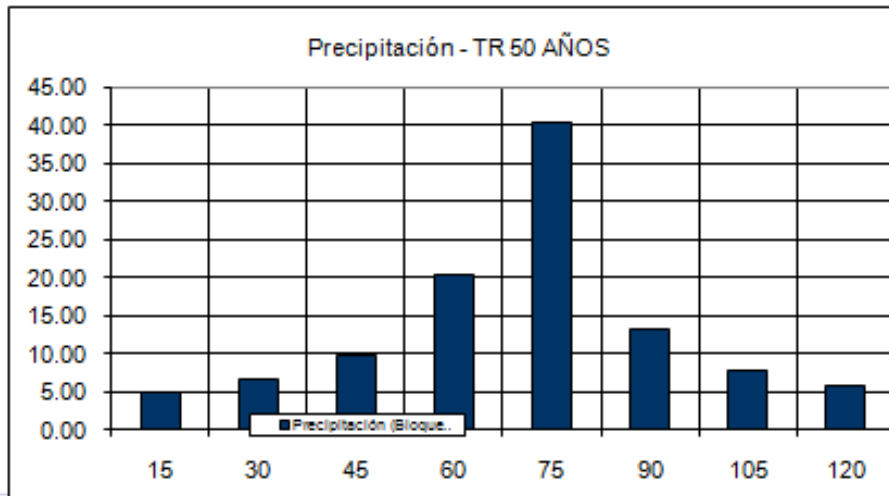


Tabla 3: Tabla y Grafico Hietograma de Proyecto – TR 50 años - Dur: 120 min.

7 EVALUACION DE LOS DISTINTOS ESCENARIOS DE CALCULO (CONDICION NATURAL, URBANIZADA Y URBANIZADA CON SISTEMA DE REGULACION)

Se modelaron con SWMM las cuencas definidas en el estudio para los diferentes tiempos de retorno (5 y 50 años) y escenarios de cálculo (actual natural y un escenario futuro con y sin obras de regulación).

Se definió como **punto de control 1** la cuneta en intersección de caminos públicos ubicados al este y sur del predio en estudio. En este punto se verificará que los caudales no se incrementen con el desarrollo del Complejo Ambiental, es decir, se asegure el "Impacto Hidrológico Cero"



Figura 7: Punto de Control de excedentes pluviales.

7.1 EVALUACION DE LA CONDICION NATURAL (ACTUAL)

Se obtienen los caudales del emprendimiento - **punto de control 1-** para la situación actual para tormentas de recurrencia 5 y 50 años y duración 120 minutos.

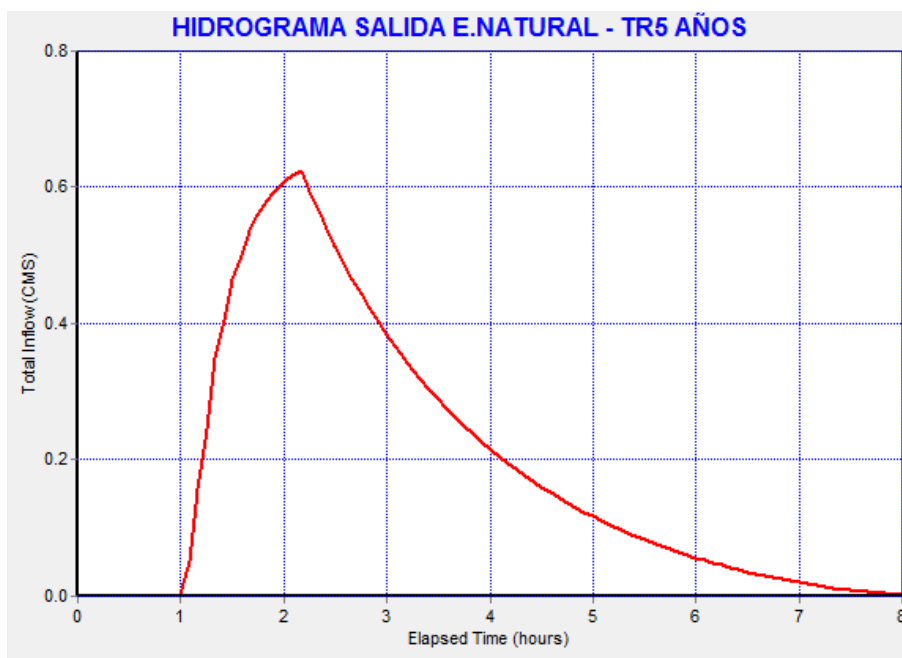


Figura 8: Hidrograma resultante Estado Natural - TR 5 años. Qp_N : 0.63 m³/s.

