

Medidas de control de escurrimiento

Barrio Jardín Altos de las Piedras – PAI abreviado

MEMORIA DE CÁLCULO

NOVIEMBRE 2025

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1	REGLAMENTACIÓN Y AUTORIZACIONES REFERENTES	2
2	JUSTIFICACIÓN DE AMORTIGUACIONES.....	3
2.1	METODOLOGÍA.....	4
3	PARÁMETROS DE DISEÑO	4
3.1	COBERTURAS	4
3.2	COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA	4
3.3	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	5
3.4	TORRENTA DE DISEÑO	5
4	CAUDAL MÁXIMO ADMISIBLE.....	5
5	SITUACIÓN DE PROYECTO – SIN MEDIDAS DE CONTROL DE ESCURRIMIENTO	6
6	SITUACIÓN PROYECTO – CON MEDIDAS DE CONTROL DE ESCURRIMIENTO	8
6.1	HIDROGRAMA DE ENTRADA.....	8
6.2	HIDROGRAMAS DE SALIDA	8
7	ESTRUCTURAS DE AMORTIGUACIÓN PROPUESTAS	8
7.1	SALIDAS CON MCE	11
8	CONCLUSIONES.....	12

1 INTRODUCCIÓN

En este informe se analiza la esorrentía pluvial en el padrón 19.651, ubicado en la zona de Las Piedras, en el Departamento de Canelones. En este predio se prevé el desarrollo del Programa de Actuación Integrada (PAI) Abreviado del barrio jardín Altos de las Piedras.

En este estudio se verifica el impacto de las construcciones proyectadas en la esorrentía pluvial y se diseñan las estructuras necesarias para satisfacer la condición de diseño.

A continuación, se muestra un croquis con la ubicación del predio de referencia que, como se puede observar, es frentista al camino Paso Escobar y es delimitado también por la Ruta 101.



Figura 1-1. Croquis de ubicación.

El predio cuenta con un área total de 261.020 m² según Catastro. Con las construcciones proyectadas se prevé que la impermeabilización total del padrón será de aproximadamente 45.237 m² en la etapa de PAI abreviado.

1.1 REGLAMENTACIÓN Y AUTORIZACIONES REFERENTES

Para el ámbito del PAI, que tiene en cuenta las afectaciones para Suelo Urbano No Consolidado establecidas en el Plan de la Microrregión 7, la normativa propuesta es que el factor de ocupación del suelo verde (FOS V) sea del 30%.

Por lo tanto, el padrón debe contar con al menos un 30% de área verde proyectada, de lo contrario, será necesario implementar medidas de control de escurrimiento (MCE) para controlar el caudal de exceso generado como consecuencia de las construcciones en el emplazamiento.

2 JUSTIFICACIÓN DE AMORTIGUACIONES

El área total del padrón es de 261.020 m², sin embargo, en esta etapa de PAI abreviado únicamente se utilizará una fracción del predio que abarca 74.627 m².

En el sector del PAI abreviado, se impermeabilizarán 45.237 m² con 29.390 m² de área verde, equivalente al 39,4 % de la fracción. Por lo tanto, no es necesario generar medidas de control de escurrimiento teniendo en cuenta que la normativa establece que el padrón debe tener un área verde de al menos 30%.

Sin embargo, se prevé, en esta primera etapa de urbanización, amortiguar el caudal generado con medidas de control de escurrimientos para no generar impactos en las cañadas de disposición final de pluviales. Además, funcionan como una unidad de retención de residuos sólidos que son arrastrados en el sistema. Por otro lado, se consideró que en cada manzana se impermeabilice un 70% dejando un 30% de área verde, en caso de sobrepasarse la impermeabilidad permitida se genera la necesidad de amortiguación.

En instancias futuras, previo al desarrollo del resto del padrón en estudio, se deberá estudiar de manera global las zonas impermeables y agregar medidas de control de escurrimiento o modificar las existentes en caso de ser necesario.

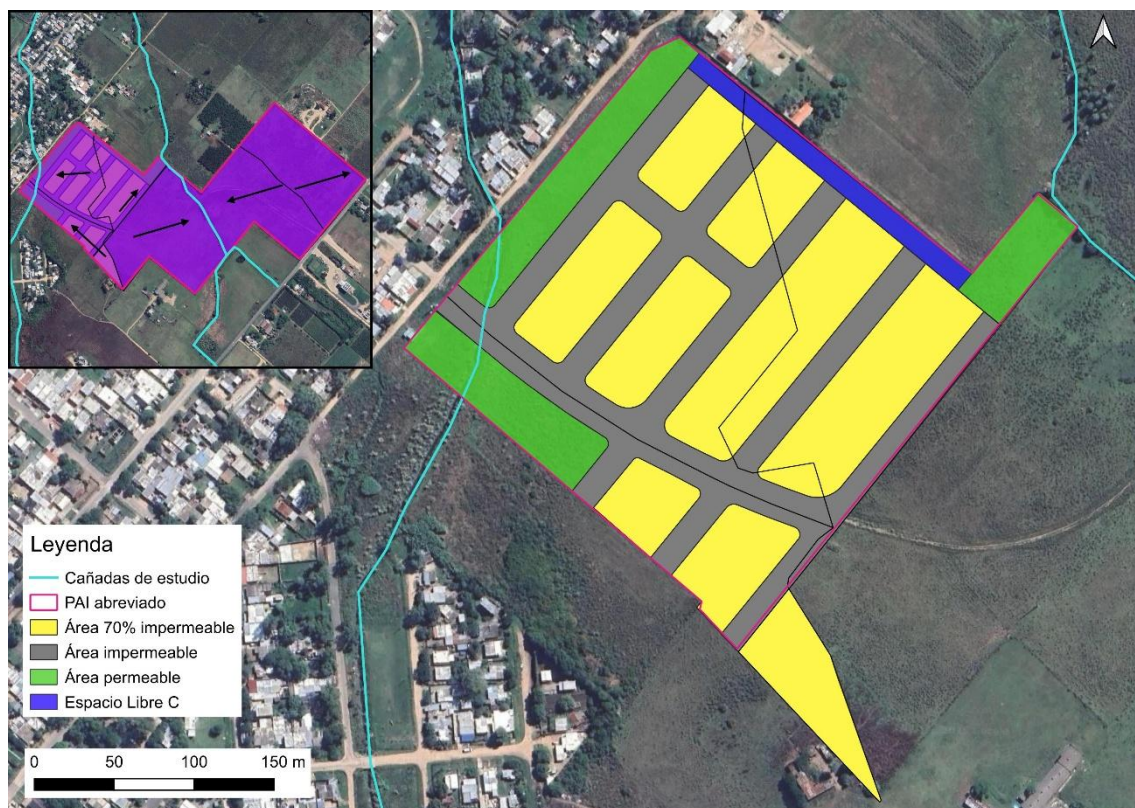


Figura 2-1. Ámbito de aplicación del PAI abreviado diferenciando áreas permeables e impermeables.

