

Montevideo, 02 de mayo de 2017.

Solicitud de estudio de impacto de aguas pluviales para el padrón N° 1686 de Pando (ByPass Pando y Ruta 8), Departamento de Canelones

MEMORIA DE CÁLCULO

1. Introducción

Este informe se analiza el impacto de la escorrentía pluvial del padrón 1686, ubicado en la localidad de Pando, en el Departamento de Canelones. En el predio se encuentra el Parque Científico y Tecnológico de Pando.

En particular, se verifica el impacto de las construcciones en la escorrentía pluvial y se diseñan las estructuras necesarias para satisfacer la condición de diseño.

De acuerdo a la normativa vigente, la condición de diseño crítica implica que una lluvia con tiempo de retorno de 10 años para las no produzca una escorrentía mayor a una lluvia con tiempo de retorno 2 años y una impermeabilización máxima del terreno de 500 m².

En la Figura 1 se muestra una imagen satelital del padrón.



Figura 1: Imagen satelital del padrón – Fuente: Google Earth.

El predio de referencia, tiene un área total de 67872 m². En la figura siguiente se muestra un plano con relevamiento del terreno.

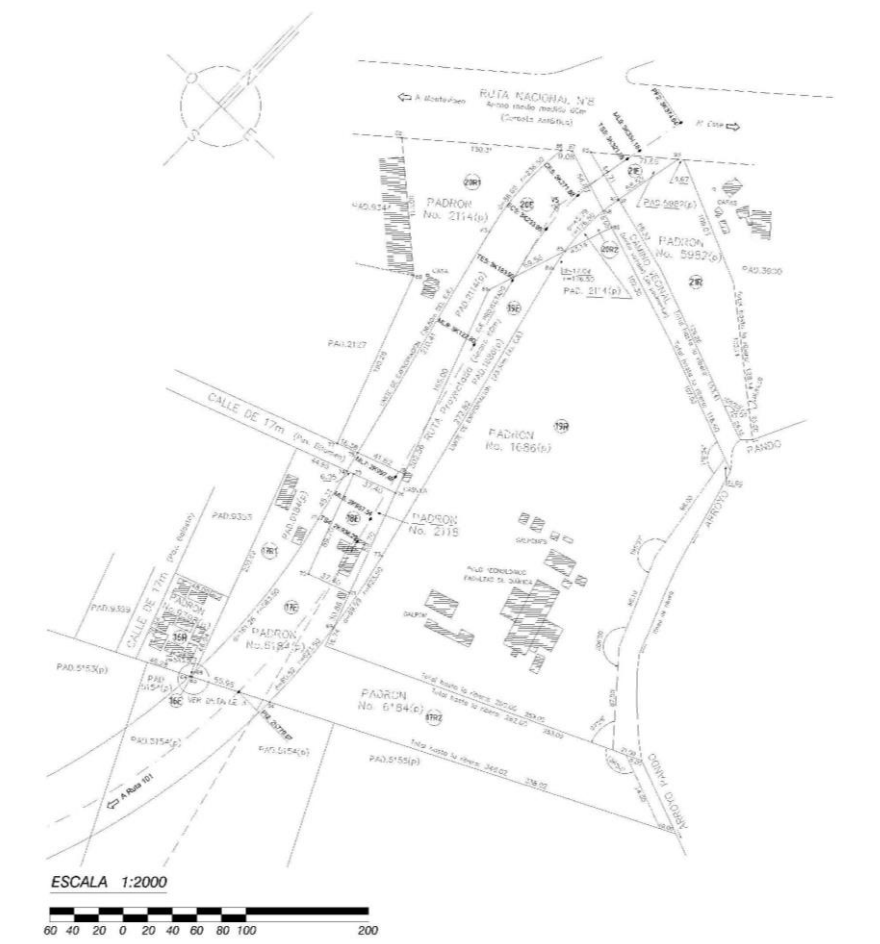


Figura 2: Plano de agrimensura del terreno – Referencia: Plano de mensura expropiación y remanente - Cap. 12933 Topografía.

Como se observa a la derecha del terreno existe un curso de agua (arroyo Pando) donde descargan los efluentes pluviales del predio.