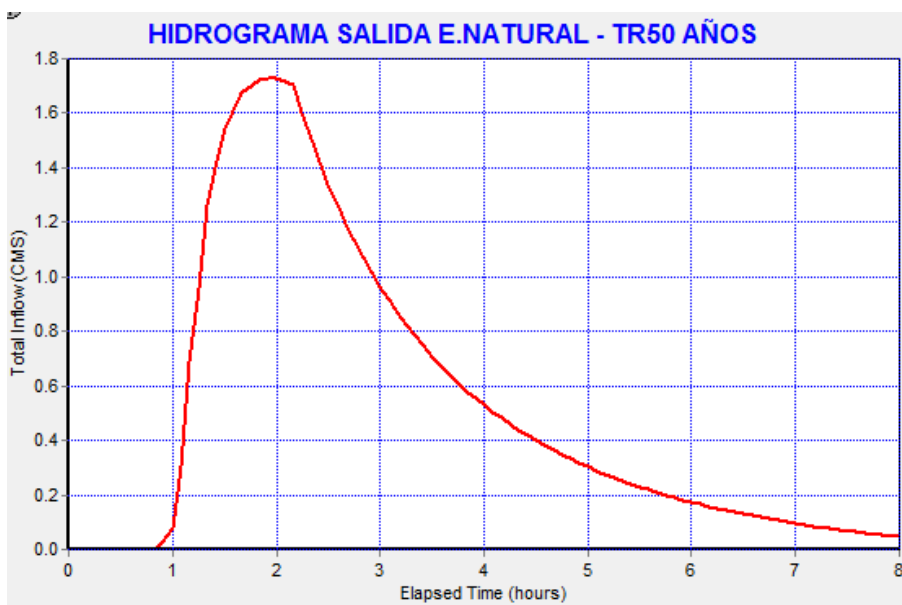


Figura 9: Hidrograma resultante Estado Natural - TR 50 años. Qp_N : 0.63 m³/s.

7.2 EVALUACION DE LA CONDICION URBANIZADA (FUTURA)

Para la situación futura (lote desarrollado) se simulan las respuestas de la cuenca para las mismas tormentas (lluvias de recurrencia 5 y 50 años y duración 120 minutos) y con una impermeabilización del 10% según lo calculado en ítem 6.1.

A continuación se muestran los caudales del emprendimiento - **punto de control 1-** para la situación futura.

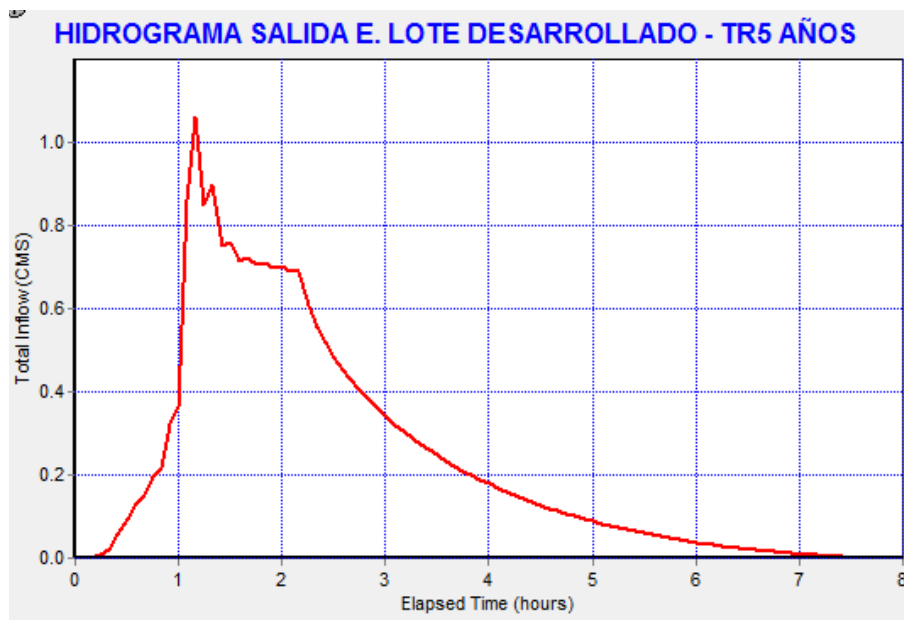


Figura 10: Hidrograma resultante Lote Desarrollado - TR 5 años. Q_p : 1.06 m³/s.

