n	Probabilidad teórica de Hazen	Probabilidad real acumulada	Diferencia absoluta
20	0.81	0.63	0.18
21	0.85	0.89	0.04
22	0.90	0.96	0.07
23	0.94	0.98	0.05
24	0.98	0.98	0.00

El valor máximo obtenido del cálculo en la tabla fue D=0.18.

3. Comparación del valor D máximo obtenido con el valor crítico de la tabla de Kolmogórov-Smirnov (K-S): en esta prueba también se determina un nivel de significancia que dependerá del número de datos totales de la muestra.

Para manejar los mismos niveles de significancia, se toma el mismo valor empleado en la prueba de chi – cuadrado que es de 0.05 (5%).

$n \backslash^{\alpha}$	0.001	0.01	0.02	0.05	0.1	0.15	0.2
1		0.99500	0.99000	0.97500	0.95000	0.92500	0.90000
2	0.97764	0.92930	0.90000	0.84189	0.77639	0.72614	0.68377
3	0.92063	0.82900	0.78456	0.70760	0.63604	0.59582	0.56481
4	0.85046	0.73421	0.68887	0.62394	0.56522	0.52476	0.49265
5	0.78137	0.66855	0.62718	0.56327	0.50945	0.47439	0.44697
6	0.72479	0.61660	0.57741	0.51926	0.46799	0.43526	0.41035
7	0.67930	0.57580	0.53844	0.48343	0.43607	0.40497	0.38145
8	0.64098	0.54180	0.50654	0.45427	0.40962	0.38062	0.35828
9	0.60846	0.51330	0.47960	0.43001	0.38746	0.36006	0.33907
10	0.58042	0.48895	0.45662	0.40925	0.36866	0.34250	0.32257
11	0.55588	0.46770	0.43670	0.39122	0.35242	0.32734	0.30826
12	0.53422	0.44905	0.41918	0.37543	0.33815	0.31408	0.29573
13	0.51490	0.43246	0.40362	0.36143	0.32548	0.30233	0.28466
14	0.49753	0.41760	0.38970	0.34890	0.31417	0.29181	0.27477
15	0.48182	0.40420	0.37713	0.33760	0.30397	0.28233	0.26585
16	0.46750	0.39200	0.36571	0.32733	0.29471	0.27372	0.25774
17	0.45440	0.38085	0.35528	0.31796	0.28627	0.26587	0.25035
18	0.44234	0.37063	0.34569	0.30936	0.27851	0.25867	0.24356
19	0.43119	0.36116	0.33685	0.30142	0.27135	0.25202	0.23731
20	0.42085	0.35240	0.32866	0.29407	0.26473	0.24587	0.23152
25	0.37843	0.31656	0.30349	0.26404	0.23767	0.22074	0.20786
30	0.34672	0.28988	0.27704	0.24170	0.21756	0.20207	0.19029
35	0.32187	0.26898	0.25649	0.22424	0.20184	0.18748	0.17655
40	0.30169	0.25188	0.23993	0.21017	0.18939	0.17610	0.16601
45	0.28482	0.23780	0.22621	0.19842	0.17881	0.16626	0.15673
50	0.27051	0.22585	0.21460	0.18845	0.16982	0.15790	0.14886
OVER 50	$\frac{1.94947}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.62762}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.51743}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.35810}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22385}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.13795}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.07275}{\sqrt{n}}$

El número de datos de la muestra es de 24 valores, se toma el valor de 25 ya que está próximo al valor de la muestra y si cumple con este valor mayor, cumplirá para los valores de muestra. El resultado del valor crítico obtenido entonces es de 0.26404

4. Conclusión de la hipótesis: al igual que en la prueba de chi – cuadrado el valor crítico debe ser superior al valor calculado, así se determina la aceptación o rechazo de la hipótesis H0.

Diferencia máxima absoluta= 0.18
Valor crítico obtenido= 0.26404

Nuevamente se observa que la diferencia máxima no supera el valor obtenido del valor crítico obtenido, así que se corrobora y se da por aceptada la hipótesis H0, es decir, que los datos de precipitación de la estación Acacías se ajustan a una distribución Gaussiana.

6.1.7 Curvas Intensidad Duración Frecuencia

Valores Mensuales de Precipitación Máxima en 24 Horas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Ppmax_24hr
2000	9.66	53.76	71.93	96.60	102.90	54.60	55.13	78.75	59.85	112.35	111.30	117.60	117.6
2001	56.70	14.70	110.25	99.75	141.75	114.45	75.60	51.45	88.20	94.50	52.50	67.20	141.75
2002	3.15	54.60	141.75	69.30	96.60	138.60	136.50	141.75	68.25	141.75	46.20	75.60	141.75
2003	0.00	27.30	63.00	102.90	105.00	126.00	56.70	37.80	102.90	141.75	116.55	54.60	141.75
2004	8.40	73.50	58.80	120.75	89.25	172.20	96.60	45.15	94.50	71.40	134.40	136.50	172.2
2005	21.00	127.05	39.90	79.80	109.20	60.90	132.30	70.35	60.90	126.00	100.80	30.45	132.3
2006	65.10	7.35	131.25	92.40	93.45	84.00	66.15	64.05	96.60	70.35	129.15	91.35	131.25
2007	4.20	7.35	97.65	142.80	90.30	92.40	78.75	85.05	89.25	63.00	85.05	31.50	142.8
2008	70.35	19.95	16.80	56.70	105.00	63.00	109.20	66.15	120.75	103.95	108.15	67.20	120.75
2009	73.50	15.75	70.35	123.90	108.15	89.25	81.90	91.35	44.10	57.75	71.40	50.40	123.9
2010	0.00	37.80	89.25	91.35	142.80	102.90	85.05	59.85	89.25	57.75	126.00	138.60	142.8
2011	55.65	19.95	64.05	138.60	87.15	84.00	70.35	70.35	42.00	67.20	178.50	84.00	178.5
2012	17.85	54.60	117.60	89.78	106.42	92.49	87.50	78.75	63.00	136.50	117.60	79.80	136.5
2013	0.00	47.25	65.10	84.00	94.50	136.50	86.10	63.00	39.90	137.55	78.75	42.00	137.55
2014	26.25	94.50	57.75	108.15	75.60	105.00	73.50	64.05	42.00	97.47	112.21	89.25	112.21
2015	29.40	7.35	103.95	147.00	92.40	54.60	115.50	55.65	48.30	84.00	142.80	50.40	147
2016	0.00	34.65	57.75	153.30	84.00	93.45	67.20	142.80	115.50	157.50	162.75	141.75	162.75
2017	31.50	36.75	60.90	58.80	97.65	65.10	35.70	44.10	53.55	77.70	118.65	126.00	126
2018	30.45	5.25	48.30	82.95	82.95	76.65	47.25	122.85	47.25	145.95	105.00	17.85	145.95
2019	21.00	33.60	119.70	115.50	141.75	99.75	71.40	68.25	81.90	36.75	70.35	88.20	141.75
2020	15.75	5.25	115.50	89.25	71.40	90.30	130.20	63.00	76.65	86.10	111.30	99.75	130.2
2021	28.35	21.00	48.30	127.05	143.85	82.95	110.25	68.25	65.10	47.25	136.50	15.75	143.85
2022	42.00	68.25	63.00	70.35	136.50	55.65	94.50	63.00	57.75	141.75	105.00	52.50	141.75
2023	178.50	49.35	68.25	99.75	155.40	85.05	136.50	94.50	94.50	82.95	172.20	78.75	178.5

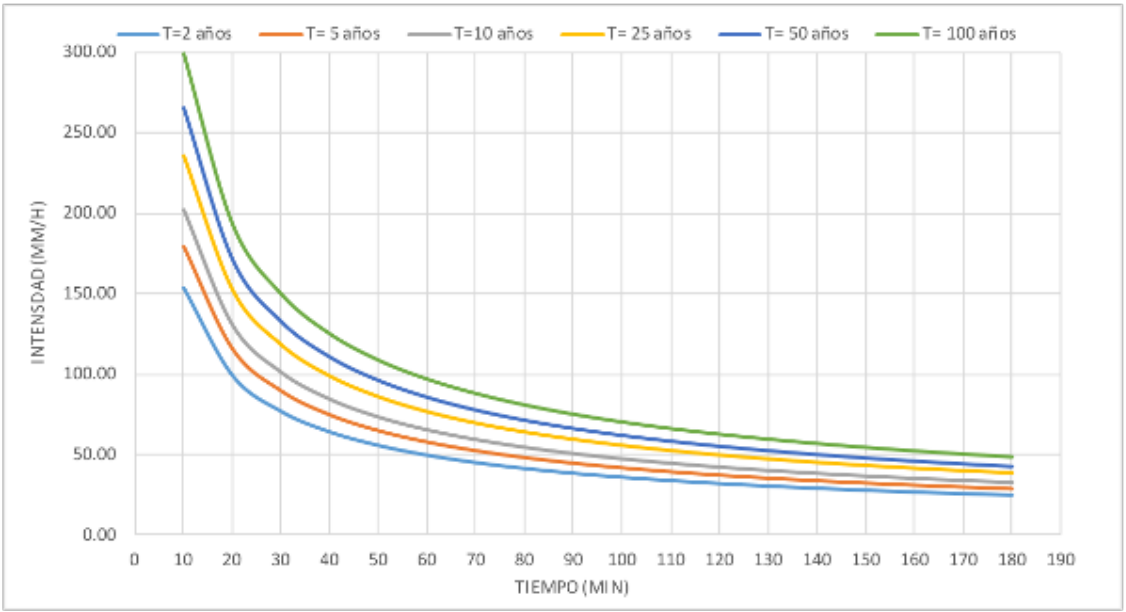
Datos precipitación máxima en 24 horas a nivel anual.

ESTACION PLUVIOMÉTRICA ACACÍAS PRECIPITACIÓN MAXIMA ANUAL HISTORICA EN 24 HORAS	
AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)
2000	117.6
2001	141.8
2002	141.8
2003	141.8
2004	172.2
2005	132.3
2006	131.3
2007	142.8
2008	120.8
2009	123.9
2010	142.8
2011	178.5
2012	136.5
2013	137.6
2014	112.2
2015	147.0
2016	162.8
2017	126.0
2018	146.0
2019	141.8
2020	130.2
2021	143.9
2022	141.8
2023	178.5
Numero de datos	**24**
Promedio	**141.31**
Desviacion	**17.39**

Datos intensidad-Duración-Frecuencia

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA ACACÍAS CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN- FRECUENCIA (valores en mm/h)						
Tiempo (min)	Periodo de retorno					
	2	5	10	25	50	100
10	153.89	179.83	202.32	236.42	265.98	299.25
20	99.44	116.20	130.73	152.77	171.87	193.37
30	77.02	90.01	101.26	118.33	133.13	149.78
40	64.25	75.09	84.48	98.71	111.06	124.95
50	55.83	65.24	73.40	85.77	96.49	108.56
60	49.77	58.16	65.43	76.46	86.02	96.78
70	45.16	52.78	59.38	69.39	78.06	87.82
80	41.52	48.52	54.59	63.79	71.76	80.74
90	38.55	45.05	50.68	59.23	66.63	74.96
100	36.07	42.16	47.43	55.42	62.35	70.15
110	33.97	39.70	44.66	52.19	58.72	66.06
120	32.16	37.58	42.28	49.41	55.59	62.54
130	30.58	35.73	40.20	46.98	52.85	59.46
140	29.18	34.10	38.37	44.84	50.44	56.75
150	27.94	32.65	36.74	42.93	48.30	54.34
160	26.83	31.35	35.27	41.22	46.37	52.17
170	25.82	30.18	33.95	39.67	44.63	50.22
180	24.91	29.11	32.75	38.27	43.06	48.44

Curvas Intensidad, duración y frecuencia para la estación Acacias. Municipio de Acacias.



6.2 PARAMETROS DE DISEÑO

Con la información de precipitación y la caracterización de las áreas de drenaje se puede calcular el caudal máximo producido por un evento de tormenta, el cual debe ser evacuado por el sistema de drenaje a diseñar.

Para la estimación de estos caudales de diseño existen diversos procedimientos de cálculo, sin que ninguno de ellos se adopte exclusivamente, a su vez por la aplicabilidad que cada uno de ellos tiene en condiciones particulares.

Independiente del método de cálculo, estos están en función del evento de precipitación y las condiciones de la cuenca, con las siguientes características:

Intensidad de la precipitación
Duración del evento de lluvia
Ocurrencia del evento
Topografía
Suelos
Geomorfológicos
Cobertura vegetal

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

6.2.1 Periodo de retorno

El periodo de retorno es un rango de tiempo en el cual se puede esperar que ocurra el evento máximo que se está calculando.

Tabla A 1.1. Períodos de retorno recomendados para diseños hidrológicos en diversas obras hidráulicas de control (Chow, 1988).

Descripción de la obra o estructura:	Tr en años	Creciente Máxima Probable
Alcantarillas en carreteras y		
drenaje de aeropuertos de		
tráfico bajo	5 a 10	–
tráfico intermedio	10 a 25	–
tráfico alto	50 a 100	–
Puentes en carreteras de		–
sistemas secundarios	10 a 50	–
sistemas primarios	50 a 100	–
Drenaje en granjas o agrícola		–
alcantarillas y zanjas	5 a 50	–
Drenaje urbano		–
alcantarillado en ciudades pequeñas	2 a 25	–
alcantarillado en ciudades grandes	25 a 50	–
Diques de protección		–
áreas forestales y planicies de inundación	≤ 10	–
granjas	2 a 50	–
zonas agrícola–industrial	50	–
grandes plantas industriales y redes de		–
transporte importantes	100	–
ciudades	50 a 200	–
Presas cuya falla no causa pérdidas de		–
vidas humanas (peligro bajo)		–
presa pequeñas	50 a 100	–
presas intermedias	> 100	–
presas grandes	–	50 a 100%
Presas cuya falla puede causar pérdidas de		–
vidas humanas (peligro significativo)		–
presa pequeñas	> 100	50%
presas intermedias	–	50 a 100%
presas grandes	–	100%
Presas cuya falla causará considerable pérdidas		–
vidas humanas (peligro alto)		–
presa pequeñas	–	50 a 100%
presas intermedias	–	100%
presas grandes	–	100%

De acuerdo al objeto del estudio las escorrentías se catalogarían dentro de drenaje de áreas, cuyo periodo de retorno sugerido será de 50 años, previendo en esta área infraestructura del campamento Marverde, se considera pertinente tomar además un periodo de retorno a 100 años.

6.2.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escurrimiento toma valores entre 0 y 1 y varía según el tipo de cobertura, en la siguiente tabla se muestran los coeficientes de escorrentía típicos.