El “Espacio Libre C” que se indica en la Figura 2-1, se considera como área impermeable a efectos del cálculo de la amortiguación previendo que en etapas futuras se proyecte una calle que impermeabilice el espacio.

2.1 METODOLOGÍA

El objetivo del presente análisis es que el caudal máximo de aguas pluviales en el escenario proyectado no supere el caudal máximo correspondiente al terreno natural con una superficie permeable de 30%.

En este informe se estudia la escorrentía prevista para el padrón, y se presentan las medidas que se deben implementar para cumplir con la reglamentación.

La metodología utilizada para este estudio es la siguiente:

- 1) Definición de una tormenta de diseño para analizar la escorrentía pluvial correspondiente a un período de retorno de 10 años.
- 2) Determinación del caudal máximo de aguas pluviales correspondientes al escenario FOS V admitido.
- 3) Determinación del impacto en la escorrentía pluvial de las nuevas obras propuestas.
- 4) Evaluación de medidas propuestas para mitigar el impacto en la escorrentía pluvial de las nuevas obras propuestas.
- 5) Elaboración de conclusiones.

3 PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1 COBERTURAS

A continuación, se detalla el tipo de cobertura del predio, discriminando entre superficie impermeable y permeable.

Tabla 1. Cobertura del predio.

Cobertura	Área (m ²)
Techos, pavimentos y otras áreas impermeables	45.237
Áreas verdes	29.390
Total	74.627

3.2 COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

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

Tabla 2. Coeficientes de escorrentía considerados.

Tipo de cobertura	Coeficiente de escorrentía
Techos, concreto	0,85
Áreas verdes	0,35

3.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se estimó el tiempo de concentración para las cuencas utilizando la fórmula de desbordes, tomando como mínimo 7 min.

3.4 TORMENTA DE DISEÑO

Para el cálculo de los volúmenes de amortiguación, se utiliza una tormenta con las siguientes características:

- Intervalo de tiempo: 7 min.
- Tiempo de pico: 60 min.
- Duración: 6 hs.
- Período de retorno: 10 años.

El siguiente gráfico presenta el hietograma para la tormenta de diseño.

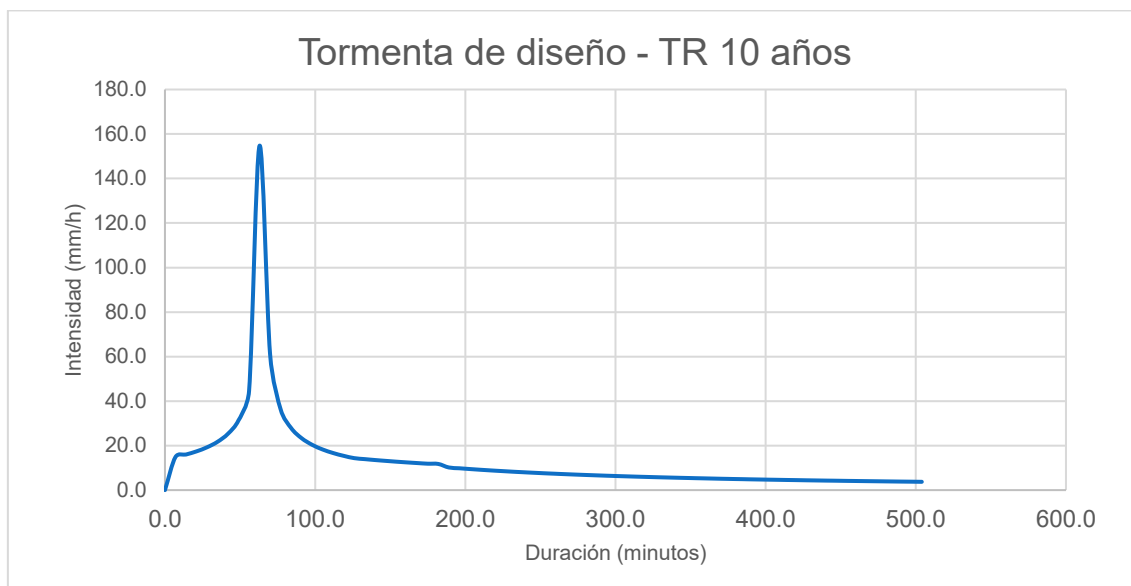


Figura 3-1. Hietograma de tormenta de diseño TR 10 años.

4 CAUDAL MÁXIMO ADMISIBLE

En este apartado se evalúa la situación de desagüe del predio con una impermeabilización igual al FOSV correspondiente según la normativa del predio.

En la Tabla 3 se presentan los parámetros en el caso de una impermeabilización según FOSV.

Tabla 3. Parámetros en el caso de una impermeabilización según el escenario FOS V.

Área total (m ²)	Área verde (m ²)	Área imp. (m ²)	Q _{FOSV} (m ³ /s)
74.627	22.388	52.239	2,27

El hidrograma obtenido se presenta en el siguiente gráfico.

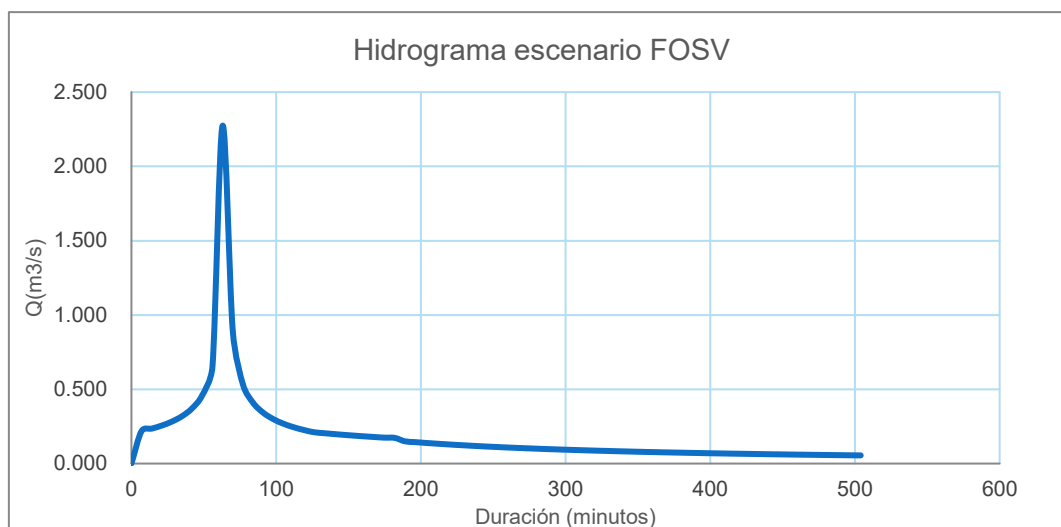


Figura 4-1. Hidrograma asociado al escenario FOS V admitido.

Para el escenario FOS V admitido en el predio, el caudal máximo de salida es de **2,27 m³/s**.

Por tanto, $Q_{FOSV} = 2.27 \text{ L/s}$.