El padrón no recibe efluentes pluviales significativos de cuencas externas.

La totalidad de la superficie del padrón es de 67872 m². En la tabla a continuación se discriminan las áreas del padrón según la cobertura.

Cobertura	Área (m ²)
Pasto	17695
Bosque	39570
Hormigón	9055
Balasto	1552
Área total	67872

Se observa que el padrón presenta un gran porcentaje de área sin intervenir, en particular, área de bosque. A su vez, se tiene que las construcciones del predio se encuentran concentradas en un área, como se puede observar en la imagen satelital. Por esta razón, se decidió trabajar sobre el área sin intervenir, entendiendo que no tiene sentido laminar la zona de árboles. Se tiene que ésta zona escurre naturalmente hacia el arroyo Pando, no presentando mayores afectaciones sobre los predios linderos, ni con el sistema de drenaje pluvial de la zona del emplazamiento.

El área de estudio se definió desde el borde del predio, hacia la calle frentista (ByPass Pando– Ruta 8), hasta el arroyo, abarcando las áreas de construcciones, según se muestra en Figura 3.



Figura 3: Área del padrón a laminar.

El área a estudiar la escorrentía pluvial tiene una superficie total de 38484 m². En Figura 4 se muestra sobre una imagen satelital, las construcciones existentes en el preido (algunas de ellas no registradas sobre la imagen satelital). A continuación se presenta la discriminación de áreas por cobertura de suelo.

Cobertura	Área (m ²)
Pasto	17695
Bosque	10182
Hormigón	9055
Balasto	1552
Área total	38484



Figura 4: Construcciones existentes.

2. Parámetros de diseño

Para definir el coeficiente de escorrentía (porcentaje de la lluvia que escurre) para cada superficie del predio se adoptaron los siguientes valores:

Tipo de cobertura	Coeficiente (%)
Terreno natural	20%
Áreas cultivadas	35%
Caminería de balasto o piedra compactada	85%
Techos y pavimentos de hormigón	85%

Se estudió la escorrentía natural de la zona a estudiar, y se identificaron 4 cuencas, mostradas de manera esquemática en la Figura 5.



Figura 5: Cuencas identificadas en el área de estudio.

Las cuencas presentan áreas y coberturas diversas, según se muestra en la tabla a continuación.

Cuenca	Hormigón	Balasto	Pasto	Bosque	Total (m ²)
1	729	0	3114	0	3843
2	1181	498	3167	0	4846
3	7145	1054	11414	0	19613
4	0	0	0	10182	10182
Total (m ²)					38484

Como se observa, la cuenca 4 es una cuenca inalterada, con cobertura de bosque. La misma escurre naturalmente hacia el arroyo. Dado que no se proyectan construcciones en esta área, la misma no se laminará.

Por otra parte, la cuenca 1, escurre naturalmente hacia la cuneta frentista al predio. En este caso, se prevé la construcción de cunetas que permitan la correcta evacuación de las pluviales de la cuenca. No se laminará el caudal generado en la misma, absorbiendo sus efectos por las otras cuencas.

2.1. Tormenta de Diseño

2.1.a. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de las lluvias para este terreno se estimó en 10 minutos.

2.1.b. Tormentas de diseño

Se consideraron para el cálculo de la escorrentía una tormenta de diseño con un período de retorno de 2 y 10 años con un paso de 10 minutos y una duración de 12 horas.

Las tormentas de diseño se realizaron por el denominado método del bloque alterno y utilizando las curvas de Montana para las relaciones intensidad, duración, frecuencia.

A continuación se muestran los gráficos de las tormentas de diseño consideradas.