Coeficientes de escorrentía para áreas urbanas

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

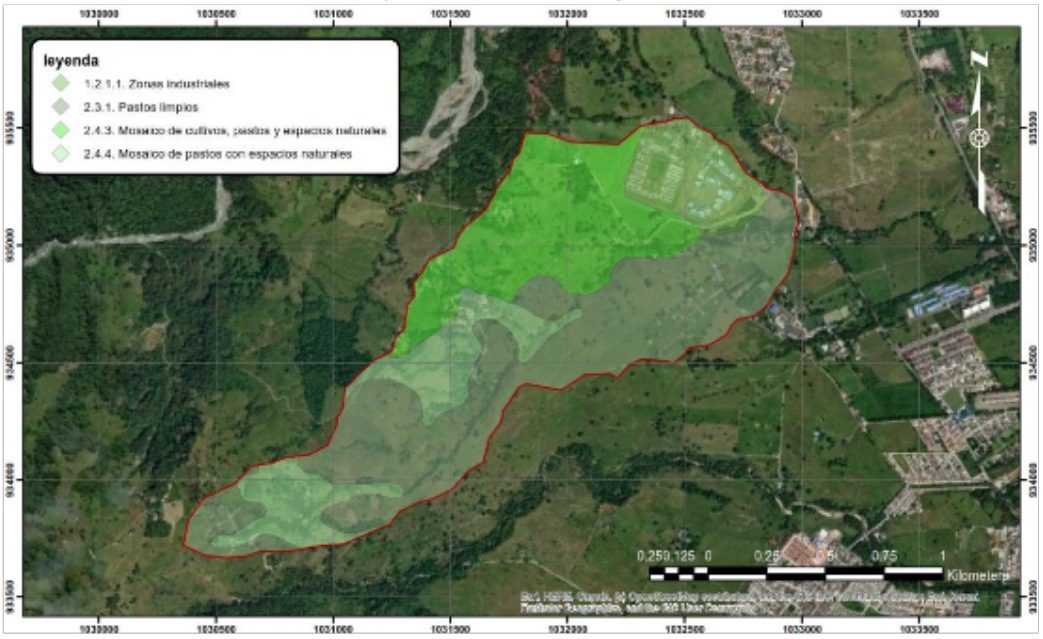
Coeficientes de escorrentía para áreas rurales

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

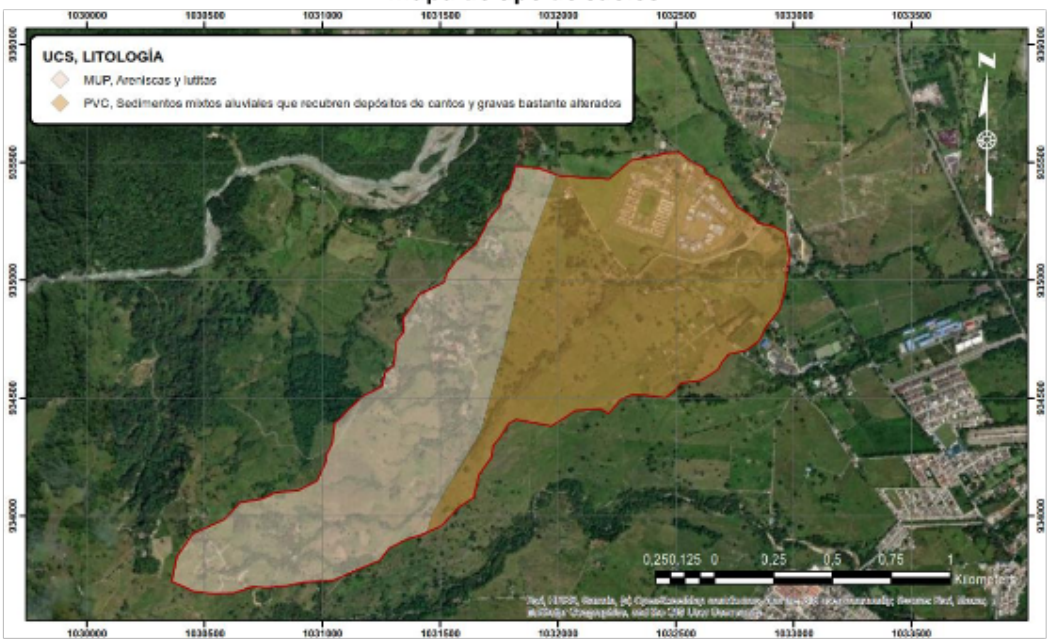
Donde se aplique el método directo de ecuación racional, se determina un valor puntual de coeficiente de escorrentía, C.

Para seleccionar los valores se tiene en cuenta el tipo de cobertura.

Mapa de cobertura de superficie



Mapa de tipo de suelos



Coeficiente de escorrentía cuenca Caño Colepato

COBERTURA	AREA (%)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (CE)	COEFICIENTE DE ECORRENTÍA DE LA CUENCA (CE)
Pastos / zonas verdes	63.16	0.3	**0.403**
Bosques	0.20	0.3	
Zonas industriales / Institucional / urbanismo	9.93	0.8	
Cultivos	26.71	0.5	

Coeficiente de escorrentía área Canal 1

COBERTURA	AREA (%)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (CE)	COEFICIENTE DE ECORRENTÍA DE LA CUENCA (CE)
Pastos / zonas verdes	96.84	0.3	**0.316**
Zonas industriales / Institucional / urbanismo	3.16	0.8	

Coeficiente de escorrentía área Canal 2

COBERTURA	AREA (%)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (CE)	COEFICIENTE DE ECORRENTÍA DE LA CUENCA (CE)
Pastos / zonas verdes	81.09	0.3	**0.337**
Bosques	11.42	0.3	
Zonas industriales / Institucional / urbanismo	7.49	0.8	

6.2.3 Intensidad de lluvia

Con base en las curvas IDF anteriormente construidas, las cuales relacionan el valor de intensidad de la lluvia, la duración de la lluvia y el periodo de retorno o frecuencia con los cual pueda ocurrir una lluvia de diseño.

Teniendo en cuenta que el tiempo de concentración de la cuenca es el tiempo en el cual se considera que los puntos más alejados de la cuenca aportan al caudal de salida, puede considerarse que una lluvia de esta duración genera el caudal de diseño.

Se define como duración de la lluvia de diseño un valor similar al tiempo de concentración de acuerdo a la morfometría de áreas anteriormente calculada.

Cuenca caño Colepato: > tiempo de concentración 0.963 h (57.78 min) => duración de lluvia 60 min.
Área aferente canal 1: > tiempo de concentración 0.820 h (49.20 min) => duración de lluvia 50 min.
Área aferente canal 2: > tiempo de concentración 0.534 h (32.04 min) => duración de lluvia 30 min.

Con base en las curvas IDF se tienen como valor de intensidad de precipitación según periodo de retorno, así:

	Tiempo de concentracion	Duracion de la lluvia	Periodo de retorno	Intensidad de lluvia
	tc (min)	d (min)	T	I (mm/h)
Cuenca caño Colepato	57.78	60	100 años	96.78
Area aferente Canal 1	49.2	50	100 años	108.56
Area aferente Canal 2	32.04	30	100 años	149.78

6.2.4 Área de escurrimiento

Corresponde al área de la cuenca o área aferente, definidas en la morfometría.

	Area	
	A (ha)	A (km2)
Cuenca caño Colepato	195.88	1.96
Area aferente Canal 1	18.65	0.19
Area aferente Canal 2	12.75	0.13

6.3 CAUDALES DE DISEÑO

La magnitud de la creciente está dada por su caudal, elevación y volumen. Estos factores son importantes para cualquiera de las actividades de manejo en corrientes hídricas.

Para estimar los caudales de diseño para el análisis de niveles, se empleará el método de la ecuación Racional, la cual relaciona directamente la precipitación y la escorrentía.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

Dónde:

Q: caudal de diseño (máximo esperado) (m3/s)
C: coeficiente de escorrentía del área
i: intensidad de la lluvia (mm/h)
A: área de drenaje (ha)

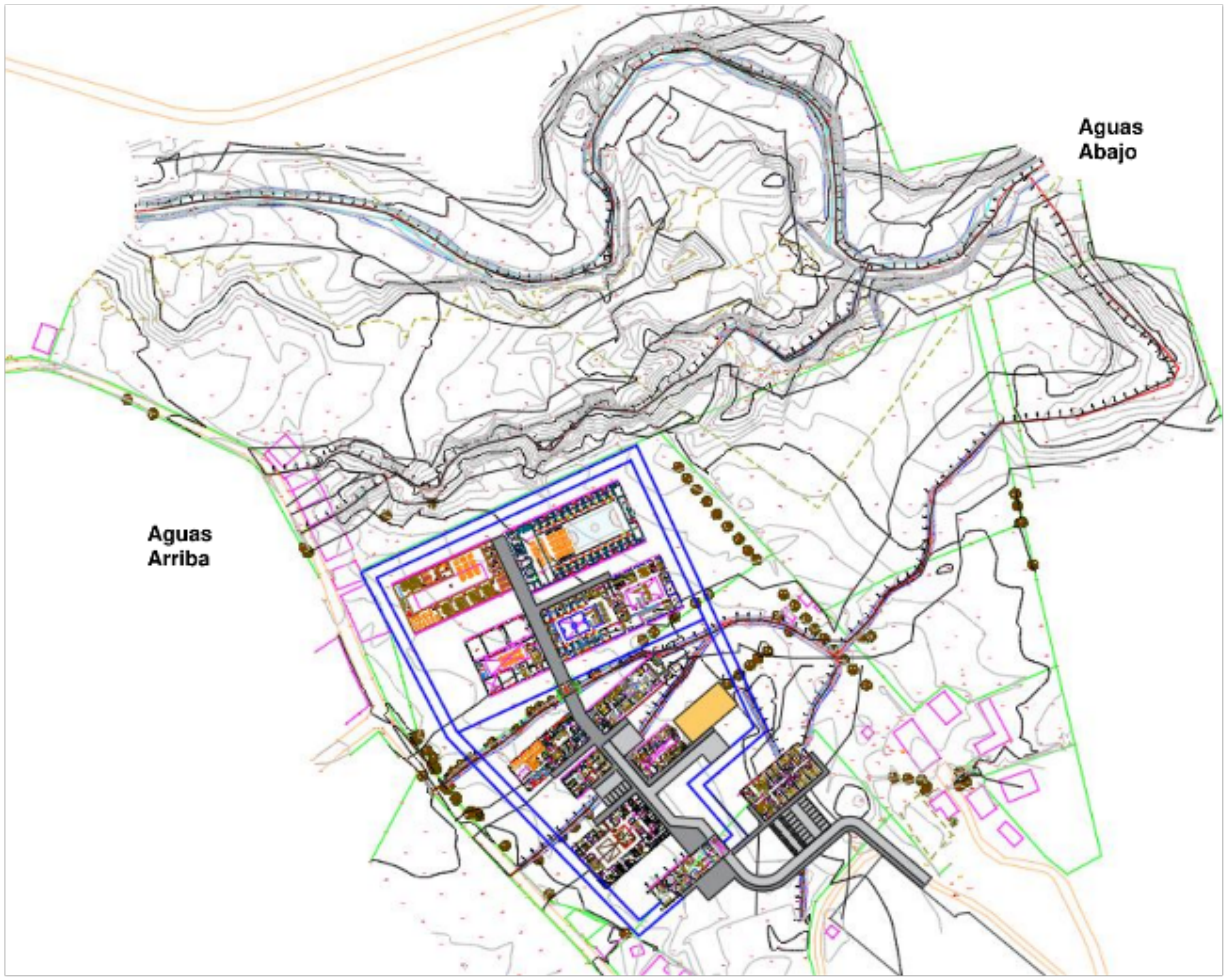
Con los parámetros anteriormente calculados, se calcula el caudal de diseño.

	Tiempo de concentracion	Duracion de la lluvia	Area		Periodo de retorno	Intensidad de lluvia	Coeficiente de escorrentia	Caudal
	tc (min)	d (min)	A (ha)	A (km2)	T	I (mm/h)	C	Q (m3/s
Cuenca caño Colepato	57.78	60	195.88	1.96	100 años	96.78	0.403	21.22
Area aferente Canal 1	49.2	50	18.65	0.19	100 años	108.56	0.316	1.78
Area aferente Canal 2	32.04	30	12.75	0.13	100 años	149.78	0.337	1.79

7 ESTUDIO HIDRÁULICO

7.1 METODOLOGIA DEL MODELO HIDRAULICO

Para establecer los niveles de flujo; se construye un modelo hidráulico, utilizando el programa HEC-RAS versión 5.0.7. Este programa se especializa en generar perfiles de flujo en canales para una caudal o un hidrográma de creciente dado. La información de entrada para la modelación consiste en la topografía del sector, teniendo definidas batimetrías (secciones transversales) a lo largo del canal o cauce, coeficientes de rugosidad de las secciones, y los respectivos datos de caudal deducidos del modelo hidrológico.



Levantamiento topográfico sector del proyecto

7.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

7.2.1 Caño Colepato

Para la selección del coeficiente de rugosidad se tiene en cuenta las características el cauce del caño, partiendo que es una corriente natural, este cuenta con gran presencia de vegetación y alineamiento sinuoso.



De acuerdo con la Tabla 5.6 Valores de coeficiente de rugosidad n (Hidráulica de Canales Abiertos – VenTe Chow), se clasifica las características del Caño Colepato.

D. Corrientes naturales			
D-1. Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente			
< 100 pies)			
a. Corrientes en planicies			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos			
ni pozos profundos	0.025	**0.030**	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras			
y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos			
de arena	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales			
y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes			
y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con muchas malezas, pozos profundos			
o canales de crecientes con muchos árboles con			
matorrales bajos	0.075	0.100	0.150
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal,			
bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales			
a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D-2. Planicies de inundación			
a. Pastizales, sin matorrales			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.050
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110

Se selecciona el coeficiente de rugosidad como, n = 0.045, para el cauce principal, y las bancas un coeficiente de rugosidad de 0.060.

7.2.2 Canal de drenaje 1

Para la selección del coeficiente de rugosidad se tiene en cuenta las características del canal, partiendo, este se caracteriza por ser canal de escorrentía en tierra y pasto natural.









De acuerdo con la Tabla 5.6 Valores de coeficiente de rugosidad n (Hidráulica de Canales Abiertos – VenTe Chow), se clasifica las características del canal.

C. Canal excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	**0.022**	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas			
en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y			
matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad	0.050	0.080	0.120
de flujo			

Se selecciona el coeficiente de rugosidad como, n = 0.030.

7.2.3 Canal de drenaje 2

Para la selección del coeficiente de rugosidad se tiene en cuenta las características del canal, partiendo, este se caracteriza por ser canal de escorrentía en tierra y pasto natural.