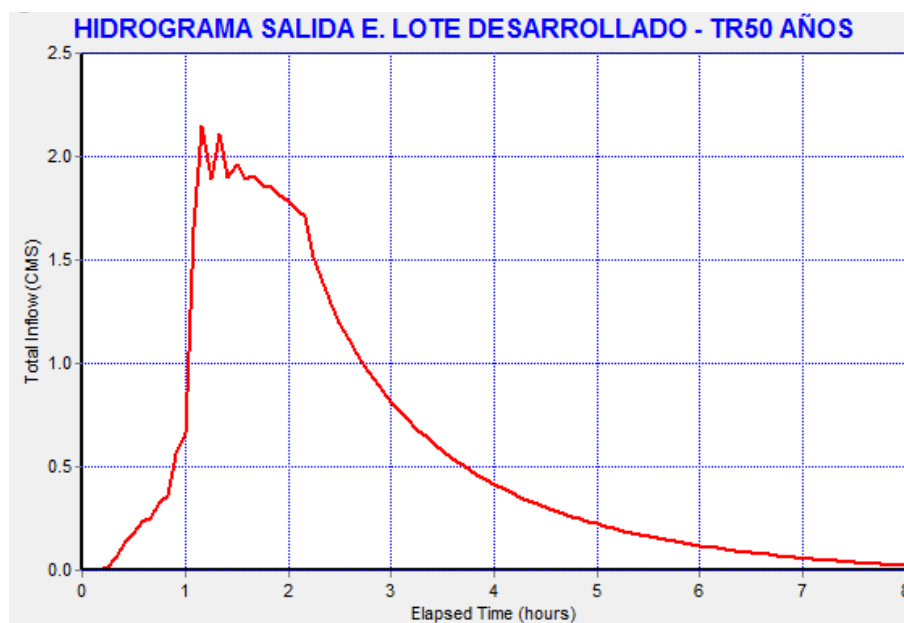


Figura 11: Hidrograma resultante Lote Desarrollado - TR 50 años. Q_p : 2.15 m³/s.

Comparando los hidrogramas en estado natural y futuro (urbanizado) sin obras de regulación se evidencia el incremento en el caudal pico y una aceleración del tiempo al pico.

La siguiente figura muestra de manera gráfica la variación en las dos cuencas en estudio para TR5 y TR50 años.