5 SITUACIÓN DE PROYECTO – SIN MEDIDAS DE CONTROL DE ESCURRIMIENTO

Para la determinación del caudal de aguas pluviales correspondientes a las obras proyectadas en el predio se utilizó el método racional adoptando los coeficientes de escorrentía mencionados en la Tabla 2.

En la Tabla 4 se presentan las áreas y caudales máximos por cuenca dentro de la fracción que se proyecta el PAI abreviado. A su vez se identifica una cuenca externa que transita por la cuenca 3.

Tabla 4. Áreas, coeficientes ponderados y caudales máximos obtenidos.

Cuenca	Área verde (m²)	Área imp (m²)	Área total (m²)	Q (m³/s)
1	13.440	20.608	34.048	0,97
2	7.631	16.764	24.395	0,74
3	8.319	7.866	16.184	0,42
Externa	1.144	2.670	3.814	0,07
TOTAL (m³/s)				2,19

Las cuencas 1 y 3 descargan en la cañada Campisteguy, mientras que la cuenca 2 en una cañada afluente de la misma. La cuenca identificada como externa transita por la cuenca 3, por lo que también termina descargando en la cañada Campisteguy.

Se presenta en la Figura 5-1 las cuencas identificadas.

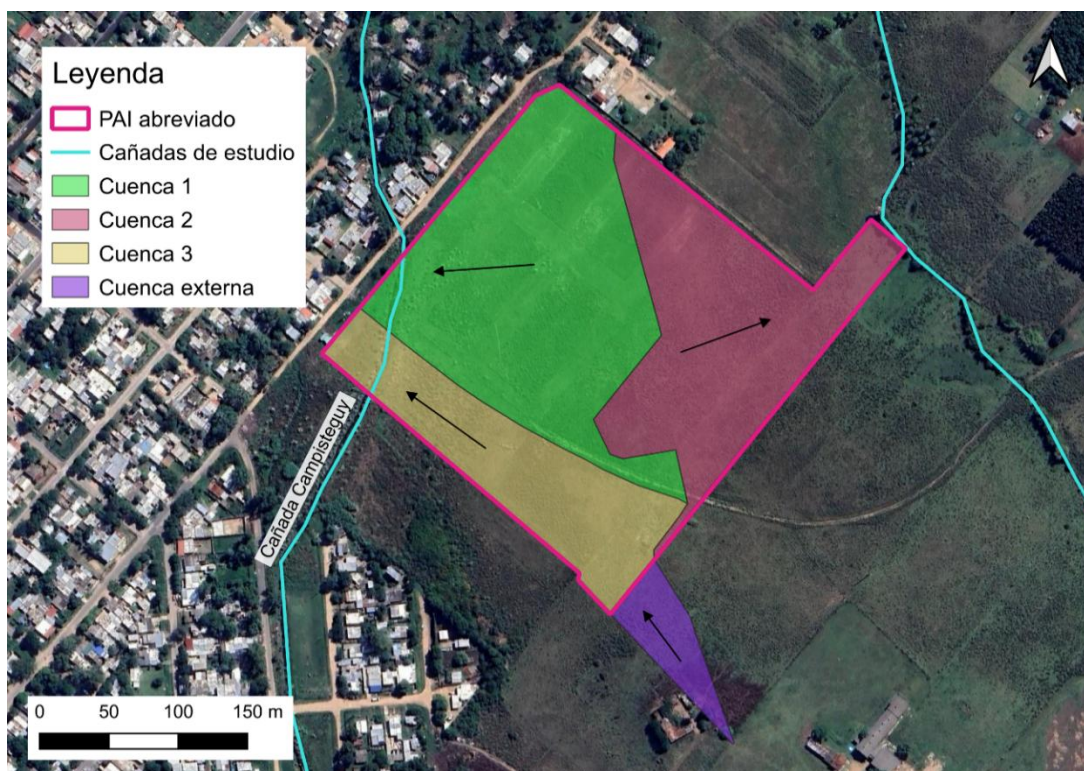


Figura 5-1. Esquema de las cuencas identificadas en el predio.

El hidrograma de cada cuenca se presenta en la Figura 5-2.

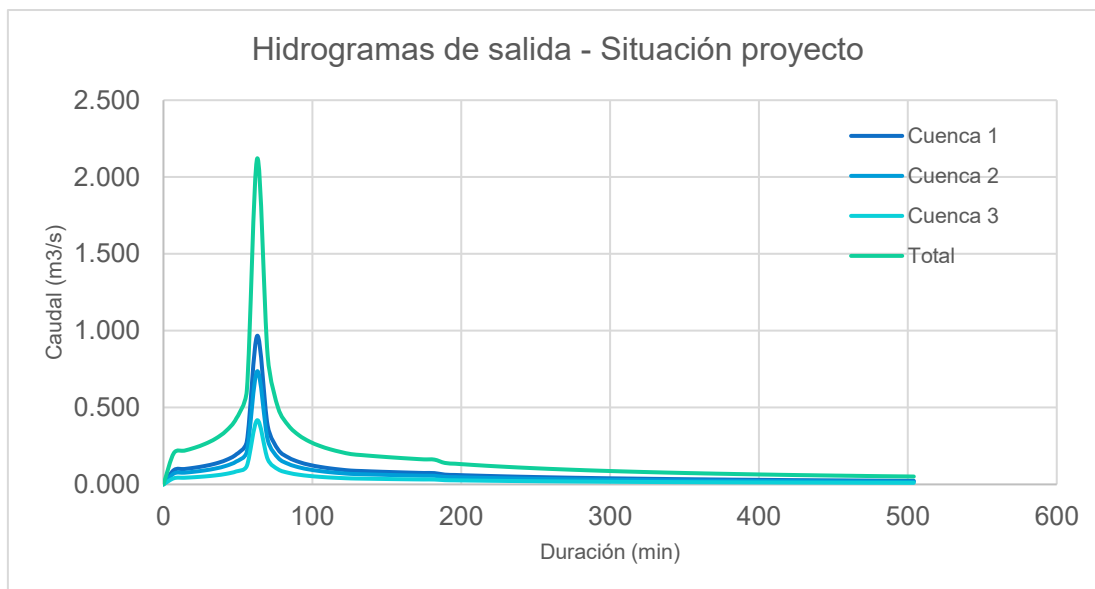


Figura 5-2. Hidrogramas asociados al escenario de impermeabilización de proyecto TR 10 años.

El caudal máximo de escurrimiento para la situación de proyecto sin medidas de control de escurrimiento es de aproximadamente 2,12 m³/s. Sumando el caudal máximo externo ($Q_{\text{EXTERNO}}=0,07 \text{ m}^3/\text{s}$) que transita por la cuenca queda **2,19 m³/s**.

Por tanto, $Q_{PROY} = 2.19 \text{ L/s}$.

6 SITUACIÓN PROYECTO – CON MEDIDAS DE CONTROL DE ESCURRIMIENTO

Como se mencionó anteriormente, aunque el Q_{PROY} es mayor a Q_{FOSV} se diseñan lagunas de amortiguación para laminar el pico de descarga para evitar afectaciones en la cañada entre otros.