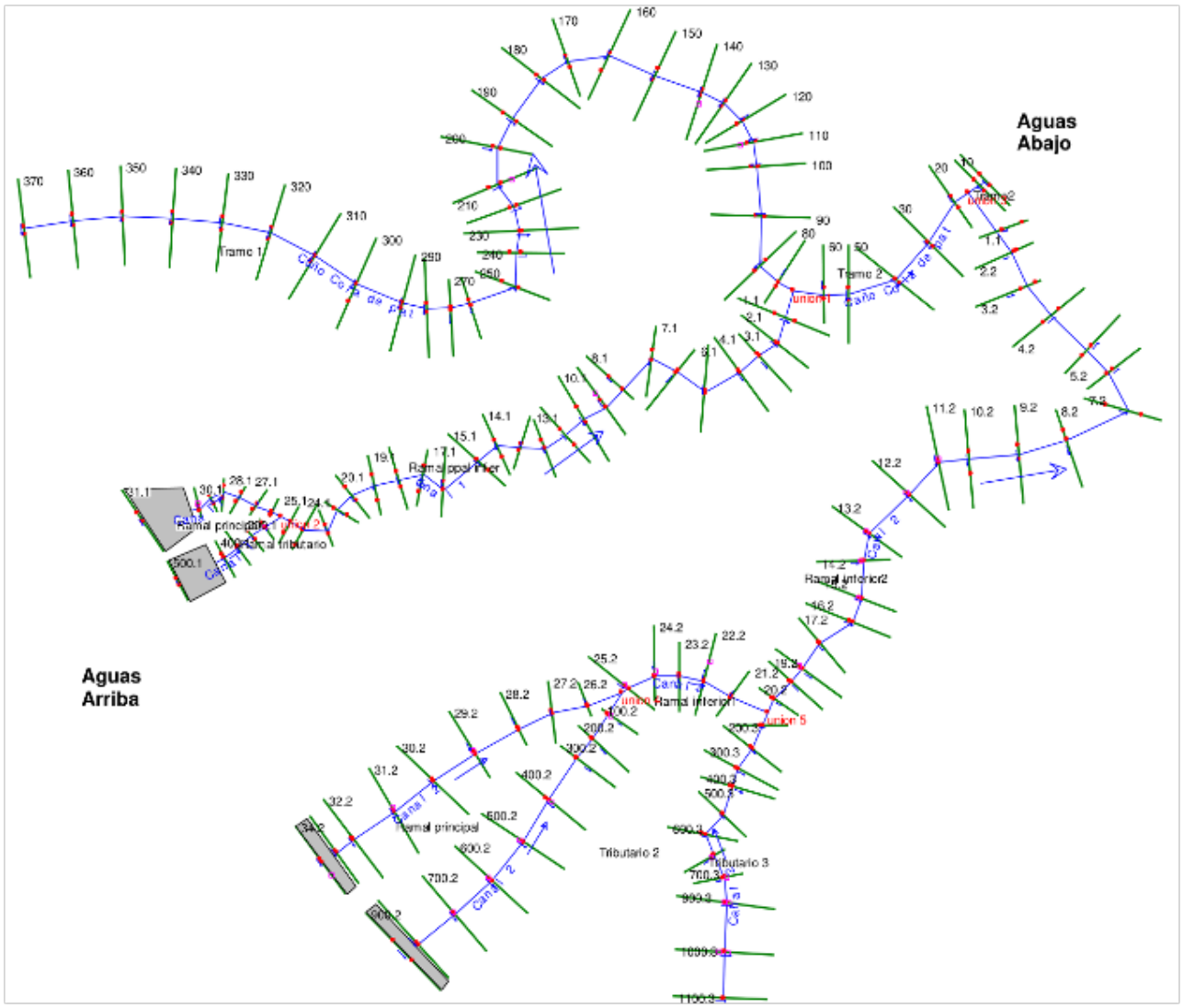


De acuerdo con la Tabla 5.6 Valores de coeficiente de rugosidad n (Hidráulica de Canales Abiertos – VenTe Chow), se clasifica las características del canal.

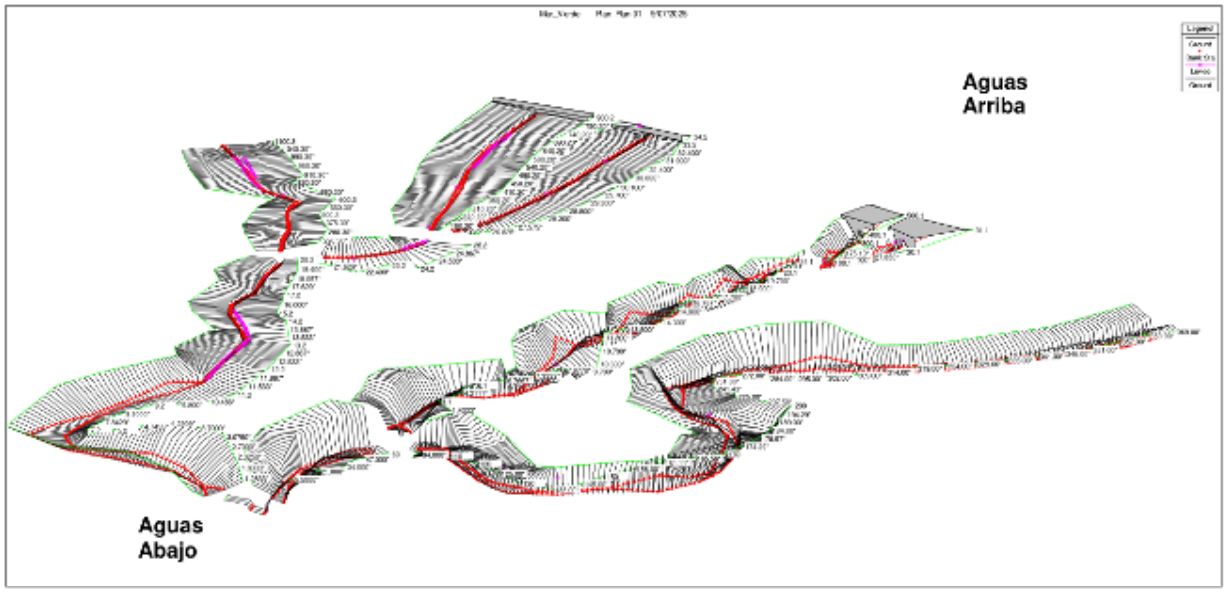
C. Canal excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	**0.022**	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas			
en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y			
matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad	0.050	0.080	0.120
de flujo			

Se selecciona el coeficiente de rugosidad como, n = 0.030.

7.3 MODELO HIDRÁULICO



Modelo HEC-RAS sector tramo de estudio, Caño Colepato, escorrentías 1 y 2



Modelo HEC-RAS sector tramo de estudio, Caño Colepato Caño Colepato, escorrentías 1 y 2

Para este modelo se tuvo como entrada los caudales que correspondieran a los flujos de caudales máximos esperados para los periodos de retorno de 50 y 100 años, los cuales fueron estimados:

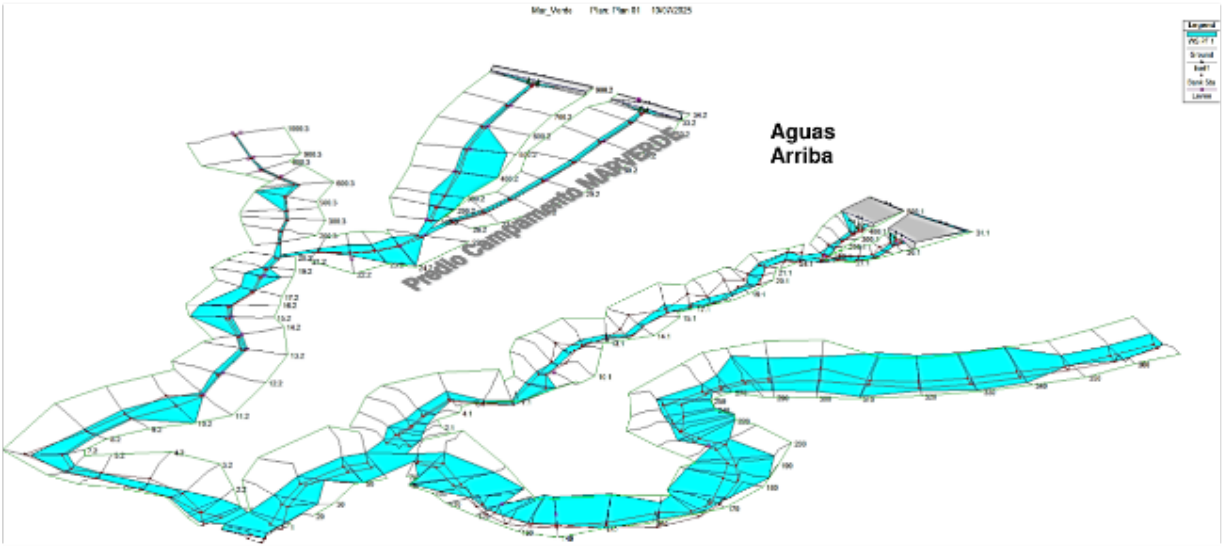
	Periodo de retorno	Caudal
	T	Q (m3/s
Cuenca caño Colepato	100 años	21.22
Area aferente Canal 1	100 años	1.78
Area aferente Canal 2	100 años	1.79

Estos caudales se tomarán como caudales de diseño para evaluar las características de flujo.

7.4 NIVELES DE FLUJO PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

Para esto se tendrá el nivel de agua y características hidráulicas del flujo en el sector de estudio.

Nivel de flujo sector tramo de estudio, T=100años



Parámetros hidráulicos del flujo, sector de estudio del cauce

HEC RAS Plan: Resultados Profile: T=100años

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)
Colepato	Tramo 1	370	PF 1	21.22	559.36	561.24	560.79	561.49	0.00616
Colepato	Tramo 1	360	PF 1	21.22	559.21	561.15		561.37	0.00455
Colepato	Tramo 1	350	PF 1	21.22	559.07	560.64	560.47	561.19	0.01591
Colepato	Tramo 1	340	PF 1	21.22	559.13	560.66	560.66	560.89	0.00722
Colepato	Tramo 1	330	PF 1	21.22	559.02	560.57	560.29	560.65	0.00275
Colepato	Tramo 1	320	PF 1	21.22	558.69	560.54		560.60	0.00194
Colepato	Tramo 1	310	PF 1	21.22	558.44	560.53		560.56	0.00113
Colepato	Tramo 1	300	PF 1	21.22	558.23	560.53		560.54	0.00043
Colepato	Tramo 1	290	PF 1	21.22	557.82	560.51		560.53	0.00061
Colepato	Tramo 1	280	PF 1	21.22	557.78	560.51		560.53	0.00047
Colepato	Tramo 1	270	PF 1	21.22	557.41	559.27	559.15	560.40	0.03205
Colepato	Tramo 1	260	PF 1	21.22	557.51	559.02	559.02	559.95	0.02905
Colepato	Tramo 1	250	PF 1	21.22	557.83	559.18	559.12	559.40	0.00969
Colepato	Tramo 1	240	PF 1	21.22	557.25	559.10		559.28	0.00689
Colepato	Tramo 1	230	PF 1	21.22	557.55	559.11		559.19	0.00585
Colepato	Tramo 1	220	PF 1	21.22	557.42	559.08	558.80	559.15	0.00496
Colepato	Tramo 1	210	PF 1	21.22	557.30	558.56	558.56	559.02	0.01716
Colepato	Tramo 1	200	PF 1	21.22	556.88	558.50	558.26	558.57	0.00382
Colepato	Tramo 1	190	PF 1	21.22	556.67	558.31		558.49	0.00652
Colepato	Tramo 1	180	PF 1	21.22	556.47	558.03	557.90	558.32	0.01032
Colepato	Tramo 1	170	PF 1	21.22	556.56	558.07		558.19	0.00459
Colepato	Tramo 1	160	PF 1	21.22	556.02	557.90		558.10	0.00658
Colepato	Tramo 1	150	PF 1	21.22	555.89	557.87	557.31	557.99	0.00324

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

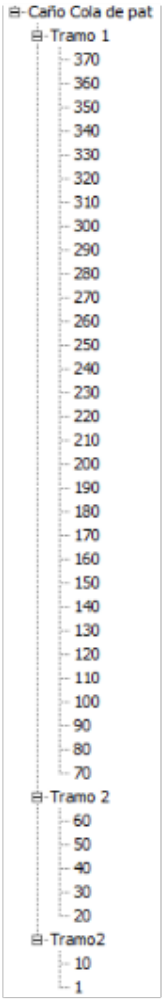
    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

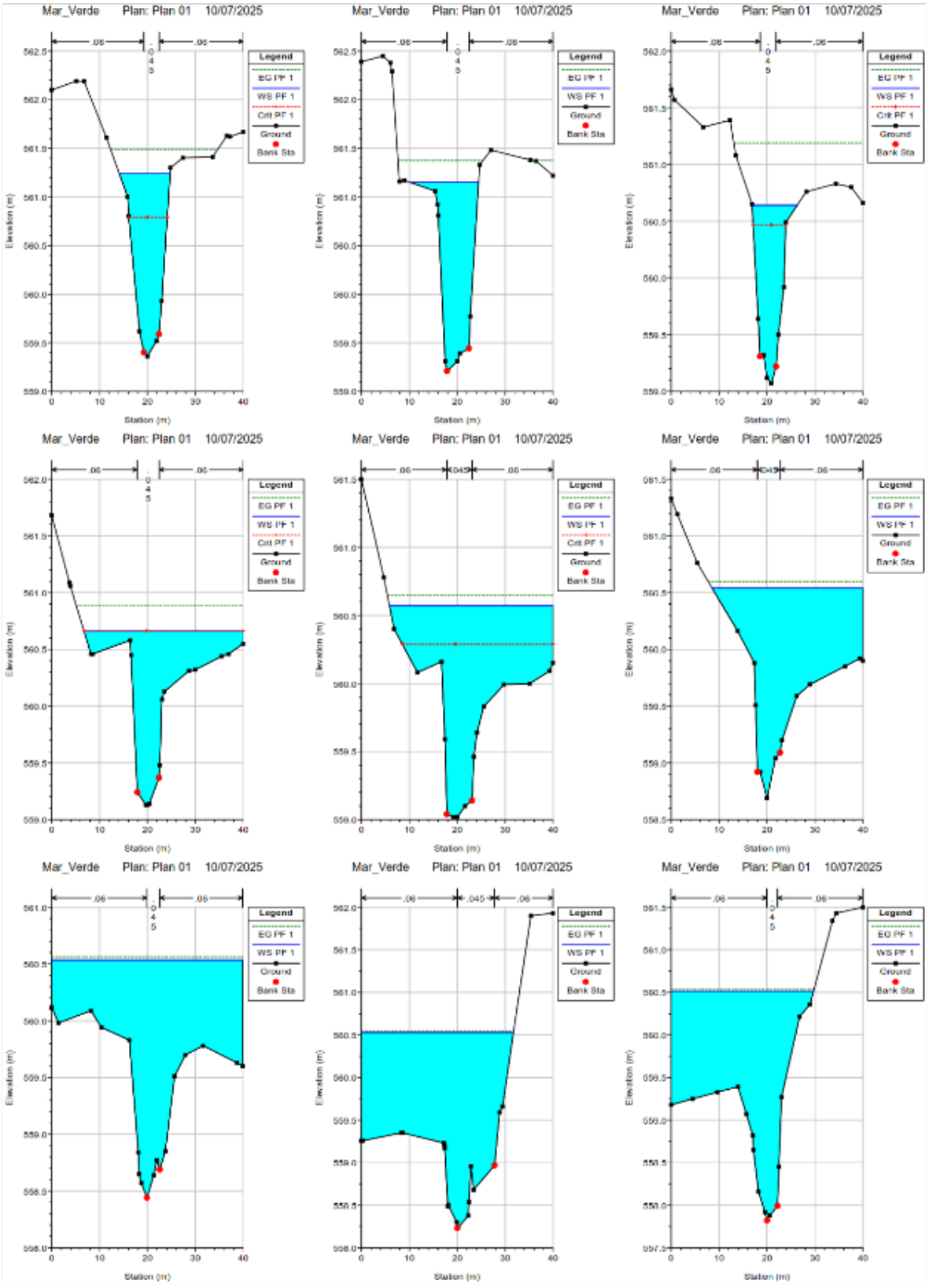
18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