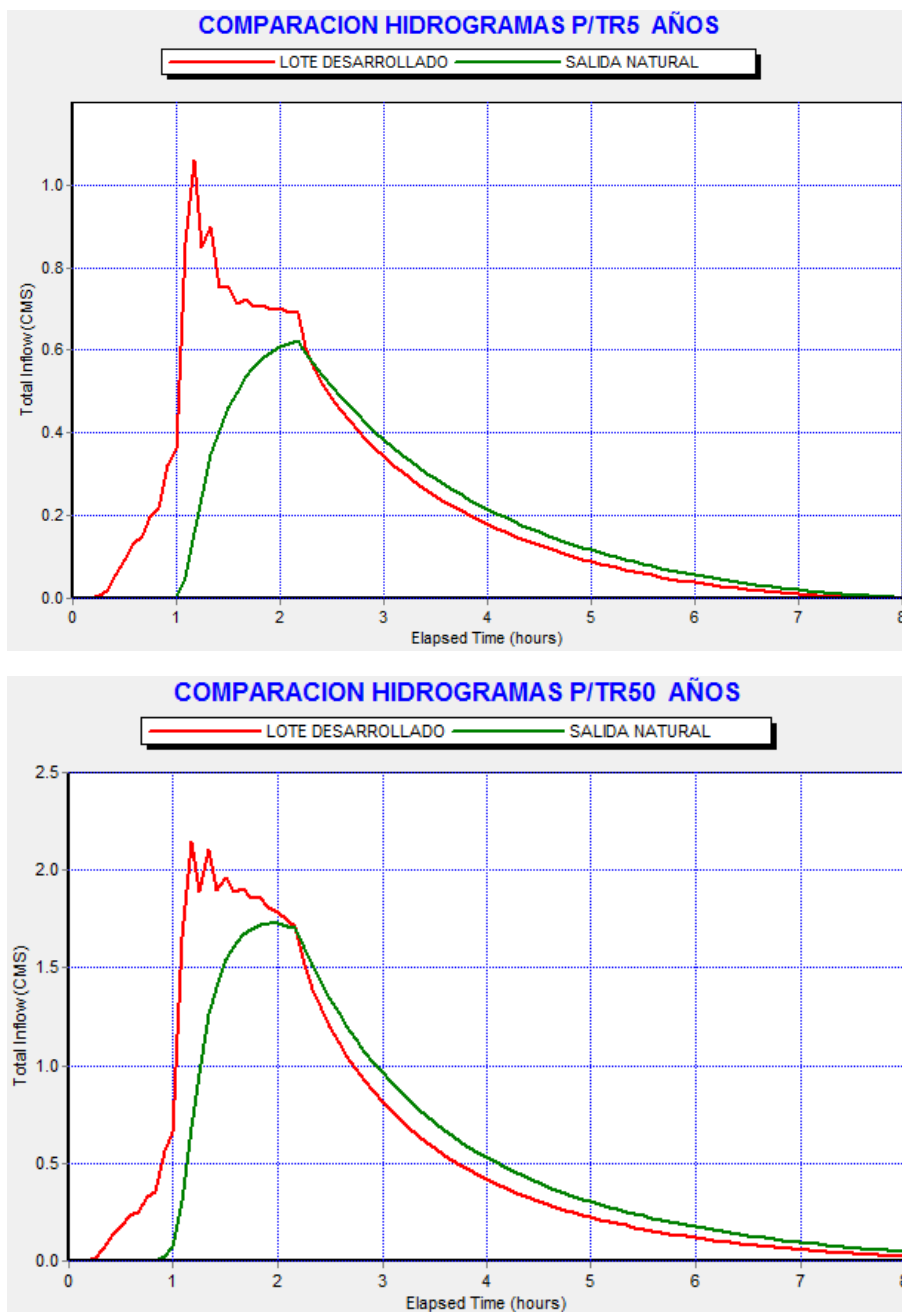


Figura 12: Hidrogramas de comparación Estado Natural Vs. Urbanizado (Futuro) sin Obras de Regulación – TR: 5 y 50 años.

7.3 RESULTADOS CONDICION URBANIZADA (con obra de regulación)

En función de los resultados mostrados, resulta necesario efectuar obras de regulación que permitan mitigar los picos del hidrograma en estado futuro a fin de no generar modificaciones en el escurrimiento hacia aguas abajo. Se propone para esto, diseñar un retardador de crecidas para laminar los caudales fruto de la impermeabilización.

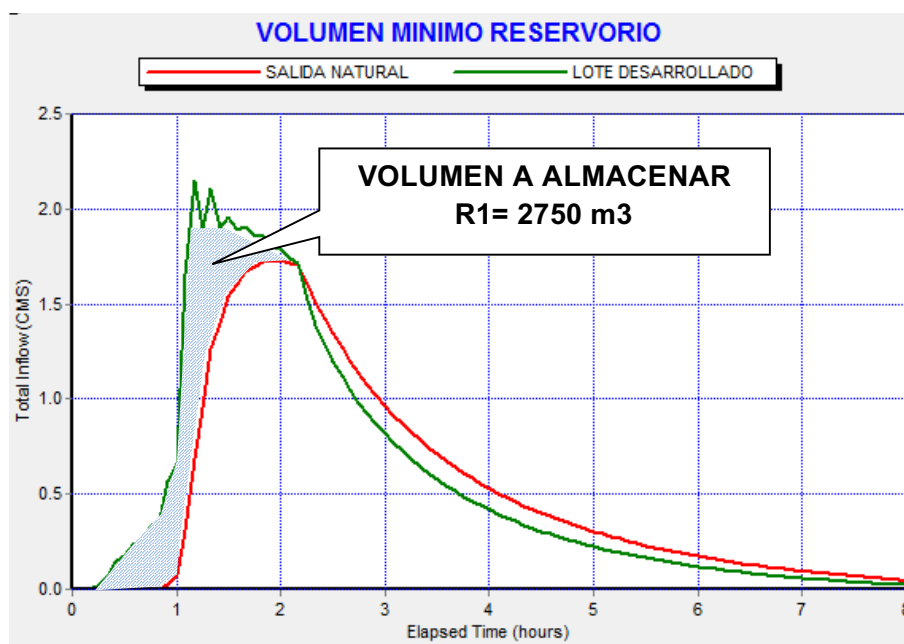
Definición de las medidas de mitigación del impacto hídrico

De la evaluación de los distintos escenarios se trata de calcular el volumen del reservorio necesario en función de los hidrogramas de salida para TR50.