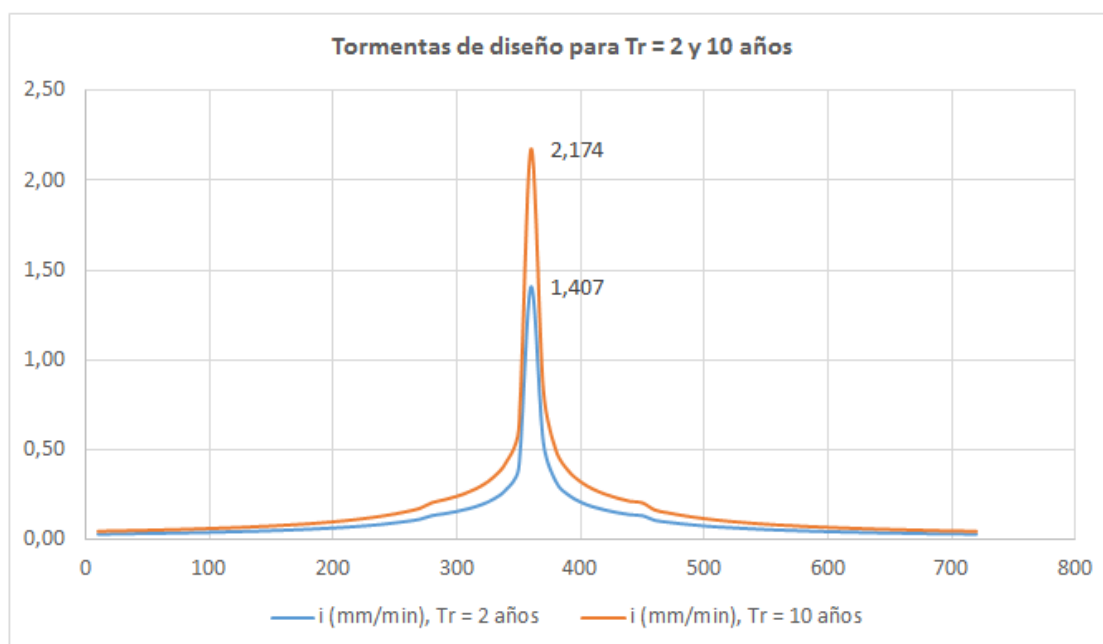


Gráfico 1: Tormentas de diseño.

3. Caudal Máximo Admisible

El objetivo de este estudio es verificar que el caudal máximo de vertido de aguas pluviales no supere la condición de diseño.

De acuerdo a la normantiva vigente en el departamento de Canelones, “para superficies mayores a 1000 m^2 , se verificarán situaciones dcon 10 años de período de retorno, siendo el caudal máximo a descargar el correspondiente a 2 años de recurrencia con 500 m^2 impermeables”.

Se halló el escurrimiento máximo asociado a un período de retorno de 2 años, con una impermeabilización del suelo de 500 m^2 con coeficiente 0,85 y el resto del área pasto, con coeficiente 0,2. Se incluyó también, el bosque natural, presente en la cuenca 4, con coeficiente 0,23.

Por lo tanto el caudal máximo admisible de aguas pluviales se estima en:

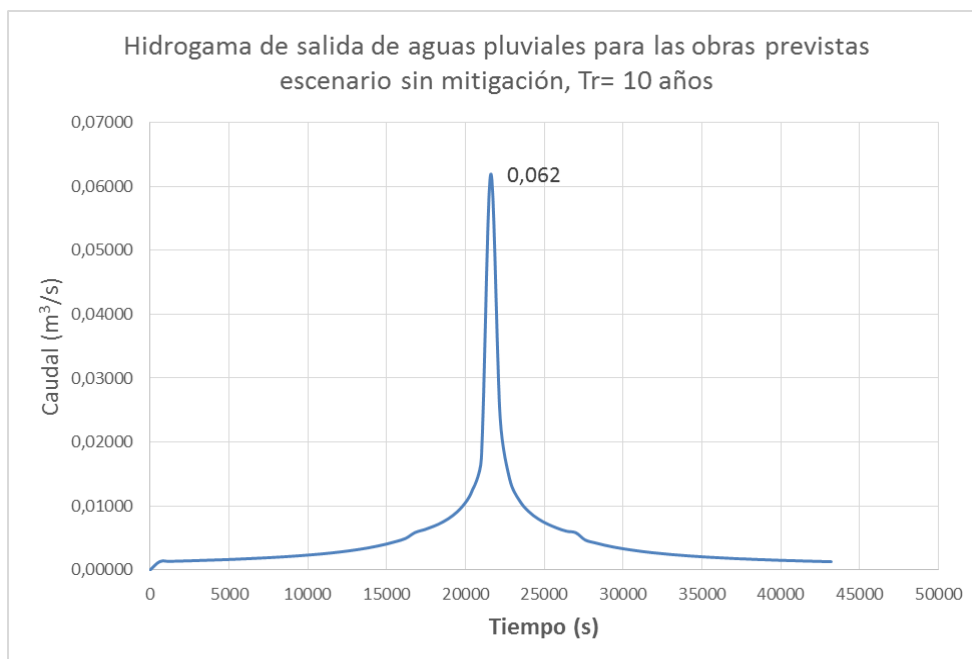
$$Q_{\max} = 195 \text{ l/s}$$

4. Cálculo del caudal de aguas pluviales del emprendimiento.

Para la determinación del caudal de aguas pluviales correspondientes al emprendimiento se utilizó el método racional para una tormenta con período de retorno de 10 años adoptando los coeficientes de escorrentía mencionados anteriormente para cada subcuenca.

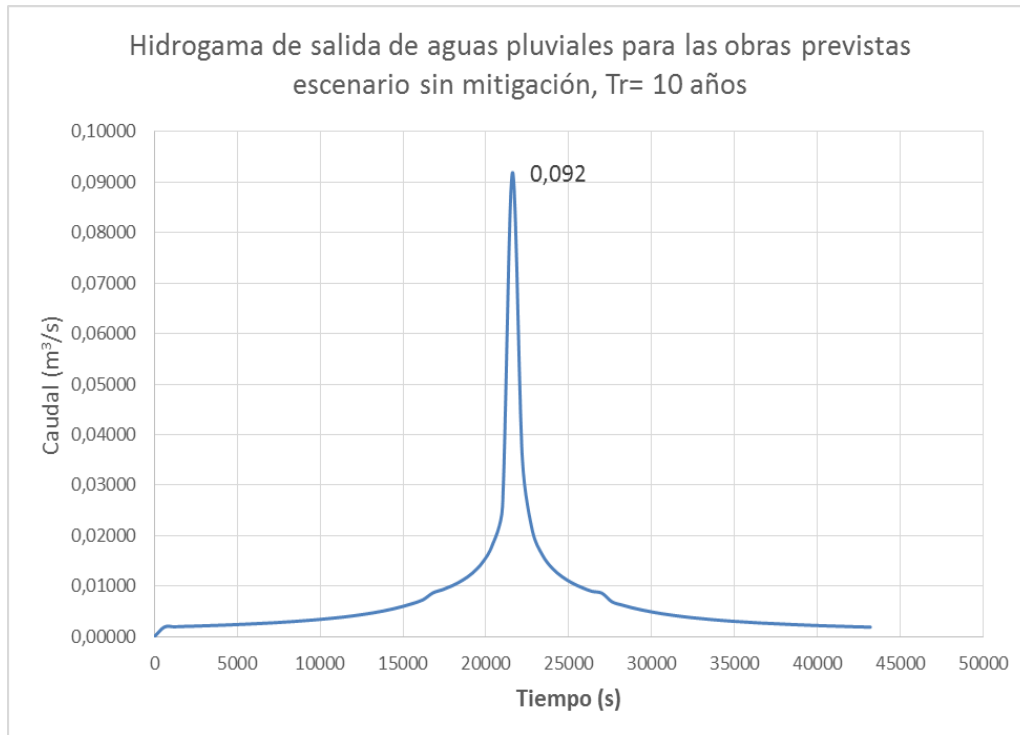
A continuación se muestran los hidrogramas obtenidos para cada cuenca del área de estudio.