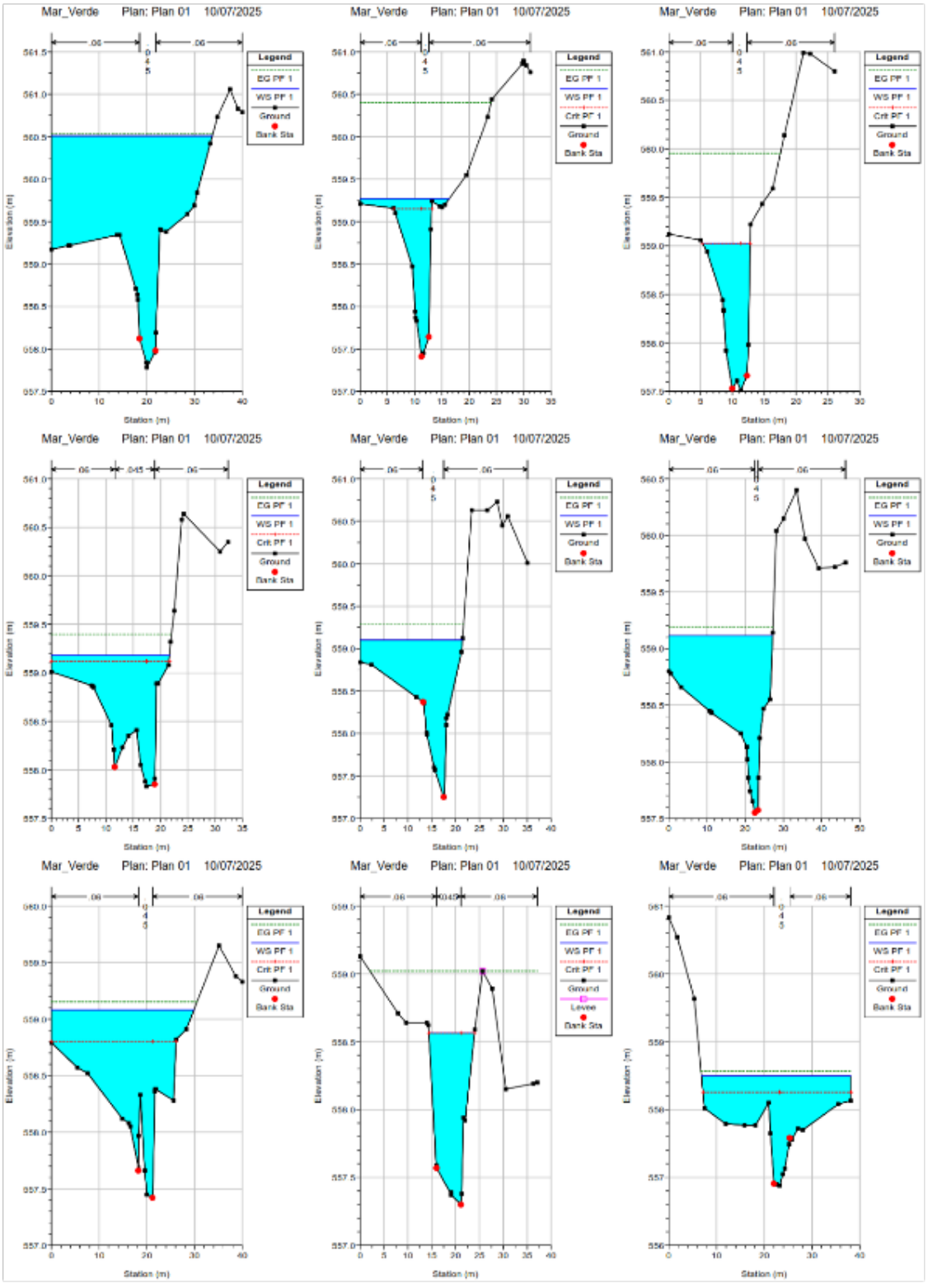
HEC RAS Plan: Resultados Profile: T=100años

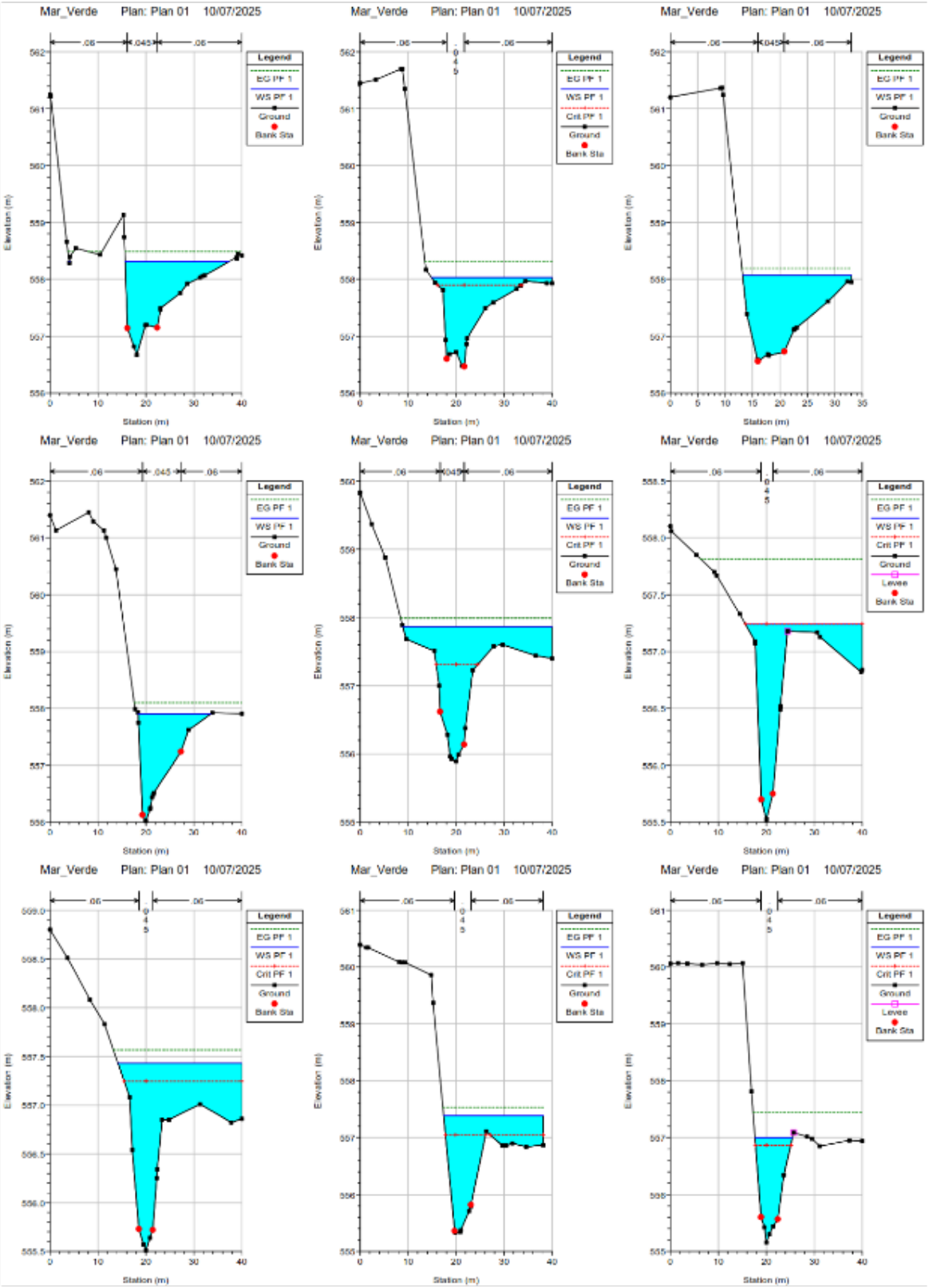
River	Reach	River Sta	Profile	Max Chl Dpth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canal 1	Ramal ppal infer	14.1	PF 1	0.47	2.46	0.72	3.09	1.62
Canal 1	Ramal ppal infer	13.1	PF 1	0.93	1.21	1.58	3.59	0.51
Canal 1	Ramal ppal infer	12.1	PF 1	0.84	1.05	1.71	4.31	0.54
Canal 1	Ramal ppal infer	11.1	PF 1	0.56	1.68	1.06	3.79	1.02
Canal 1	Ramal ppal infer	10.1	PF 1	0.40	2.90	0.61	3.03	2.06
Canal 1	Ramal ppal infer	9.1	PF 1	0.42	1.77	1.04	4.72	1.15
Canal 1	Ramal ppal infer	8.1	PF 1	0.48	0.54	3.55	13.29	0.31
Canal 1	Ramal ppal infer	7.1	PF 1	0.42	1.67	1.08	3.84	0.99
Canal 1	Ramal ppal infer	6.1	PF 1	0.49	2.35	0.86	2.43	1.09
Canal 1	Ramal ppal infer	5.1	PF 1	0.79	0.81	3.10	7.72	0.29
Canal 1	Ramal ppal infer	4.1	PF 1	1.13	0.92	3.41	8.54	0.28
Canal 1	Ramal ppal infer	3.1	PF 1	1.35	0.63	4.73	9.66	0.18
Canal 1	Ramal ppal infer	2.1	PF 1	1.53	0.24	11.37	14.94	0.06
Canal 1	Ramal ppal infer	1.1	PF 1	1.54	0.16	12.25	14.40	0.05