Tabla 5. Caudales obtenidos para los distintos escenarios estudiados.

Escenario	$Q_{m\acute{a}x} \text{ (L/s)}$
QFOSV	2.27
QPROY	2.19

El caudal proyectado (Q_{PROY}) será amortiguado mediante la implementación de dos estructuras específicas. Se propone la construcción de dos lagunas de amortiguación: la Laguna 1, destinada a regular el caudal proveniente de la cuenca 1, y la Laguna 2, que amortiguará el caudal generado por la cuenca 2. Por su parte, la escorrentía proveniente de la cuenca 3, junto con el aporte de la cuenca externa, descargará directamente en la cañada Campisteguy, sin intervención de estructuras de amortiguación.

6.1 HIDROGRAMA DE ENTRADA

Los hidrogramas de entrada a cada una de las estructuras de amortiguación corresponden a los hidrogramas de caudales en el escenario de obras previstas de las respectivas cuencas.

6.2 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 son las siguientes:

- el recipiente es prismático
- el caudal de la descarga de la estructura de amortiguación está determinado por la ecuación de descarga de una tubería circular

7 ESTRUCTURAS DE AMORTIGUACIÓN PROPUESTAS

Se proponen dos estructuras de amortiguación para recoger la escorrentía de las cuencas 1 y 2 respectivamente. Estas estructuras estarán conformadas como lagunas excavadas, cubiertas de pasto y contarán con una salida controlada a través de orificios de descarga.

La estructura 1 descarga a la cañada canalizada “Campisteguy” y la estructura 2 a la cañada afluente de la misma.

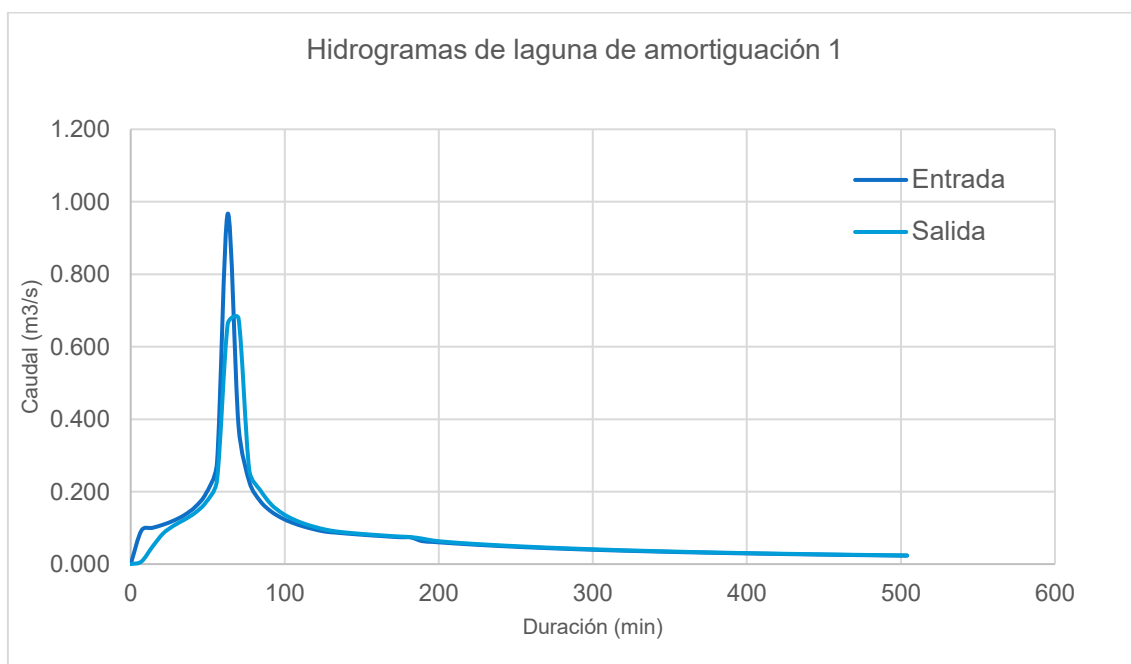
En la Tabla 7-1, se detallan los parámetros de diseño de ambas estructuras.

Tabla 7-1. Parámetros de diseño de las estructuras de amortiguación propuestas.

	Laguna 1	Laguna 2
Área de base (m ²)	400	589
Geometría (m ²)	Variable	19 m x 31 m
Taludes	1,5H:1V	2H:1V
Cota de fondo (m)	41,63	44,15
Cota de vertedero (m)	42,43	44,54
Cota de coronamiento (m)	43,15	45,15
Altura útil (m)	0,80	0,39
Orificios de salida (mm)	4x Ø 350	4x Ø 350

En cuanto a la conexión de las descargas de las estructuras de, la laguna 1 se conecta a la cañada Campisteguy de forma directa y la laguna 2 por una tubería de hormigón armado de Ø 800 mm de diámetro.

Los hidrogramas de salida de ambas lagunas se presentan a continuación, así como la variación de nivel dentro de cada estructura para TR 10 años.


Figura 7-1. Hidrograma de entrada y salida de la laguna 1 para TR 10 años.

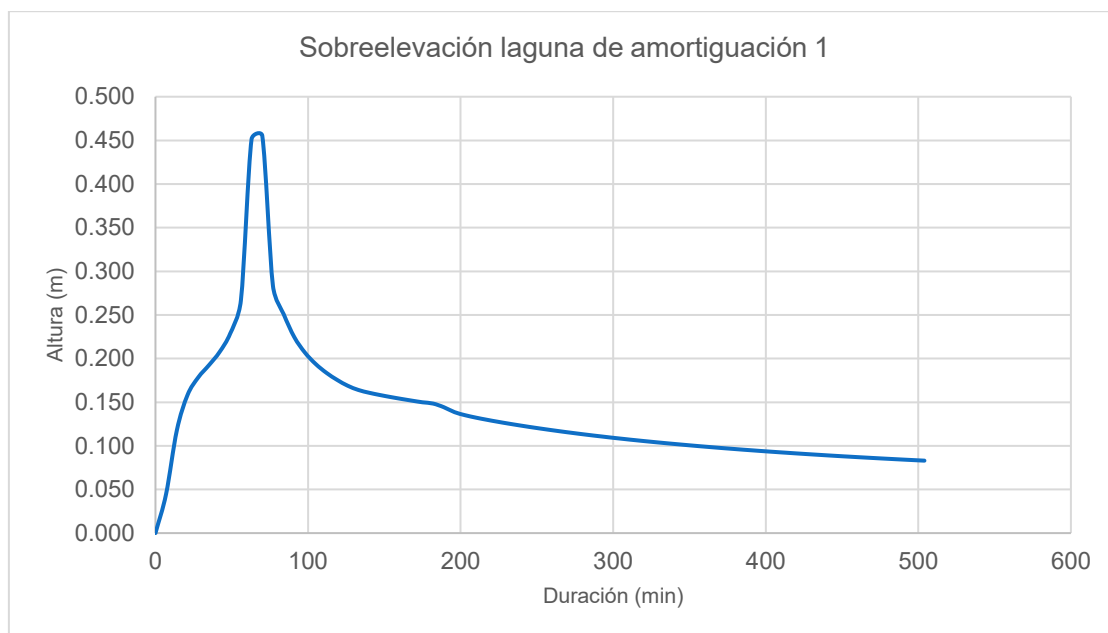


Figura 7-2. Variación del nivel del agua en la laguna 1 para TR 10 años.