El cálculo del volumen de almacenamiento mínimo necesario para el sistema de retardo se efectúa mediante la comparación de las condiciones pre y post-desarrollo del Lote bajo estudio.

A través del análisis de los caudales pico resultantes para TR50 (condición natural) y TR 50 (condición urbanizada sin regulación) se determinaron los volúmenes totales de flujo de entrada y se calculó el volumen mínimo necesario para el sistema de regulación planteado.

Los resultados se muestran a través de las siguientes gráficas, de donde se extrae que el **Volumen necesario mínimo a almacenar en el Reservorio R1 es de 2750m³**.



Siendo que la profundidad promedio útil de un reservorio (sin revancha) es de 0.50m, esto nos da una superficie en planta de 5500 m² (0.55 Ha).

Debido a que – como se menciono anteriormente - el lugar donde se pretende ubicar el relleno sanitario es una zona con serios problemas de anegamiento y permanencia de agua (varios días) sobre cunetas, caminos y lotes, se prevé aumentar esta superficie a 3 Has y así asegurar una reserva mayor con el objetivo de:

- a- Tener capacidad suficiente para coleccionar el volumen que escurre para una lluvia de recurrencia 50 años y liberarlo al sistema de manera regulada. Del hidrograma de lote urbanizado se obtiene que el exceso de lluvia (precipitación neta) para un evento de 120 minutos de duración y recurrencia 50 años es de 16200 m³; o sea, que asumiendo una profundidad promedio de reservorio de 0.50 m serian necesarios 32400 m² (3.2Ha).
- b- Compensar los volúmenes de relleno - alteos - de caminos, construcciones y celdas del (RS) con mayor superficie excavada a fin de no alterar – modificar las condiciones actuales de los terrenos linderos.

8 PROYECTO DE OBRAS

8.1 Proyecto de Obras de Regulacion y Descarga

En función de los beneficios expuestos, a continuación se muestran las características de los reservorios y de las obras de regulación.

RESERVORIO 1:

- Superficie exterior: 30000 m²
- Profundidad: 0.70 m (con revancha)
- Cota de fondo proy.: 94.40
- Forma: Rectangular (205m x 146 m)
- Recubrimiento: césped natural
- Descargador de fondo: circular diám. 0.40 m
- Vertedero de excedencia: Long: 3 m // h: 0.15 m
-

En planos adjuntos (**Plano N° 09 y 10**) se encuentran los detalles de las obras de regulación, diámetros de descargadores de fondo, cotas, altura y dimensiones del vertedero proyectado.

9 VERIFICACION DE OBRA DE REGULACION PARA TR: 100 AÑOS

A fin de evaluar, el comportamiento del reservorio proyectado y sus dispositivos se determinó la lluvia para dicha condición.

El objetivo es verificar los niveles de agua máximos producidos dentro de las obras de regulación y el comportamiento de las obras de descarga.

A continuación se muestra la curva altura - tiempo del reservorio donde se observa el nivel de agua máximo dentro del mismo para TR 100 años. Este nivel, ayudara a definir la cota mínima de los caminos y obras de infraestructura a realizarse en el complejo ambiental a fin de que no se vean afectados por anegamientos.

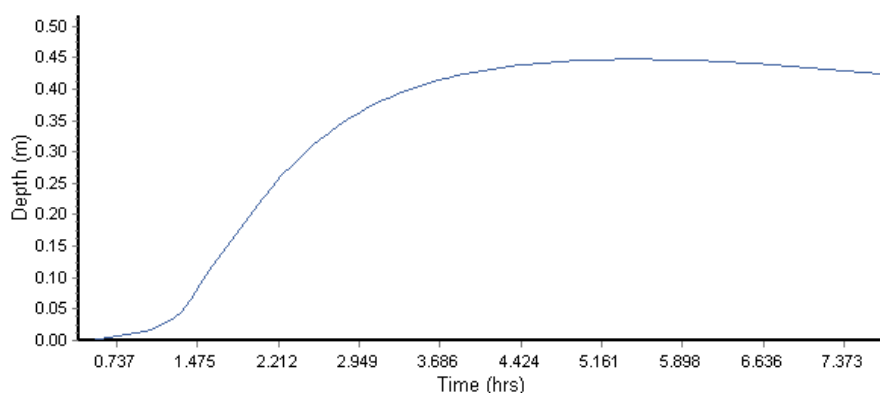


Figura 13: Nivel de agua máximo en R1 para TR100 años

El nivel de agua máximo dentro del reservorio es de 0.45 m, por lo tanto, siendo que la cota de fondo del reservorio es de 94.40, la cota de pelo de agua es 94.85. Por lo tanto, y considerando una revancha de 0.60m, se define como **cota de Umbral Seco el nivel 95.30 msnm.**