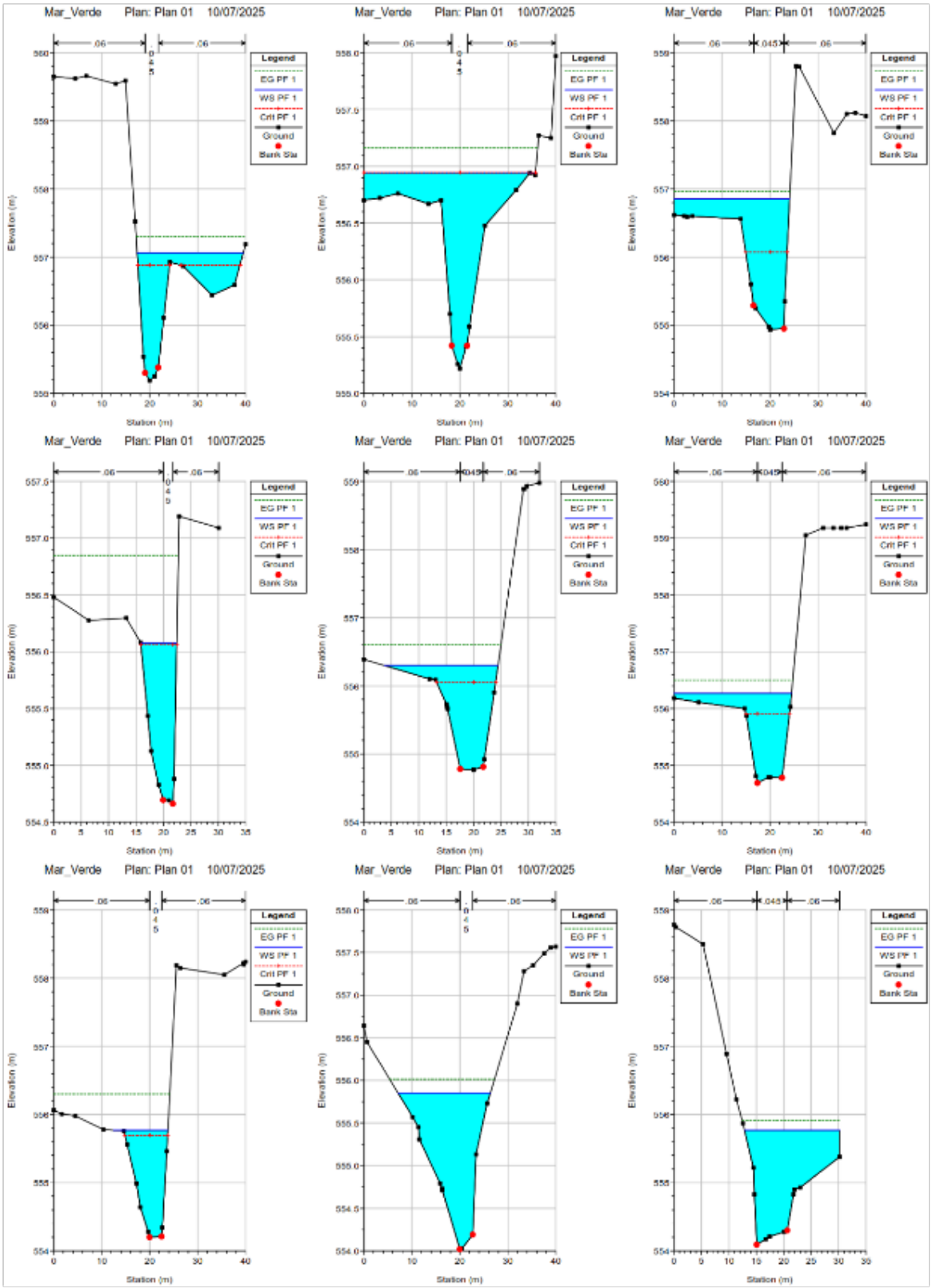
SECCIONES DE FLUJO CAÑO COLEPATO

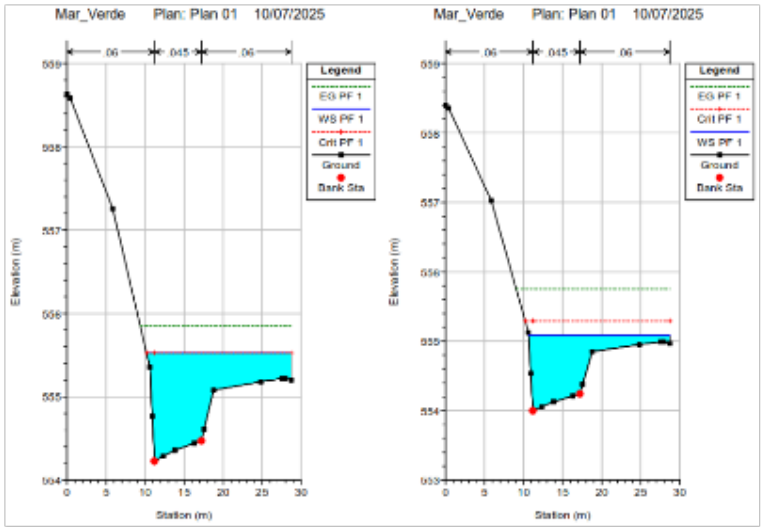



Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

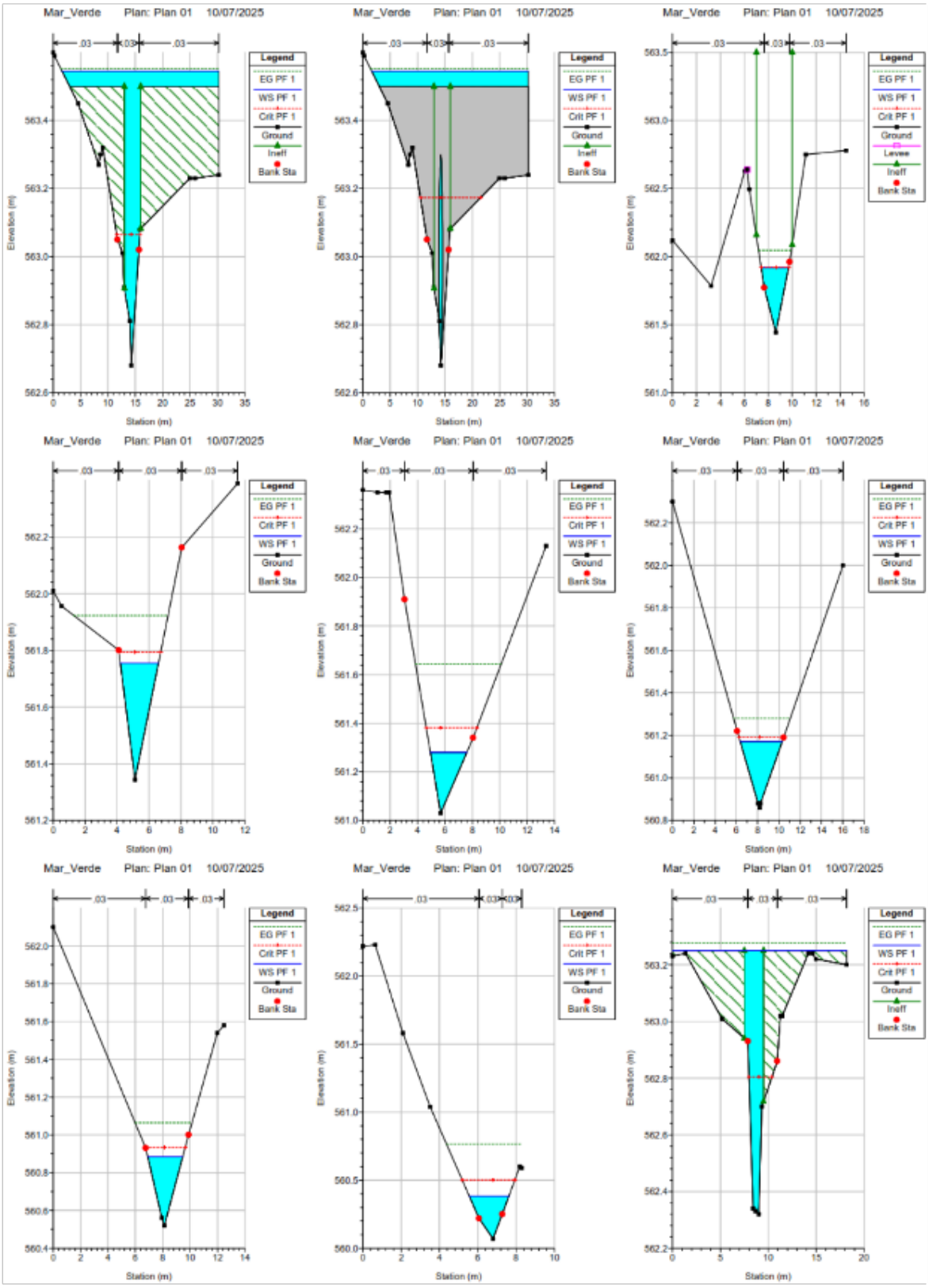

Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

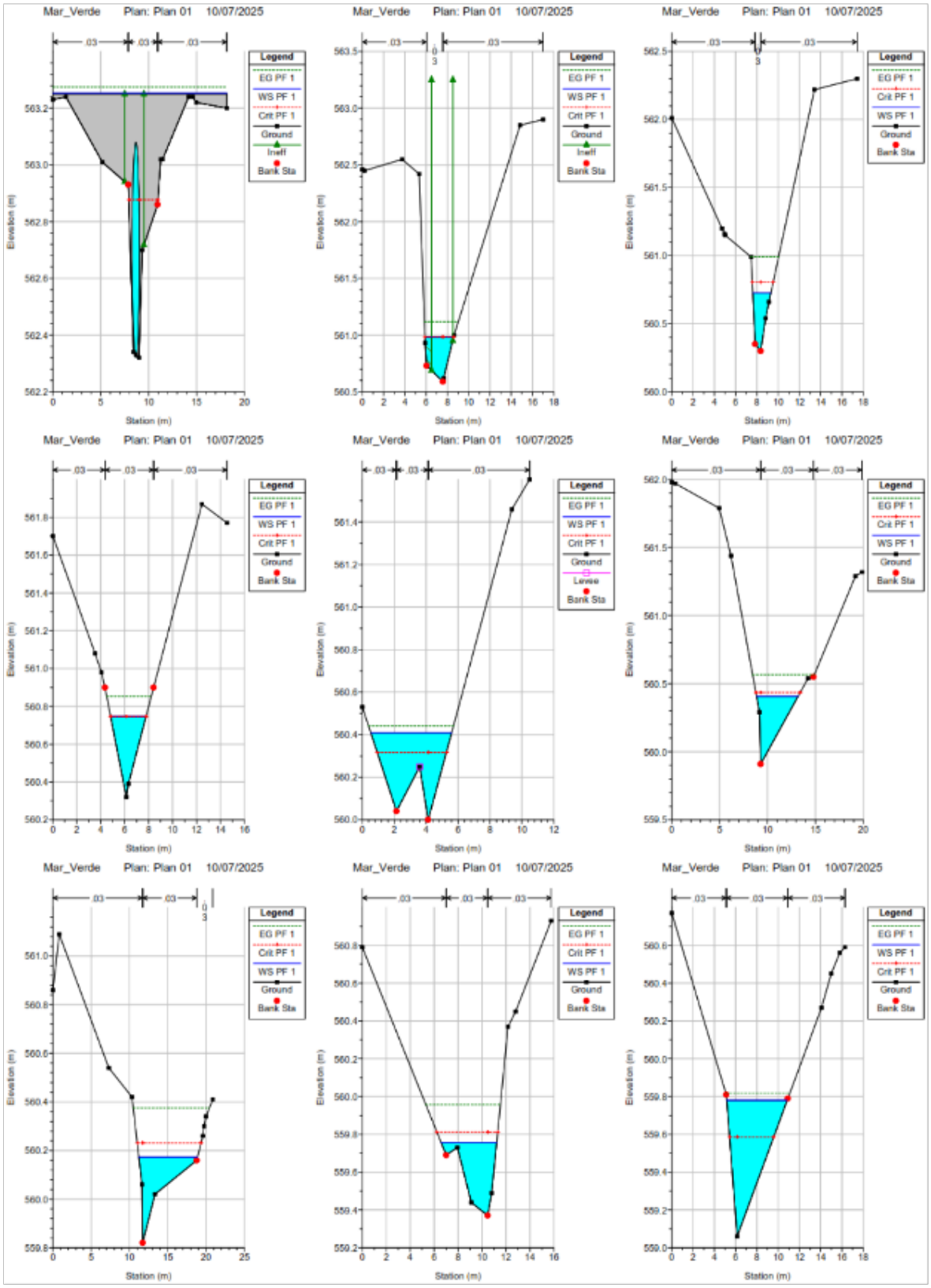

Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

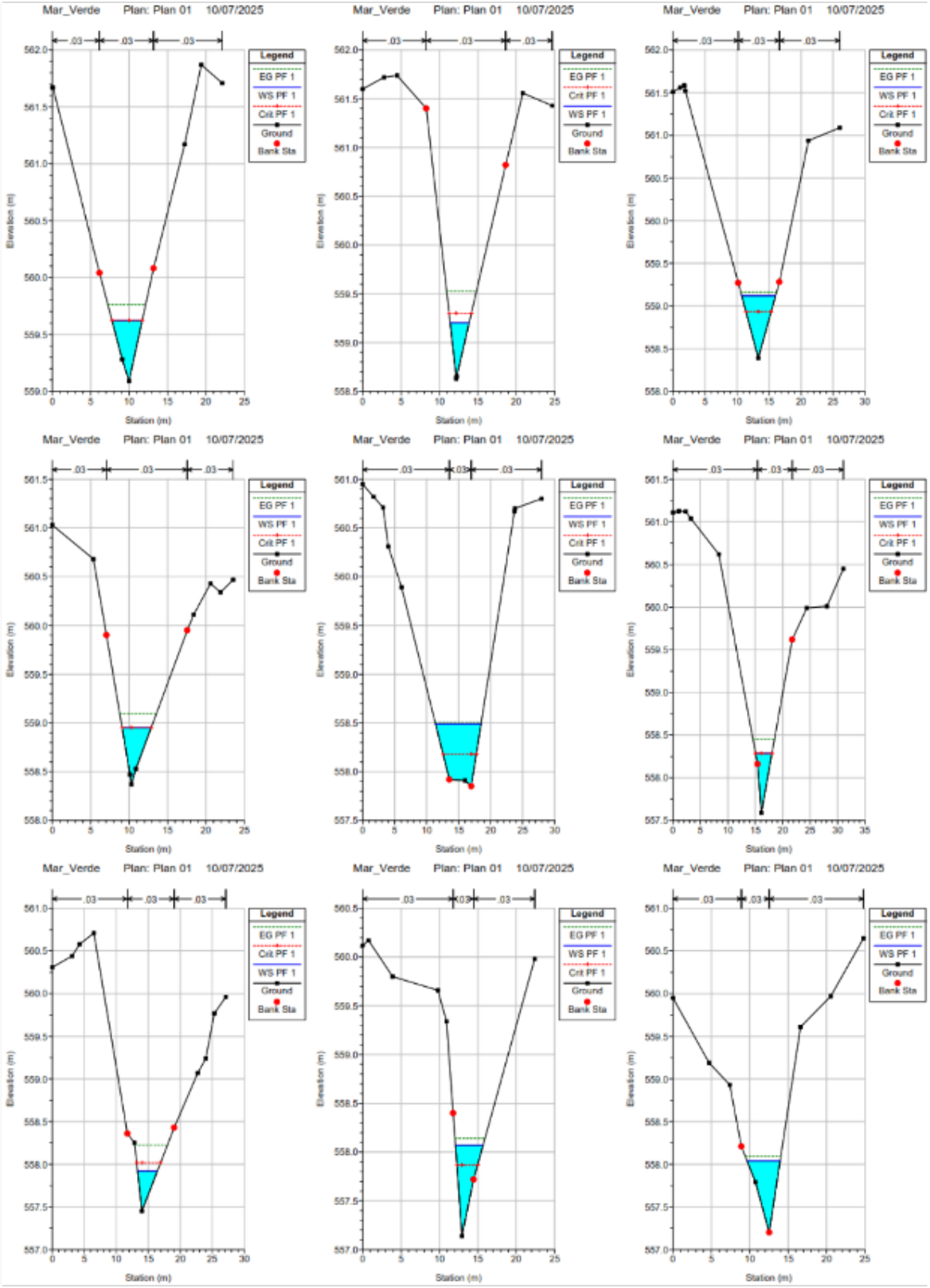


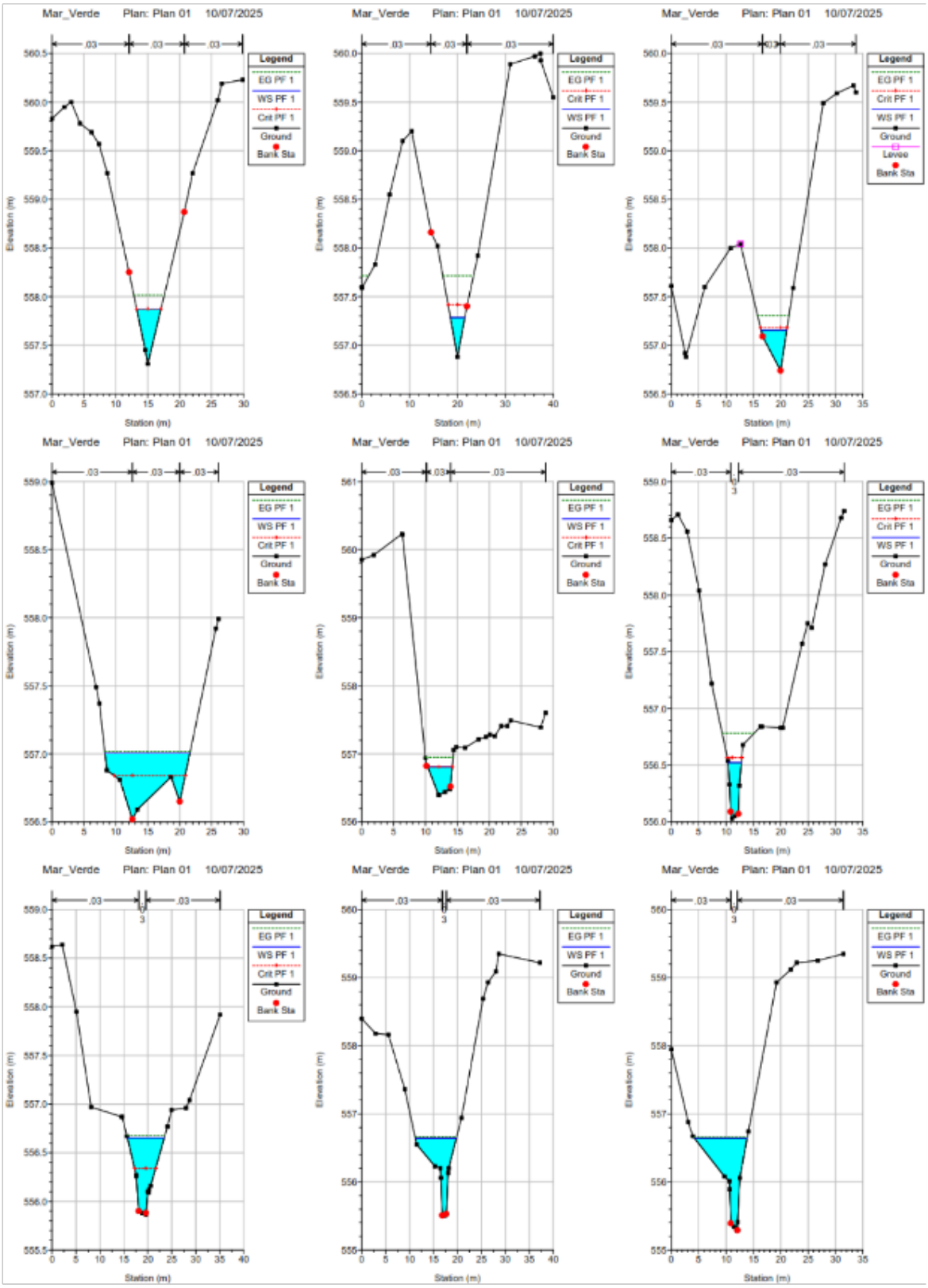
SECCIONES DE FLUJO ESCORRENTIA CANAL 1

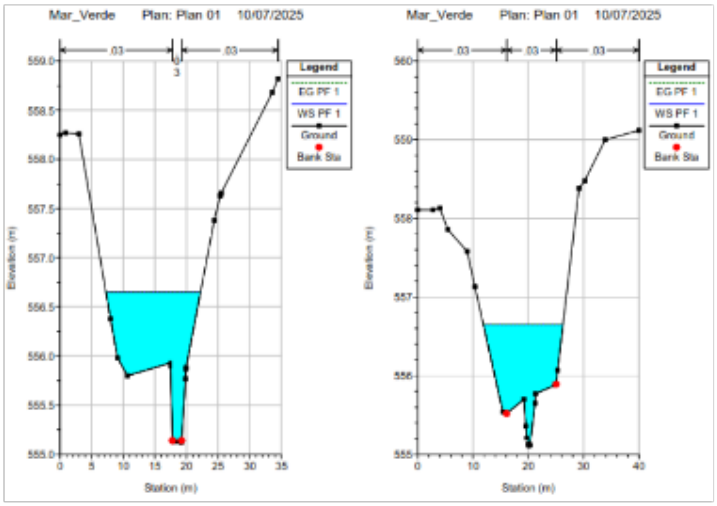
- Canal 1
  - Ramal principal
    - 31.1
    - 30.15 CulvUS
    - 30.15 CulvDS
    - 30.1
    - 29.1
    - 28.1
    - 27.1
    - 26.1
    - 25.1
  - Ramal tributario
    - 500.1
    - 450.1 CulvUS
    - 450.1 CulvDS