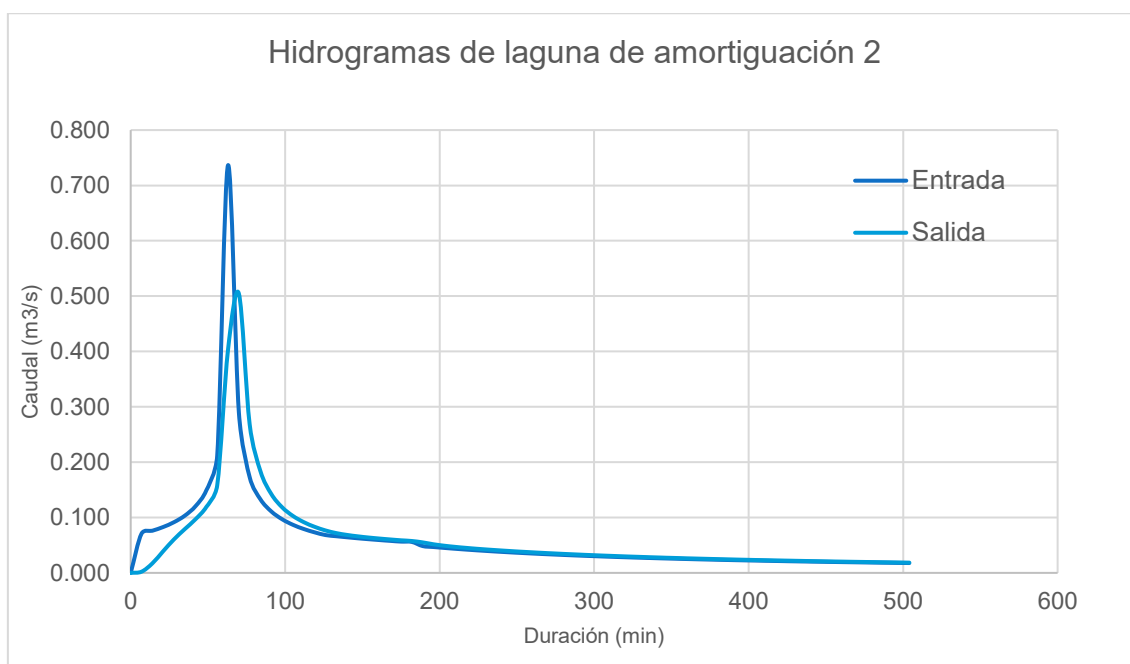


Figura 7-3. Hidrograma de entrada y salida de la laguna 2 para TR 10 años.

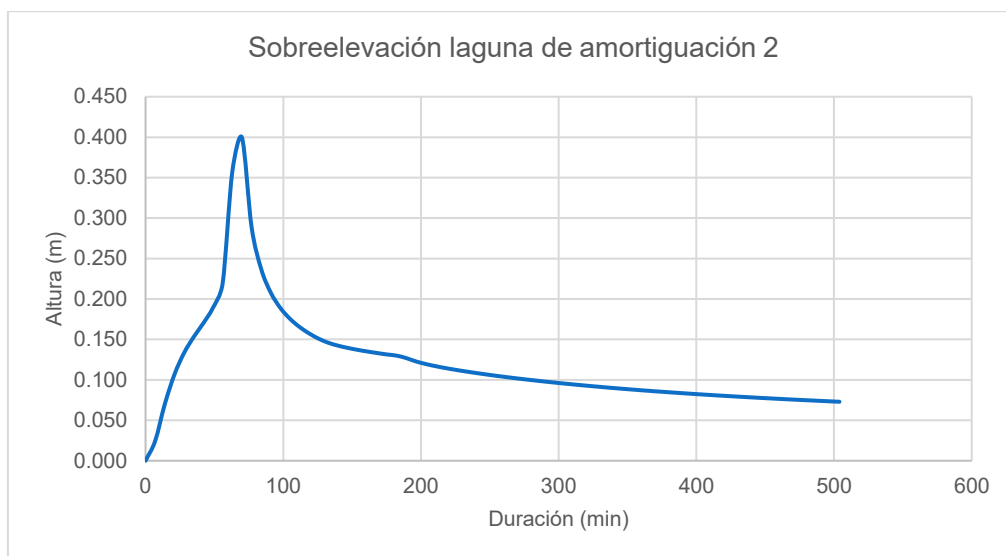


Figura 7-4. Variación del nivel del agua en la laguna 2 para TR 10 años.

Se observa que el caudal máximo de salida de la estructura de amortiguación 1 es de **678 L/s**, alcanzando una altura máxima en la laguna de amortiguación de **0,46 m**. En el caso de la estructura 2, el caudal de salida máximo es de **505 L/s** con una altura máxima alcanzada en la laguna de **0,40 m**.

7.1 SALIDAS CON MCE

En el escenario con medidas de control de escurrimiento, la descarga del predio se produce a través de las salidas de las estructuras de amortiguación, así como mediante la descarga directa hacia la cañada Campisteguy (cuenca 3).

En el gráfico a continuación (Figura 7-5), se presenta el hidrograma correspondiente.

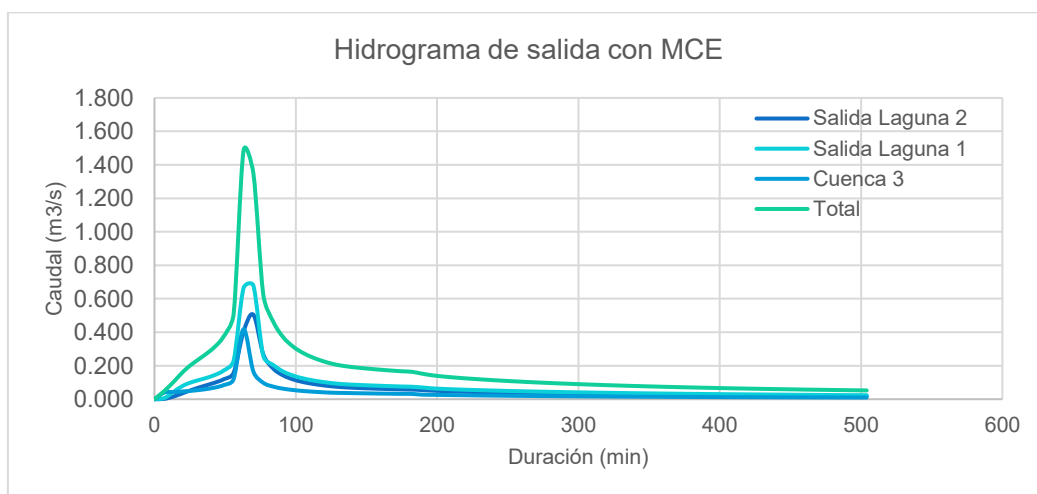


Figura 7-5. Hidrogramas asociados al escenario de proyecto con MCE.