4.1. Cuenca 1



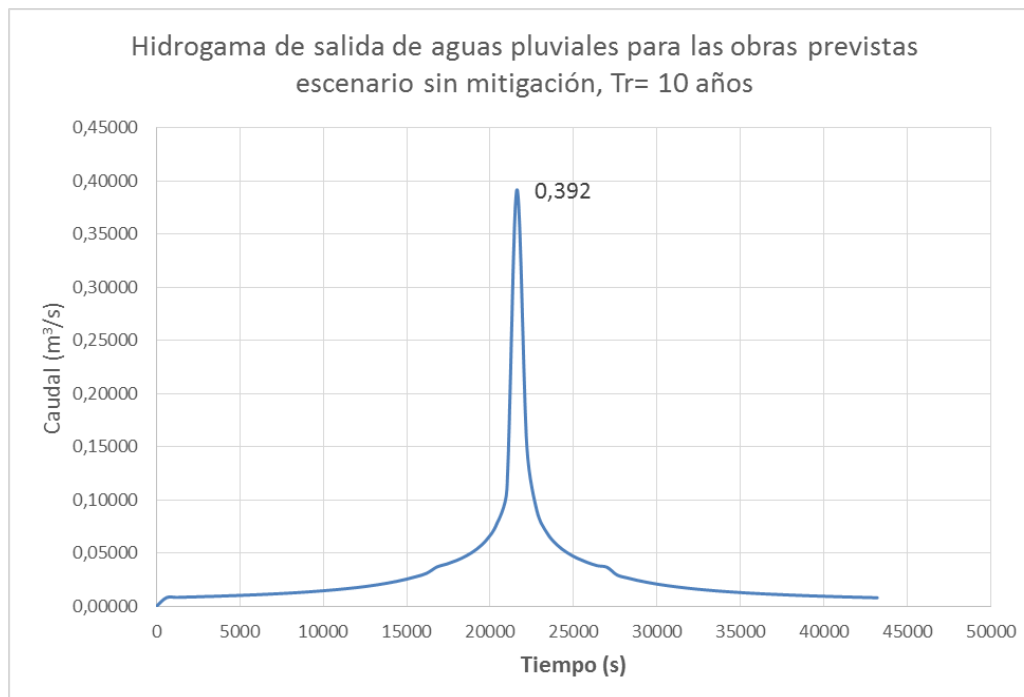
En el gráfico anterior se observa que, el caudal máximo de aguas pluviales que se producirá por las construcciones para la tormenta considerada, incluyendo las obras en la cuenca es de 0,062 l/s.

4.2. Cuenca 2



En este caso, el caudal máximo de aguas pluviales que se producirá para la tormenta considerada, incluyendo las obras en la cuenca es de 0,092 l/s.

4.3. Cuenca 3



El caudal máximo asociado a la tormenta de diseño considerada para esta cuenca es de 392 l/s.

5. Cálculo de la amortiguación de aguas pluviales.

De acuerdo a las tormentas de diseño consideradas, se tiene que el caudal máximo generado en la zona de estudio del predio, es de 546 l/s.

De acuerdo al caudal máximo admitido, se tiene entonces que el caudal a laminar es:

$$Q_{\text{laminar}} = 351 \text{ l/s}$$

El objetivo de la amortiguación propuesta es disminuir el caudal máximo de aguas pluviales correspondiente a las obras (aproximadamente 546 l/s) hasta un valor que no supere el caudal máximo de aguas pluviales admisible (aproximadamente 195 l/s) para la tormenta de diseño considerada.

5.1. Hidrograma de entrada.

El hidrograma de entrada a la amortiguación es el correspondiente al previsto para el escenario de las obras previstas que se mostró en el capítulo anterior.

5.2. Hidrogramas de salida

El Hidrograma de salida, se obtiene a partir de la resolución en diferencias finitas de la ecuación de balance de masa en la amortiguación.

Las condiciones utilizadas para resolver esta ecuación para cada cuenca son:

- El recipiente es prismático (volumen = superficie * variación de nivel)
- El caudal de la descarga de la estructura de amortiguación está determinado por la ecuación de descarga de una tubería circular con descarga libre. Luego, el caudal se conduce al Arroyo Pando.

Las superficies de laminación propuestas se detallan a continuación:

Cuenca	Área de cuenco de amortiguación	Altura propuesta (m)	N° de salidas	Diámetro de salida (mm)
2	150		1	110
3	550		2	200

5.3. Resultados del tránsito de aguas pluviales en las amortiguaciones

A continuación se muestran los gráficos correspondientes a los hidrogramas de entrada y salida calculados para las obras presentes en el predio, en las condiciones mencionadas anteriormente para las cuencas 2 y 3 a laminar.