    - 400.1
    - 300.1
    - 200.1
    - 100.1
  - Ramal ppal infer
    - 24.1
    - 23.1
    - 22.1
    - 21.1
    - 20.1
    - 19.1
    - 18.1
    - 17.1
    - 16.1
    - 15.1
    - 14.1
    - 13.1
    - 12.1
    - 11.1
    - 10.1
    - 9.1
    - 8.1
    - 7.1
    - 6.1
    - 5.1
    - 4.1
    - 3.1
    - 2.1
    - 1.1


Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Levee
Elevation (m)
Station (m)

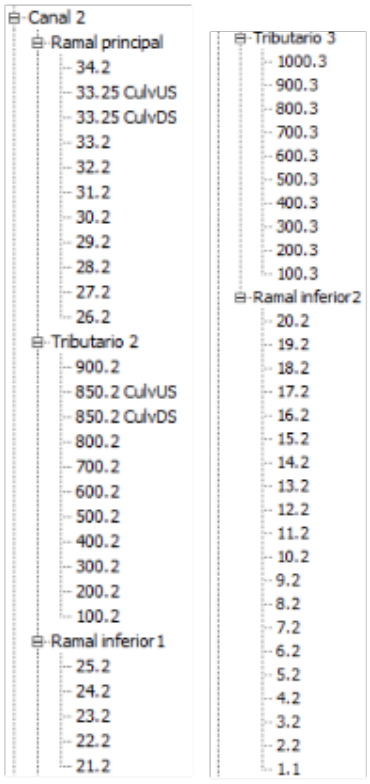

Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

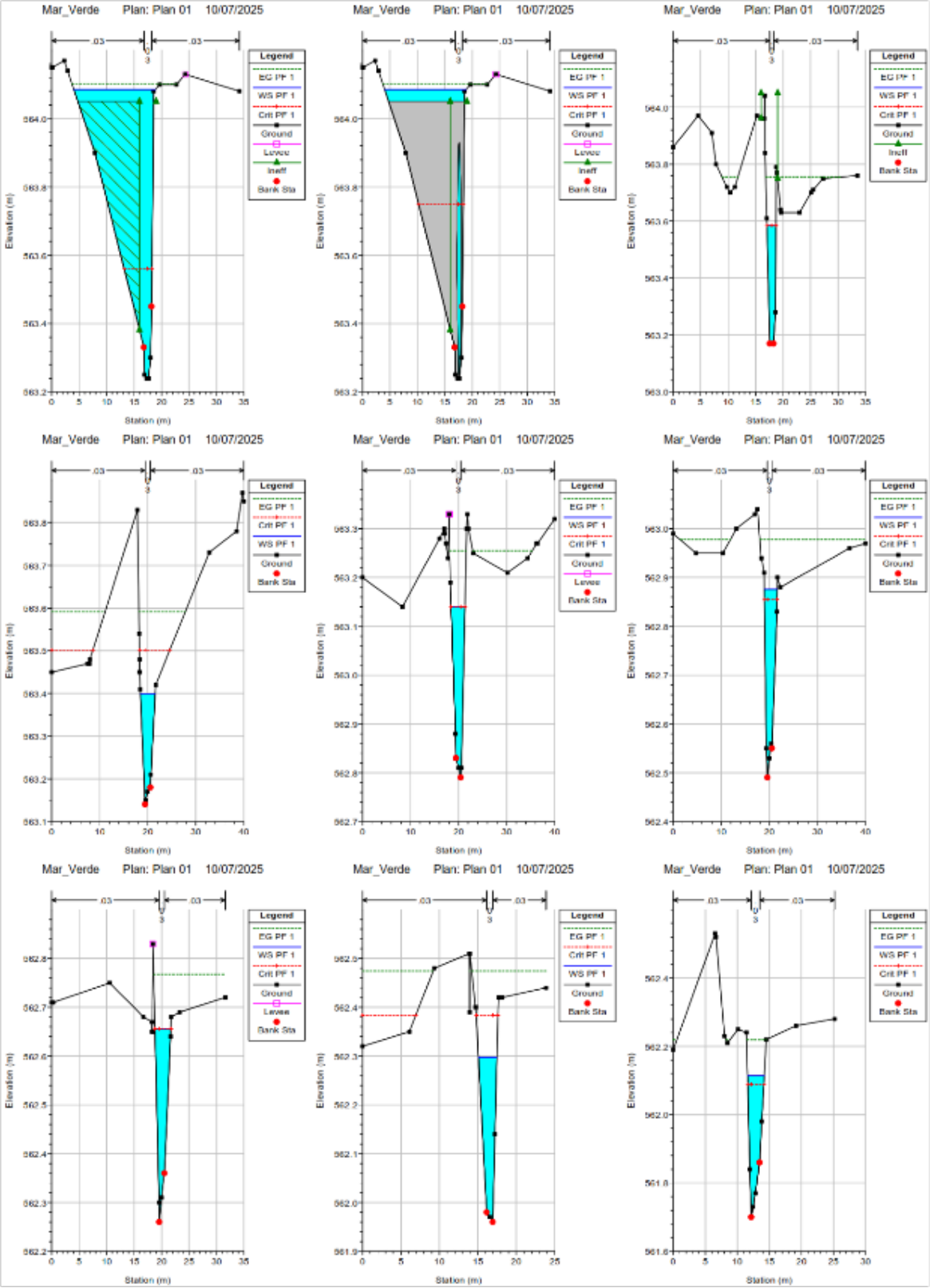

Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

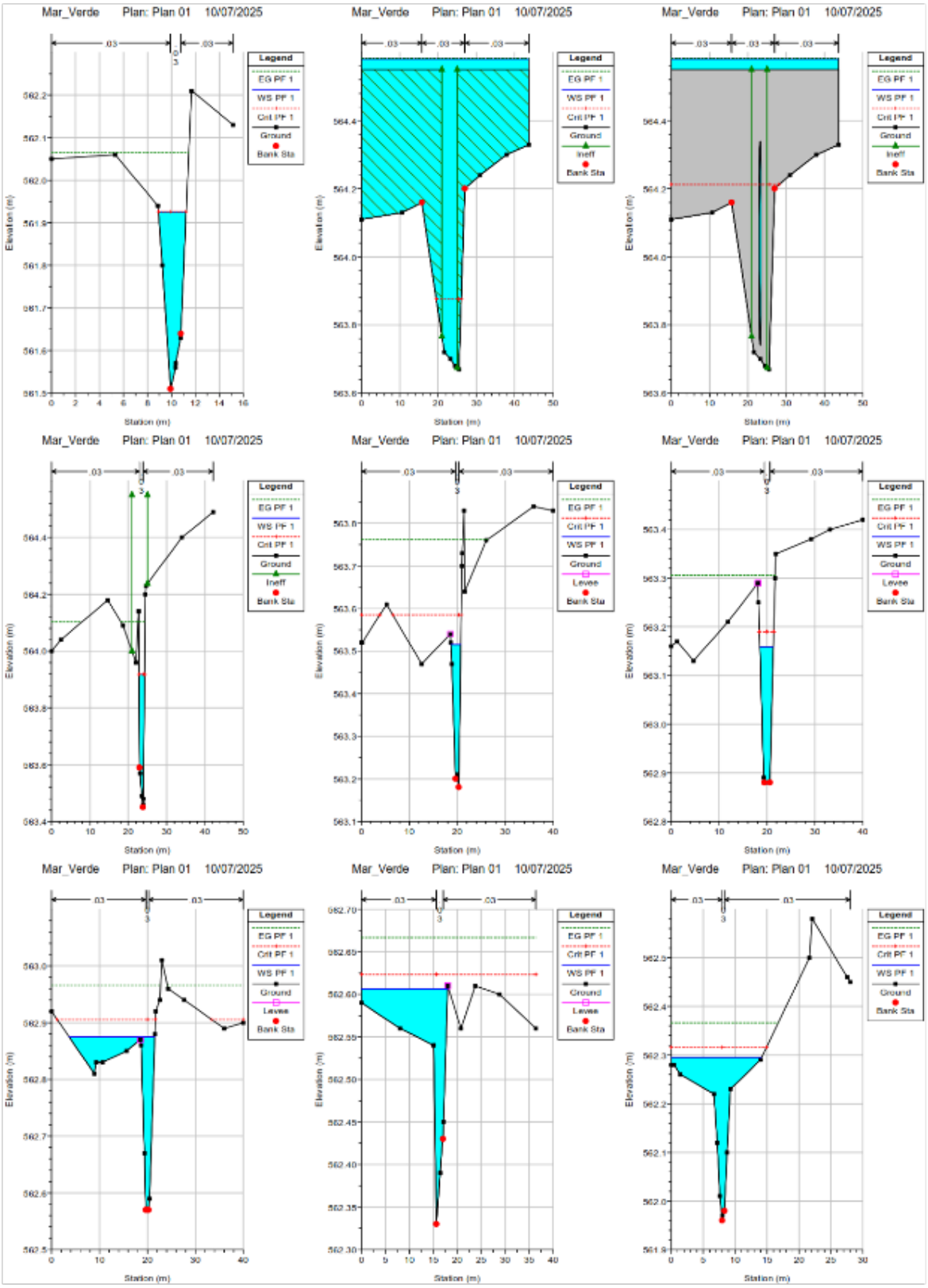

Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Bank Sta
Levee
Elevation (m)
Station (m)