El caudal de descarga de la envolvente es Q_{MCE} de 1,48 m³/s sumado al caudal externo que transita por $Q_{EXTERNO}$ (0,067 m³/s) asciende a **1,55 m³/s** menor al Q_{FOSV} (2,27 m³/s).

8 CONCLUSIONES

En este informe se estimó la escorrentía provocada por el desarrollo inmobiliario en el marco del proyecto del PAI abreviado en el padrón N° 19.651 y se evaluaron las estructuras de laminación como medidas de mitigación del impacto pluvial para una tormenta de 10 años de período de retorno y 6 horas de duración.

De acuerdo la normativa, el FOSV permitido para el predio implica un máximo de 52.239 m² impermeabilizados, lo que se corresponde a un caudal máximo Q_{FOSV} de 2,27 L/s.

En las condiciones de proyecto, se tiene que el caudal máximo de salida del predio Q_{PROY} es de 2,19 L/s, este valor es menor al admisible que exige la normativa por lo cual técnicamente no sería necesario presentar medidas de control de escurrimiento. Sin embargo, con el propósito de minimizar los impactos en las cañadas de disposición de pluviales y considerando un desarrollo futuro del resto del barrio “Jardín Altos de las Piedras”, se diseñan dos estructuras de amortiguación. Estas estructuras podrán integrarse en un sistema de drenaje más amplio en etapas posteriores del proyecto. Además, cumplen una función adicional como unidades de retención de residuos sólidos arrastrados en el sistema de drenaje.

Las estructuras de amortiguación propuestas consisten en lagunas excavadas cubiertas de pasto. La primera laguna presenta una base de 400 m² y una altura útil de 0,8 m, mientras que la segunda cuenta con una base de 589 m² y una altura útil de 0,39 m.

La implementación de las estructuras de amortiguación permitió reducir el caudal total de salida del padrón a 1.55 L/s. A su vez, una parte del padrón (cuenca 3) descarga directamente a la cañada canalizada Campisteguy con un caudal de 490 L/s el cual no genera afectaciones sobre la misma.

Sin más saluda atentamente,

Juan Sanguinetti

Ing. Civil H/S

2915 3177

info@istec.com.uy

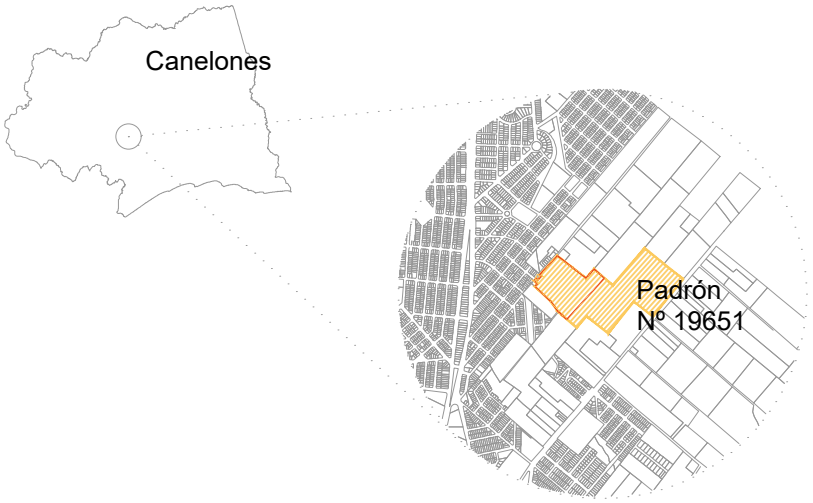
Planta de Escorrimento
esc. 1:2000



Planta de Cuencas
esc. 1:2000



UBICACIÓN



REFERENCIAS

- Área Permeable
- Área Impermeable
- Área 70% Impermeable
- Espacio libre C
- Laguna de amortiguación
- Cuenca 1
- Cuenca 2
- Cuenca 3
- Cuenca externa

NOTAS

Área para FOSV (m2)	C ponderado
74.627	0,65

Cuencas Proyecto	Cobertura	Á (m2)	C
1	Área imp	20.608	0,85
	Área verde	13.440	0,35
	Total	34.048	0,65
2	Área imp	16.764	0,85
	Área verde	7.631	0,35
	Total	24.395	0,69
3	Área imp	7.866	0,85
	Área verde	8.319	0,35
	Total	16.184	0,59
Externa	Área imp	2.670	0,85
	Área verde	1.144	0,35
	Total	3.814	0,70

Área total (m2)	74.627
Área libre de afectaciones (m2)	74.627
Impermeable (m2)	45.237
Permeable (m2)	29.390

DESTINO DEL PLANO	REVISIÓN ☒ PRESUPUESTO ☐ OBRA ☐
PLANO APTO PARA OBRA	SI ☐ NO ☒

ISTEC
I N G E N I E R Í A

www.istec.com.uy
info@istec.com.uy
(+598)29153177

25 de Mayo 555 | Oficina 110

AMORTIGUACIÓN

PROYECTO: Barrio jardín Altos de las Piedras

UBICACIÓN: Padrón N° 19561, Las Piedras, Canelones

PLANO: Plantas de medidas de control de escurrimiento

ESCALA: 1/2000 FECHA: 11/2025

TÉCNICOS:

Ing. Juan Sangunetti

L-01

BARRIO JARDIN ALTOS DE LAS PIEDRAS

DESAGÜES PLUVIALES - SECTOR SUROESTE

ALENUR S.A.

1 INTRODUCCIÓN.

El presente informe tiene por objetivo estudiar los desagües pluviales que se proyectan por el sector sureste del PAI Abreviado, que es parte del Padrón Rural N° 19.651, categorizado como Suelo Suburbano residencial de habitación permanente, con APT a Suelo Urbano No Consolidado, según el APT7 del Plan Local La Paz, Las Piedras, Progreso (Microrregión 7), contando el ámbito con un área de 7 hás 4627m², de las 26 Hás 3825 m² que tiene la totalidad del padrón, representando así el ámbito un 28.3% de la totalidad de este.



Figura 1. Imagen aérea del predio y ámbito del PAI abreviado.

2 TOPOGRAFIA

Mediante un relevamiento topográfico en el sector de estudio se construyeron las curvas de nivel, las cuales exponen la delimitación de cuencas, marcando la dirección del escurrimiento superficial por gravedad a los puntos bajos de las mismas.