En el plano “Estudio de Amortiguación de pluviales - Parque Científico y Tecnológico de Pando”, se muestran las estructuras de laminación propuestas.

5.3.a. Cuenca 2

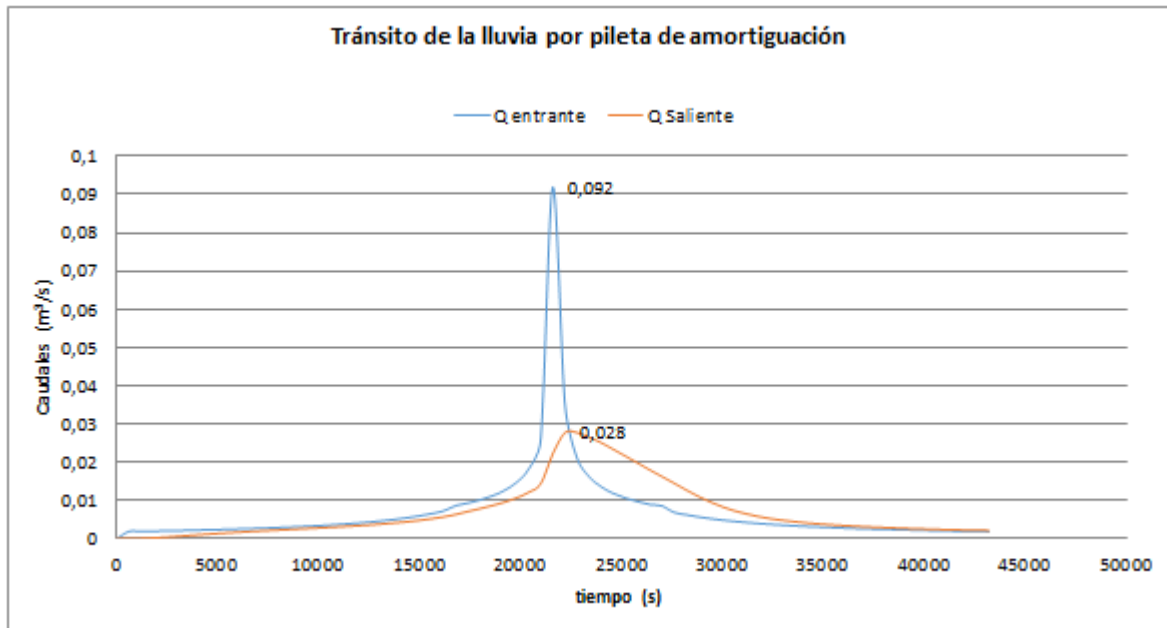


Gráfico 2: Tránsito de lluvia por pileta de amortiguación, cuenca 2.

En el gráfico anterior, se observa que el caudal máximo de salida de la estructura de laminación es de 28 l/s. Por su parte, en el gráfico a continuación se tiene que el nivel máximo alcanzado dentro de la estructura será de 0,54 m, inferior a la altura para la estructura propuesta.