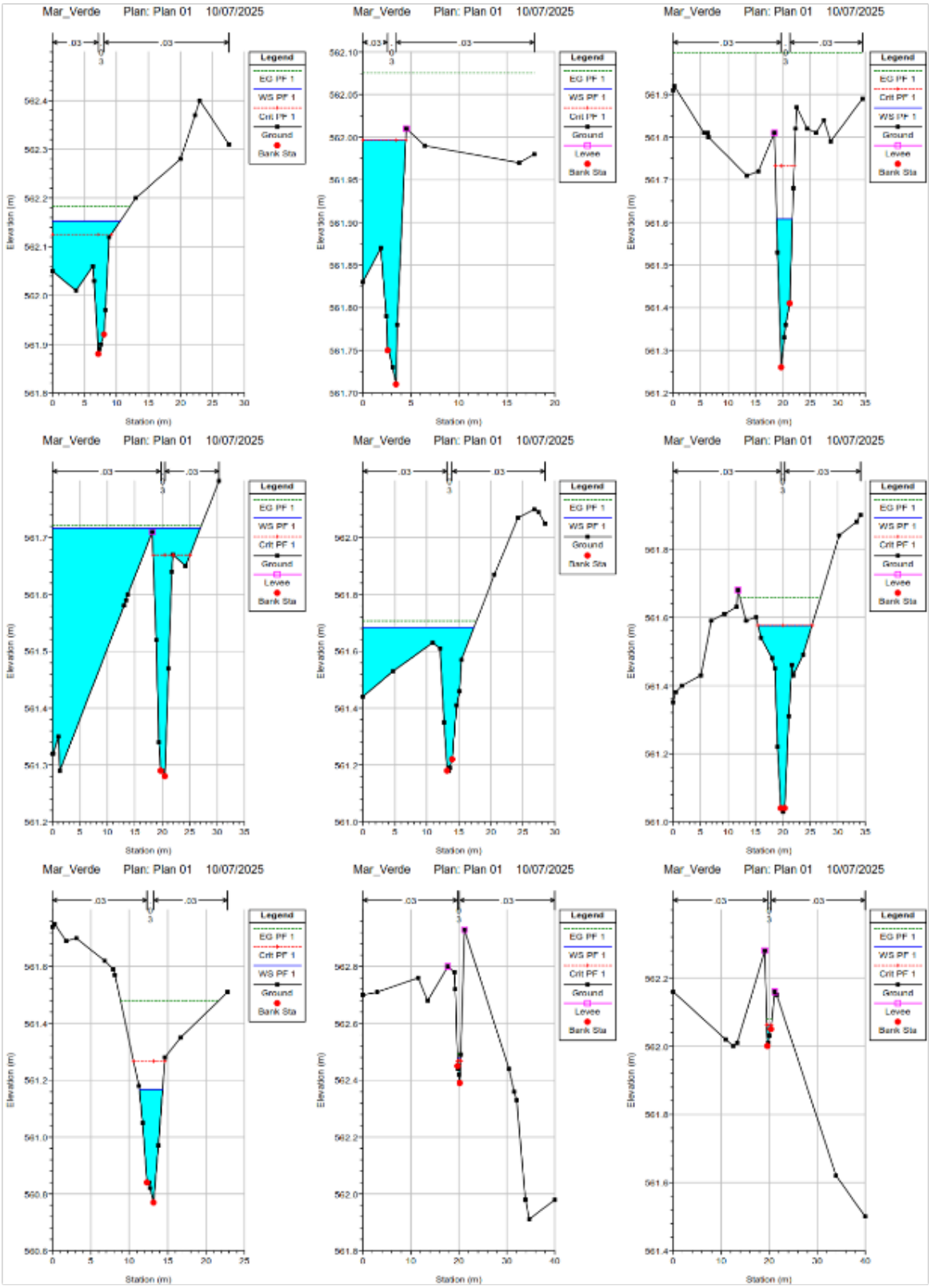


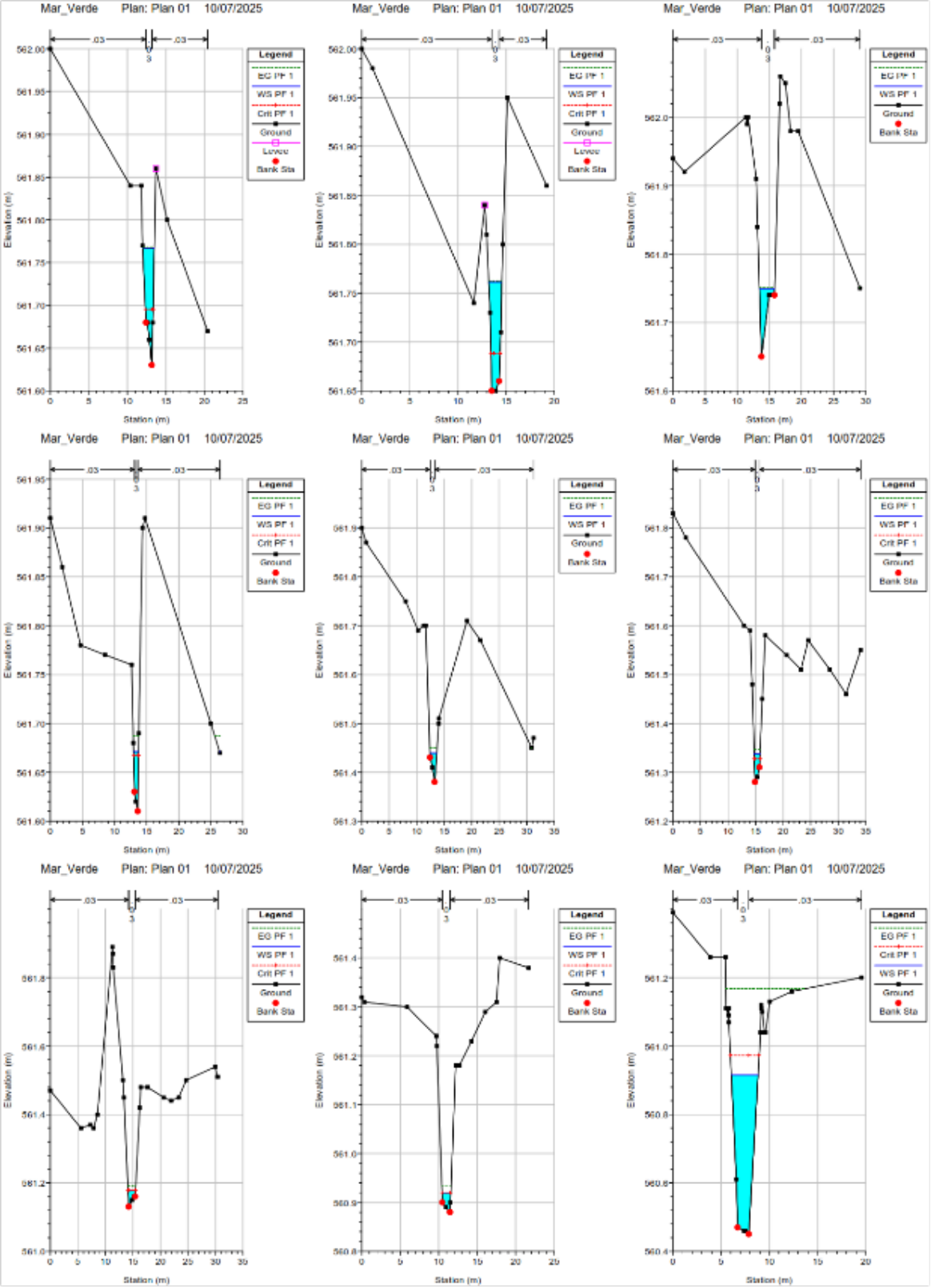
SECCIONES DE FLUJO ESCORRENTIA CANAL 2

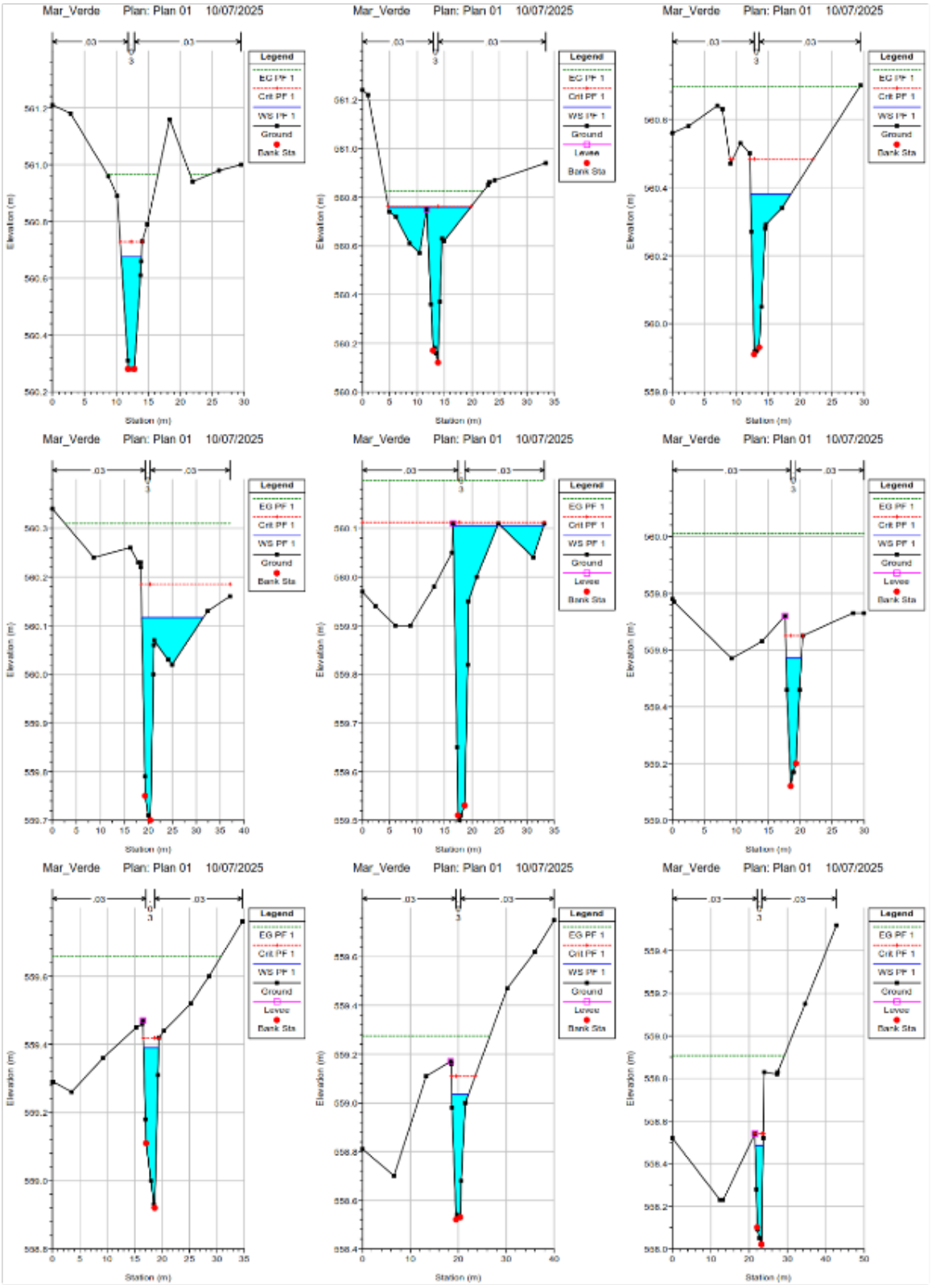


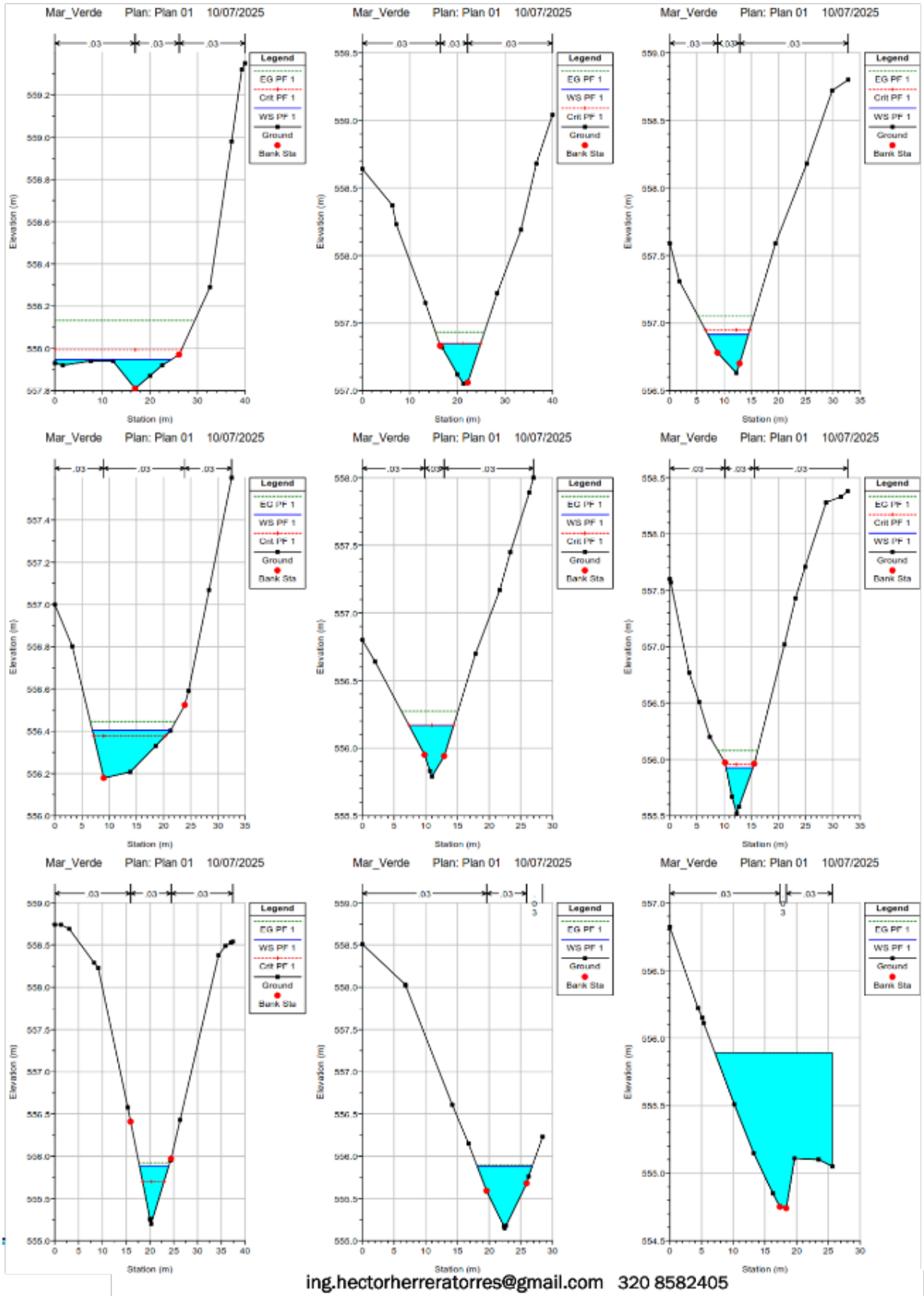

Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Ineff
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Mar_Verde Plan: Plan 01 10/07/2025
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)



ing.hectorherreratorres@gmail.com 320 8582405

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

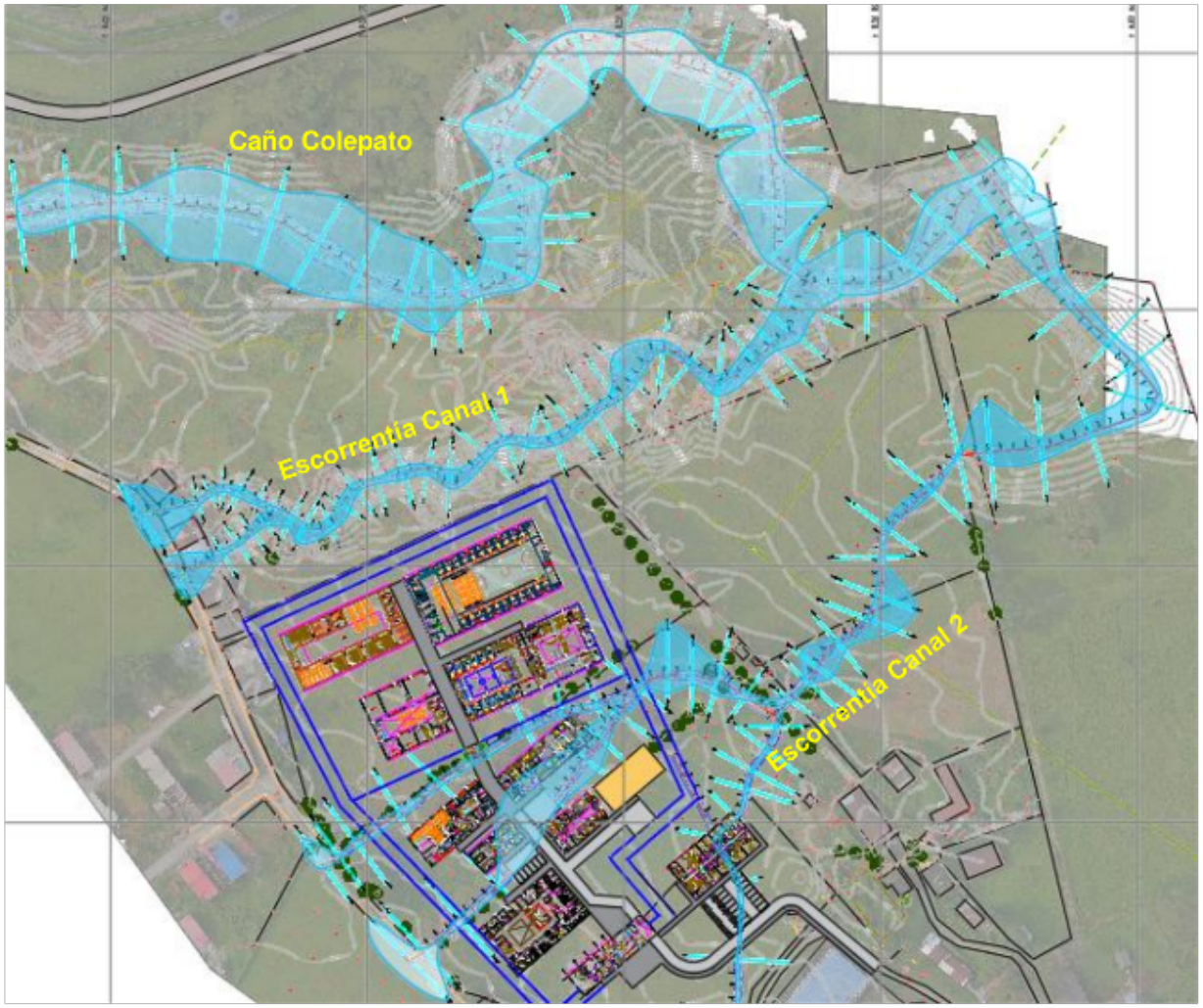
16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