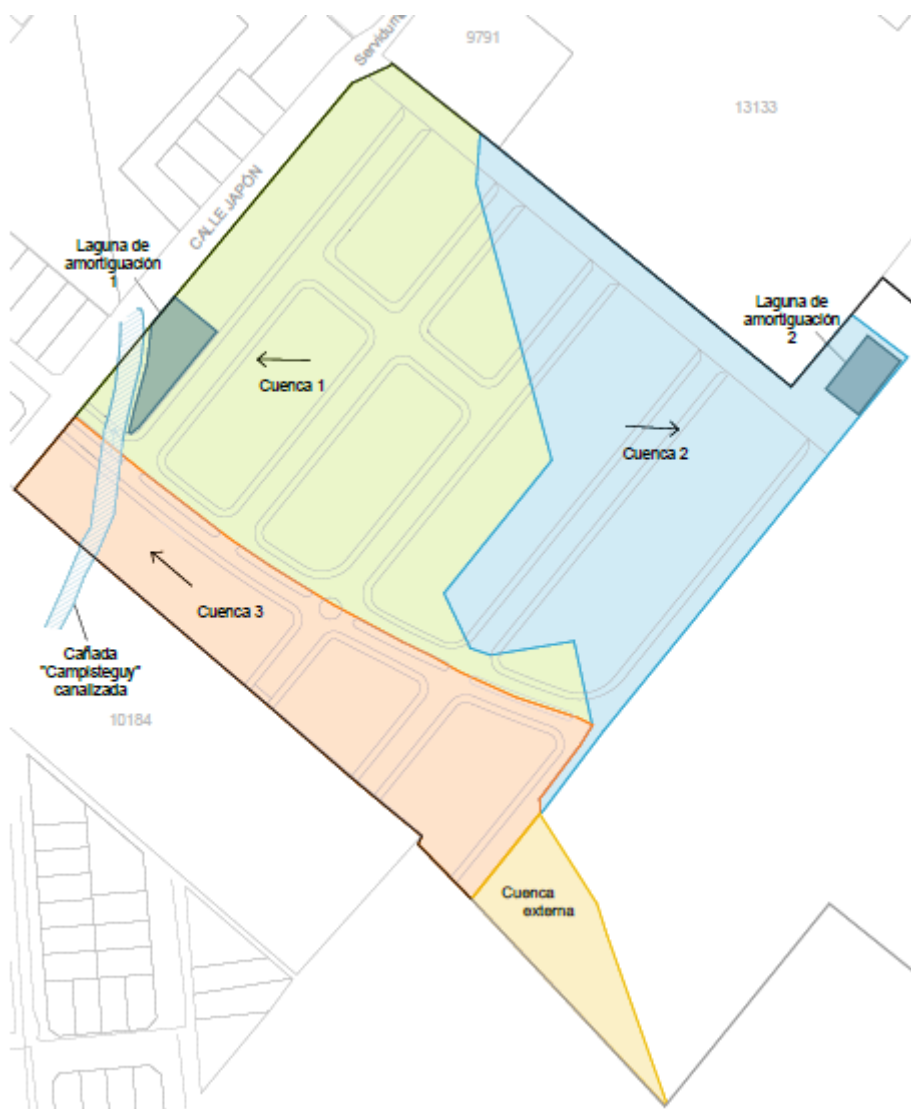


Figura 2. Esquema de las cuencas.

La imagen anterior muestra que la cuenca 3 aporta a la Cañada Campisteguy, que descarga al Arroyo Colorado. Dicha cuenca tiene un área total aproximada de 16.184 m².

3 DESAGÜES PLUVIALES – SECTOR SUROESTE

El sistema de los desagües pluviales para este fraccionamiento está planteado realizar la recolección de los excedentes pluviales a partir de las calles proyectadas, donde la conducción de pluviales es a través de cunetas de suelo pasto y algunos sectores con revestimiento paralelas a los ejes de calle, acompañando la pendiente de calle.

El escurrimiento superficial de los excedentes pluviales tiende a ir al Arroyo Colorado, para la cuenca 1 se coloca un cuenco amortiguador con el fin de manejar y controlar los incrementos de picos de caudal por el cambio de uso de suelo.

Para la cuenca 3 (sector Suroeste del fraccionamiento) se recolectará los excedentes pluviales mediante una cuneta colectora, los cuales terminan desembocando en la Cañada Campisteguy, que descarga al Arroyo Colorado.

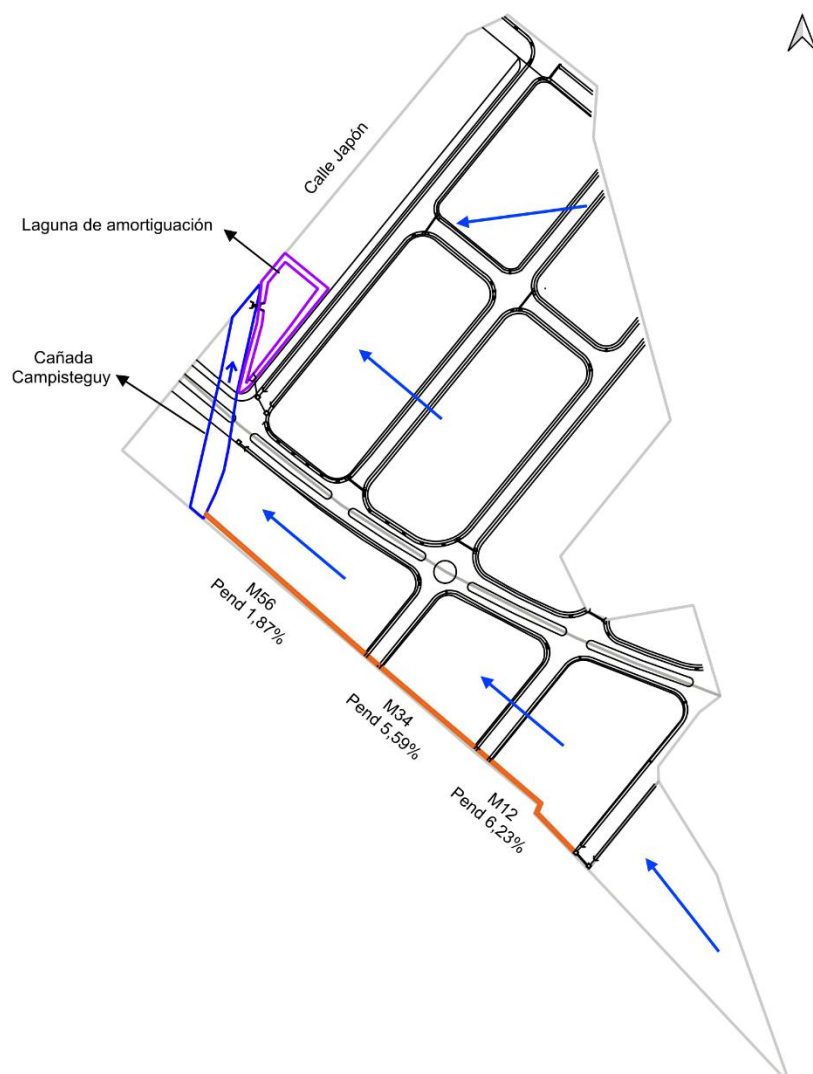


Figura 3. Esquema de la dirección de los escurrimientos pluviales en el predio (cuenca 1 y 3).