La siguiente figura muestra el funcionamiento del vertedero; se deduce que para el evento calculado tampoco entra en funcionamiento. Esto se debe a que la obra fue sobredimensionada con la finalidad de tener la capacidad de almacenar todo el excedente que escurre en el lote sin producirse desbordes ni afectar lotes vecinos.

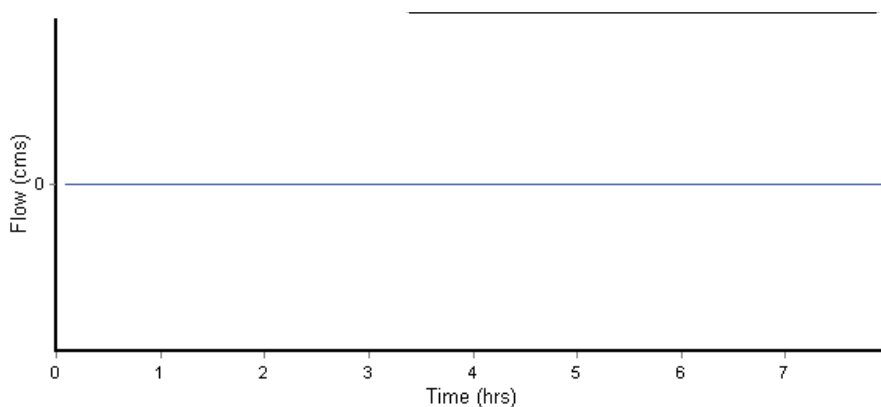


Figura 14: Vertedero Pico de Pato - TR100 años

10 CONCLUSIONES

En función del estudio desarrollado se concluye lo siguiente:

- Se efectuaron los cálculos hidrológicos e hidráulicos de una fracción de terreno ubicada en la zona norte de la ciudad de Sunchales, provincia de Santa Fe a fin de satisfacer con la normativa vigente definida por la **Secretaría de Recursos Hídricos, dependiente del actual Ministerio de Infraestructura y Transporte bajo Resolución 736/2016.**
- Tanto el sistema de drenaje planteado como así también la distribución en planta y las circulaciones internas están consensuadas y aprobadas por la Municipalidad de Sunchales.
- El sistema funciona en forma autónoma a las presentes consideraciones.
- El proyecto se encuadra dentro de las posibilidades del entorno, verificándose que las obras no obstaculicen el normal escurrimiento de las aguas ni afecten a los lotes linderos para las recurrencias de diseño.
- A fin de no incrementar los caudales de escurrimiento hacia aguas abajo, fruto de la impermeabilización futura del suelo, se plantea la materialización de un reservorio y obra de regulación (descargadores de fondo y vertedero) para descargar –de manera controlada- los caudales generados por tormentas de 5 y 50 años de recurrencia y así lograr "congelar hidrológicamente" la situación actual, es decir, previo a la urbanización.
- El reservorio se calculo para poder almacenar el volumen total escurrido en un evento de recurrencia 50 años. Esto se planteo debido a que el lugar donde se pretende ubicar el relleno sanitario es una zona con problemas de anegamiento y permanencia de agua de varios días sobre cunetas y lotes con lo cual un mayor volumen destinado al laminador permitirá compensar volúmenes de relleno de caminos y celdas y además lograr tener capacidad para almacenar el volumen que escurre para una lluvia de recurrencia 50 años y liberarlo al sistema de manera regulada.
- En base a lo establecido por la normativa vigente, se efectuó la verificación del comportamiento de esta obra de regulación para una determinada condición meteorológica (TR 100 años)
- Los resultados obtenidos muestran que no se producen desbordes por encima del nivel máximo del reservorio.
- Por último y en base a esto se definió la **cota 95.30 como “nivel de umbral seco”**, a fin de que las obras de infraestructuras a ejecutar tengan un nivel superior o igual a este asegurando la no inundabilidad de las instalaciones.