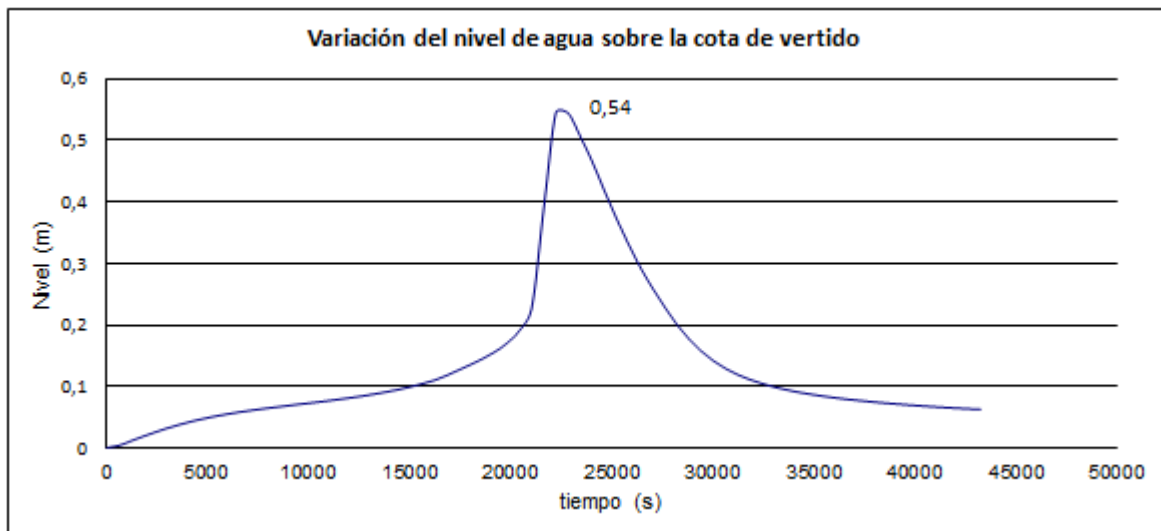


Gráfico 3: Variación de nivel en estructura de laminación propuesta, cuenca 2.

5.3.b. Cuenca 3

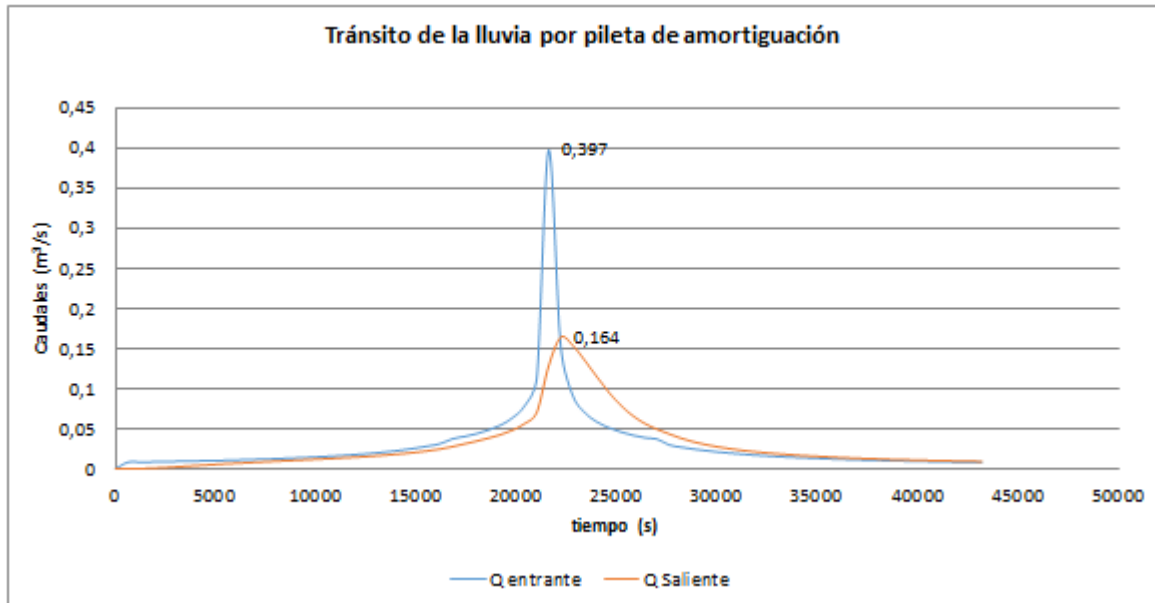


Gráfico 4: Tránsito de lluvia por pileta de amortiguación, cuenca 3.

En este caso se tiene que el caudal máximo saliente de la estructura de laminación será de 164 l/s, siendo el nivel máximo alcanzado en la estructura de 0,55 m.