Este planteo hace necesario proponer un paso de servidumbre del sector por donde se proyecta la cuneta colectora pluvial para el mantenimiento y reparación de la mismo, con un ancho mínimo de 3 m.

4 CONCLUSIONES

El fraccionamiento planteado impulsa un cambio de uso de suelo, lo que provocara una mayor área impermeable en la zona de estudio, incrementando el caudal. Para este incremento de caudal se plantea un sistema de desagües pluviales que maneje y controle los picos de caudal mediante un sistema de cunetas proyectadas en las calles que recojan los excedentes pluviales y terminen desembocando en la Cañada Campisteguy, que descarga al Arroyo Colorado.

En el límite Suroeste del emprendimiento las calles se cortan y como los excedentes pluviales que van por cunetas ingresen al padrón vecino es necesario proyectar una cuneta colectora que recoge los excedentes pluviales que vienen por la vía pública (ambas cunetas paralelas a las calles).

Este planteo de cuneta colectora en el sector Sureste del fraccionamiento se fundamenta desde lo técnico, ya que se evita ingresar los desagües pluviales del terreno en estudio al padrón vecino. Por tal motivo es necesario solicitar un paso de servidumbre con un ancho mínimo de 3 m por donde vaya la cuneta colectora.

Por otro lado, si se quisiera evitar realizar una cuneta colectora en el sector Suroeste del fraccionamiento se tendría un área de aproximadamente 10.000 m² con movimiento de suelo para que todo ese sector del predio descargue sus aguas hacia la faja publica frentista, lo cual resulta antieconómico.

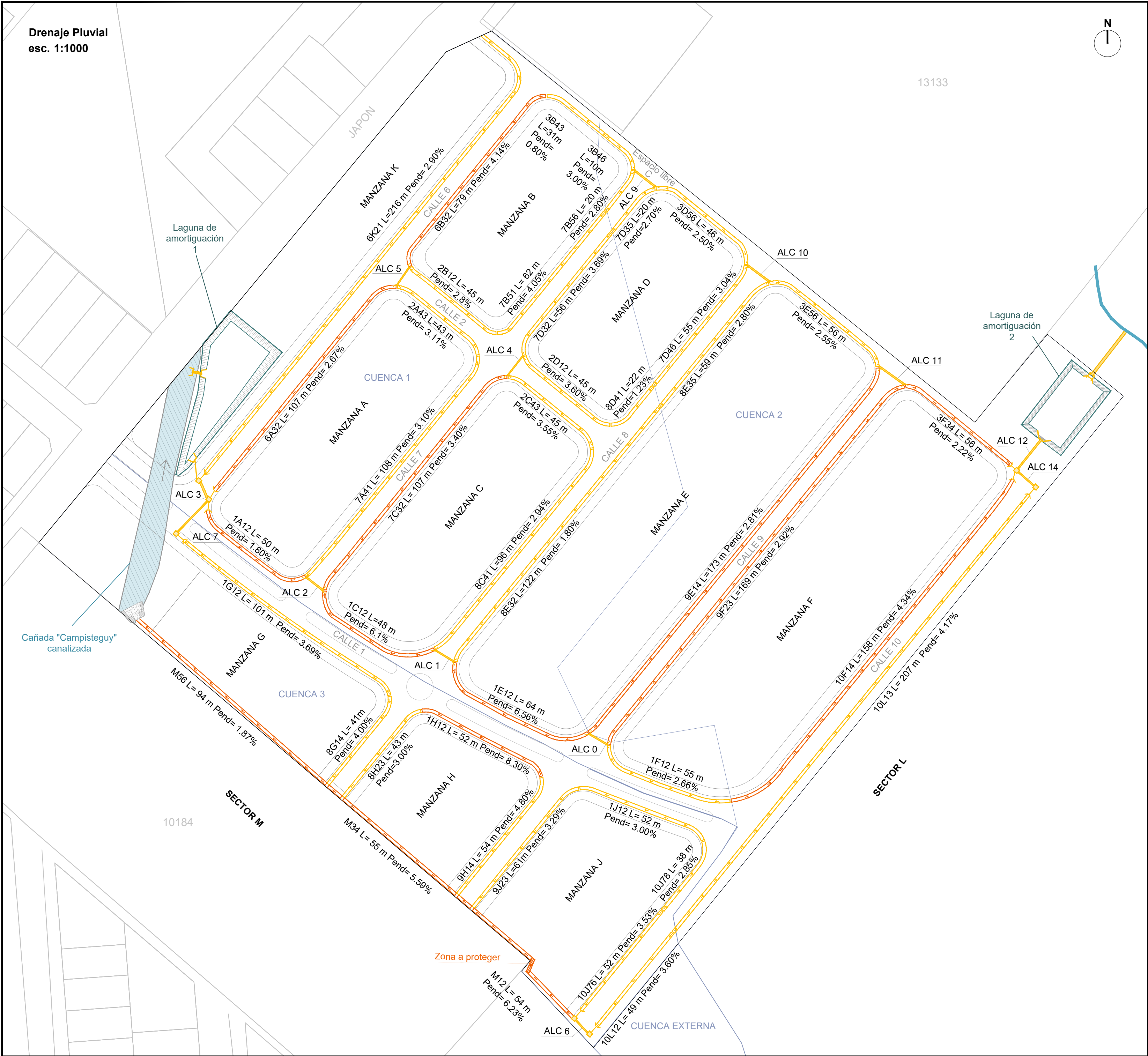
Sin más, saluda atentamente.

Juan Sanguinetti

Ing. Civil H/S

2915 3177

info@istec.com.uy



UBICACIÓN

REFERENCIAS

- Cuneta de pasto
- Cuneta con protección
- Alcantarilla
- Cámaras

NOTAS

Las alcantarillas proyectadas tienen un diámetro de Ø500mm, con excepción de la alcantarilla N° 3, cuyo diámetro es de Ø 600 mm.

La profundidad mínima de las cunetas es de 0,40 m, con excepción de la cuneta 1A12, que tiene una profundidad mínima de 0,50m.

Las dimensiones y detalles no especificados en esta lámina se presentan en la memoria de cálculo. Dichos elementos deberán ser replanteados en la etapa de proyecto ejecutivo.

DESTINO DEL PLANO	REVISIÓN ☒ PRESUPUESTO ☐ OBRA ☐
PLANO APTO PARA OBRA	SI ☐ NO ☒

INGENIERÍA

www.istec.com.uy
info@istec.com.uy
(+598)29153177
25 de Mayo 555 | Oficina 110

DRENAJE PLUVIAL

PROYECTO: Barrio jardín Altos de las Piedras - PAI abreviado

UBICACIÓN: Padrón N° 19561, Las Piedras, Canelones

PLANO: Planta de microdrenaje pluvial

ESCALA:	1/1000	FECHA:	11/2025
TÉCNICOS:			
Ing. Juan Sanguinetti			

DP-01