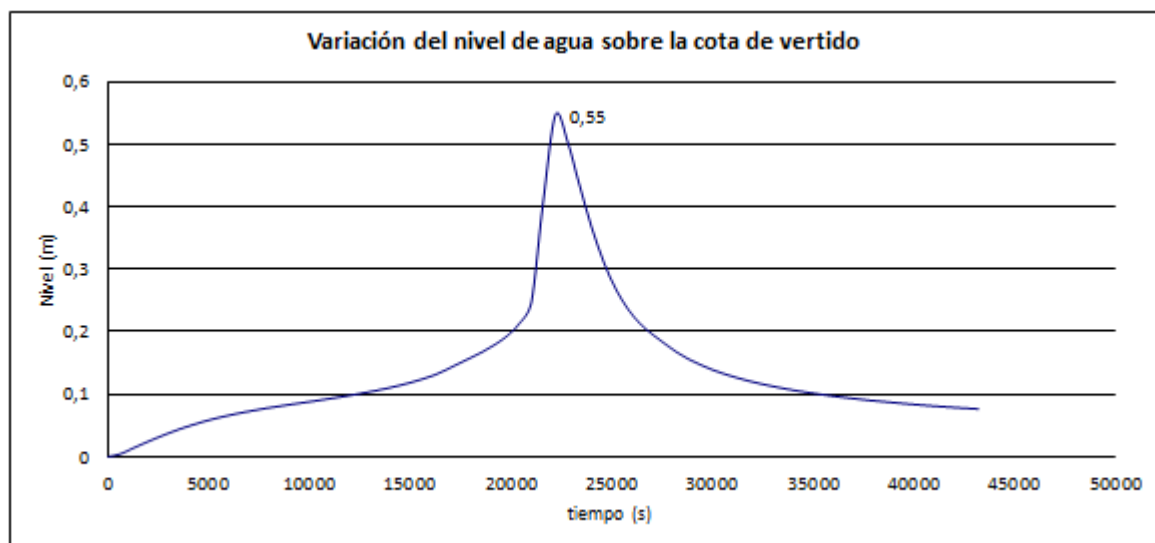


Gráfico 5: Variación de nivel en estructura de laminación propuesta, cuenca 3.

6. Descripción de las obras a realizar

Se realizarán 2 estructuras de laminación en el predio. Se prevén cunetas y reacondicionamiento de las redes pluviales existentes para conducir los escurrimientos pluviales al cuenco de amortiguación correspondiente. Las cunetas a construir se indican en el plano "Estudio de Amortiguación de Pluviales - Parque Científico y Tecnológico de Pando"

Las estructuras de laminación serán excavados en el terreno, con taludes con pendientes 2H:1V. Las estructuras de salida serán a través de una cámara con el o los orificios de descarga según corresponda, y un vertedero de emergencia de 1 metro de ancho, a la cota del nivel máximo de agua proyectado para el cuenco. Aguas debajo de ésta cámara se encontrará una tubería enterrada, de diámetro indicado en planos, con capacidad suficiente, que conducirá el caudal de salida de la estructura hacia su descarga en el arroyo. Las cotas y dimensiones de las construcciones previstas se muestran en los Planos adjuntos.

7. Conclusiones

Respecto a las obras presentes en el predio, para mitigar al impacto pluvial es necesario construir dos cuencos de amortiguación con 550 m² de superficie y 0,85m de altura útil aproximadamente, y 150 m² y 0,85m de altura útil aproximadamente (considerando una revancha de 30 cm).

Construyendo estas estructuras de amortiguación, se estima que el caudal máximo de aguas pluviales del predio luego de construir las obras y para una tormenta con un período de retorno de 10 años será de 195 l/s, no excediendo la escorrentía total admitida en las condiciones de diseño (impermeabilización de hasta 500m² de terreno para una tormenta con período de retorno de 2 años).

Adicionalmente, el diseño presenta los siguientes márgenes de seguridad:

- en la construcción de los hidrogramas de entrada no se tomaron en cuenta los diferentes tiempos de tránsito por las cuencas, ni dentro de la propia amortiguación.
- no se consideró la infiltración por el fondo de los cuencos.

Por lo tanto, se observa que las obras previstas mitigan adecuadamente el impacto en la escorrentía pluvial de las obras proyectadas.

Sin más saluda a usted atentamente,



Juan H Sanguinetti

Ing. Civil H-S