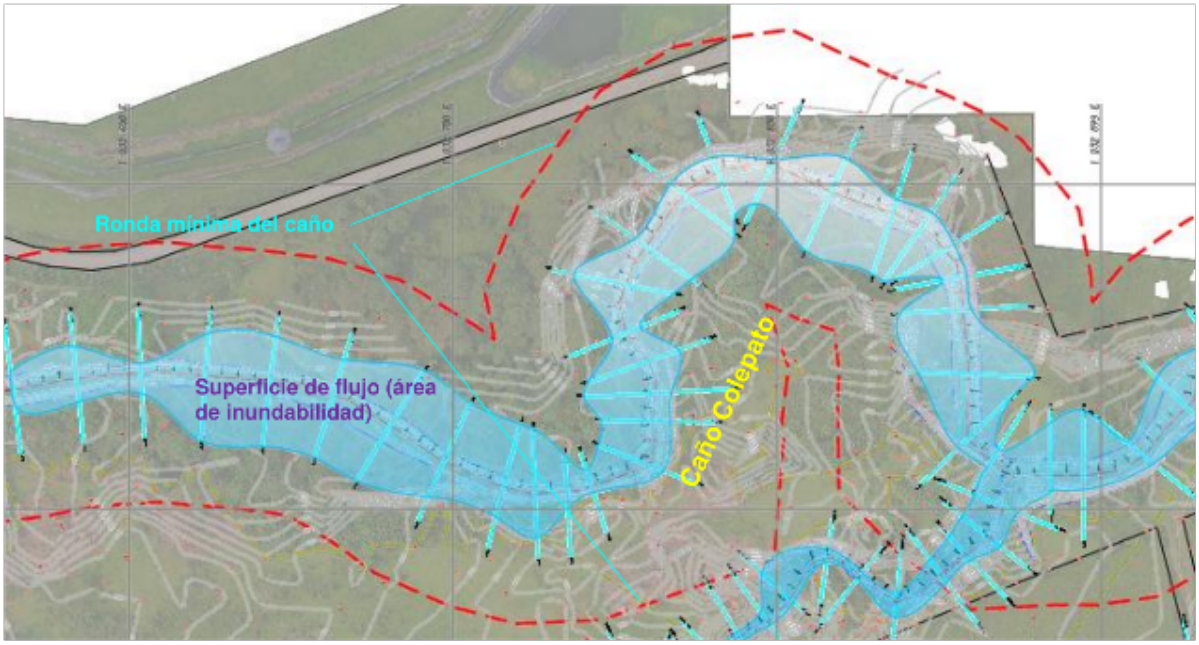
    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

Superficie de inundación para predio Mar Verde, Periodo de retorno = 100 años



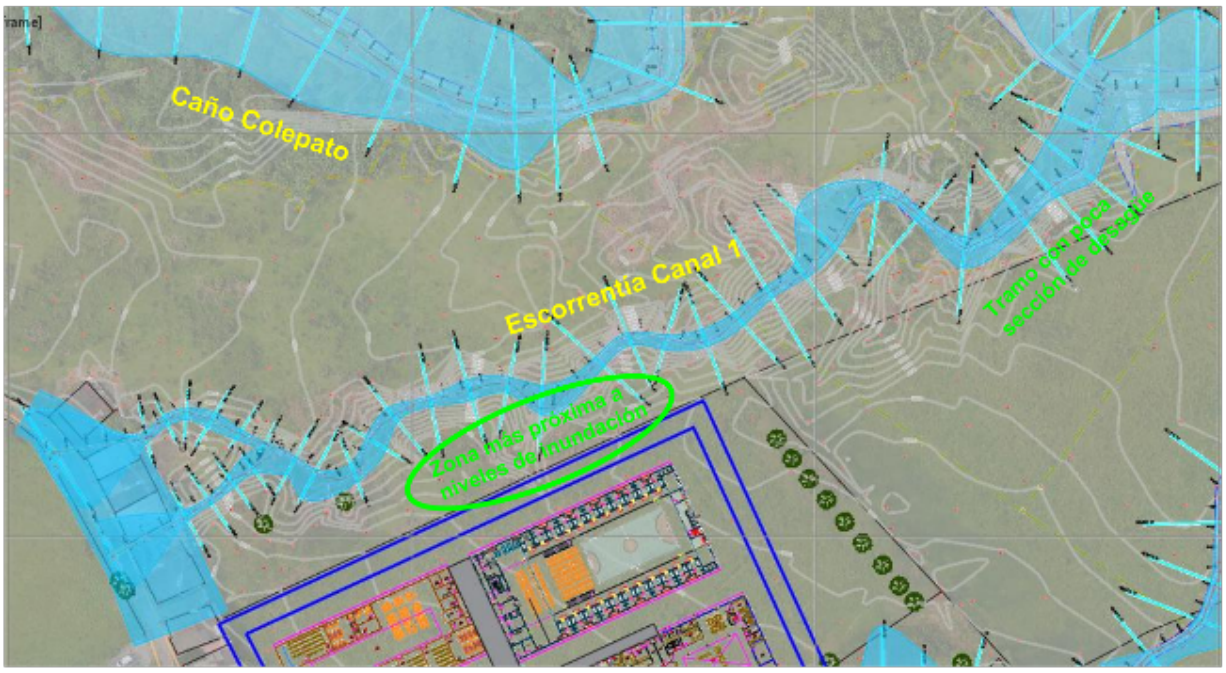
De acuerdo con el mapa de inundabilidad se tiene que el **caño Colepato**, si bien es el cuerpo hídrico más grande cerca del predio. Los niveles de inundación no generan una posible amenaza sobre el predio, dado que, aunque presenta ancho superficiales entre 10.0 y 40.0 m, para el caudal de periodo de retorno evaluado de 100 años; este ancho de la superficie queda en su punto más cercano a unos 75.0 m del perímetro del área a intervenir y a unos 80.0 m, de la primera construcción que pudiera encontrarse; así mismo, de manera general este nivel de inundación se encontraría dentro del ancho de ronda típico para causas de caños menores de 30 m a cada margen.



Superficie de flujo ("mancha" de inundación) caño Colepato, T = 100 años.
Dentro de la ronda del caño

Con relación a la **escorrentía Canal 1**, aunque esta escorrentía es propia del predio, no incide sobre el área proyectada a construir, la superficie de flujo, con un ancho promedio de 5.0 m, en su punto más próximo al perímetro a construir se encuentra a unos 12.0 m y se encuentra a unos 23.0 m de la edificación más próxima; de esta manera la escorrentía Canal 1 se considera que no tiene una incidencia significativa en la construcción del proyecto.

Sin embargo, está escorrentía, aunque su confluencia es hacia el caño Colepato, actualmente este tramo final no cuenta con una sección de cauce adecuada de desagüe de este flujo hacia el caño, lo cual puede incidir en formación de encharcamiento para cualquier evento de lluvia que genere escorrentías bajas a intermedias. Por lo cual debe tenerse en cuenta este aspecto para la optimización del drenaje.



Superficie de flujo ("mancha" de inundación) escorrentía Canal 1, T = 100 años.
Niveles con baja afectación al proyecto

Con relación a la **escorrentía Canal 2**, de acuerdo con los resultados del análisis hidrológico, aunque de las dos escorrentías esta es la que menor caudal de aporte conduce, es la escorrentía que por su alineamiento surca toda la parte central de todo el proyecto y así mismo presenta una mayor "mancha" inundación respecto a la escorrentía del canal 1.

Esta escorrentía es formada inicialmente por dos ramales, el ramal del sector sur (parte inferior de la imagen), ocasionaría mayor afectación del área

El ancho de la superficie de flujo oscila entre los 5.0 y 27.0 m en un sector después del área de implantación del urbanismo. En la lámina que afectaría propiamente el urbanismo se tiene un ancho de superficie de 20.0 m.

Se observa que está escorrentía, sí tendría una afectación sobre las edificaciones a construir, en especial las instalaciones de *Asadero – Reposteria* y *Rancho*; ya que al circular su alineamiento entre estos edificios existe una sobreposición de la lámina de inundación el área de implantación de dichos edificios, mientras que para los edificios de *Talleres - Maternidad* , la lámina de flujo no hace una sobreposición con estos edificios pero si se encuentra a una distancia de unos 10.0 m.

Por lo anterior, para esta escorrentía sí se hace necesario realizar unas obras que permitan el un manejo y/o encauzamiento del flujo para evitar la incidencia directa de los niveles de inundación con las edificaciones.

De la misma manera que la escorrentía anterior, si bien se evidencia la huella de un desagüe al caño, existe el tramo de desagüe final hacia el caño Colepato, con una sección menos profunda, lo cual podría incidir en formación de encharcamiento para cualquier evento de lluvia que genere escorrentías bajas a intermedias. Por lo cual debe tenerse en cuenta este aspecto para la optimización del drenaje en este sector.

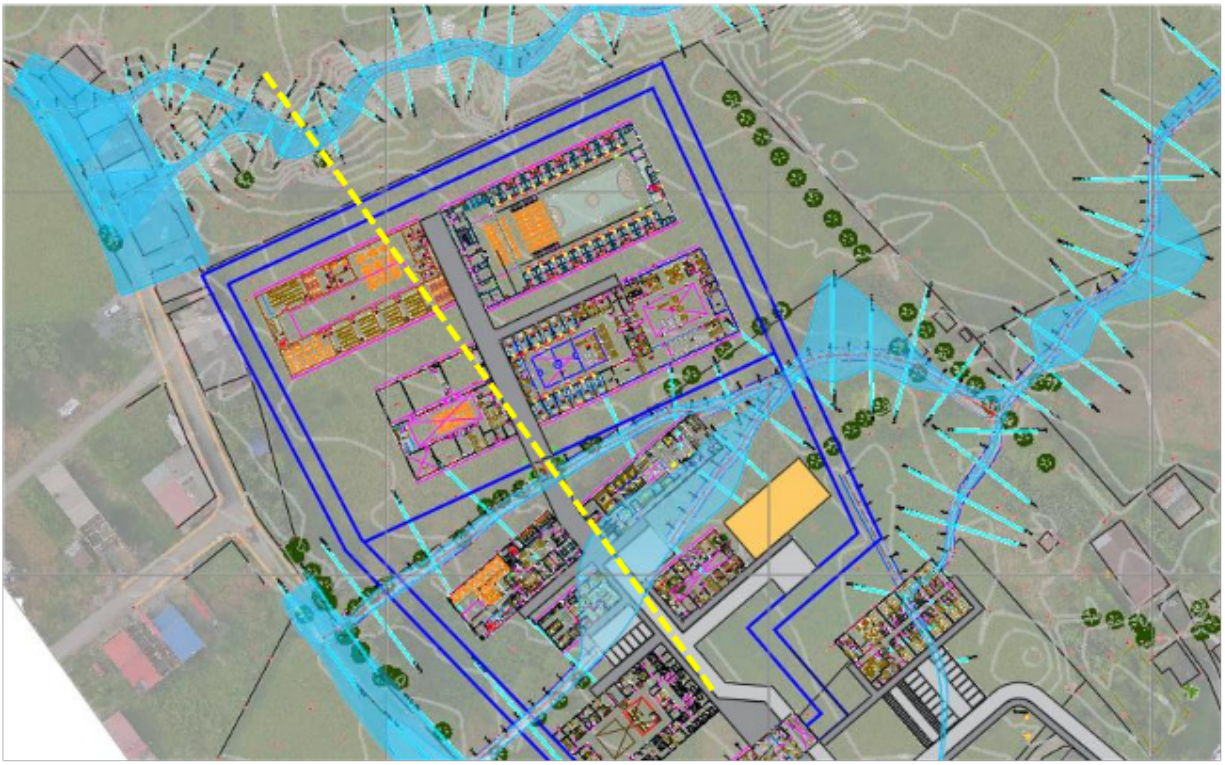


Superficie de flujo ("mancha" de inundación) escorrentía Canal 2, T = 100 años.
Niveles con alta afectación al proyecto

Debe tenerse en cuenta que, por la pendiente del cauce y del mismo predio, tal como se representa en el levantamiento topográfico el terreno cuenta con pendiente, lo que permite el drenaje. En consideración de definir unas cotas de lámina de agua de cada escorrentía estas se encuentran entre una cota en sector aguasarriba y cota sector aguasabajo entre estos valores:

Caño Colepato: entre cotas 556.01 m y 562.00 m.
Canal natural 1: entre cotas 561.75 m y 556.65 m.
Canal natural 2: entre cotas 563.52 m y 561.58 m.

Para definir un valor de cota de inundación para el proyecto en condiciones actuales de los canales, se considera la cota de lámina de agua correspondiente a la sección con la "mancha" de inundación de mayor afectación sobre el urbanismo implantado.



Con base en lo anterior, el caño Colepato no tiene mayor incidencia en el área donde se pretende desarrollar la construcción de las edificaciones, el canal natural 1 que si se encuentra en las proximidades de dichas edificaciones tiene una cota de inundación de 559.76m y el canal natural 2 que es el que refleja la afectación sobre el predio tiene una cota de inundación de 562.87 m.

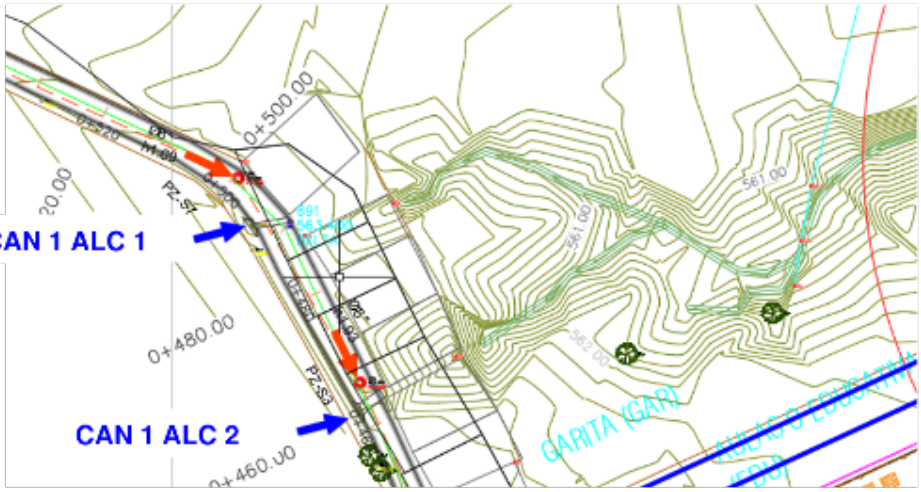
8.1 NIVELES DE ENCHARCAMIENTO SOBRE LA VIA COLINDANTE AL PROYECTO

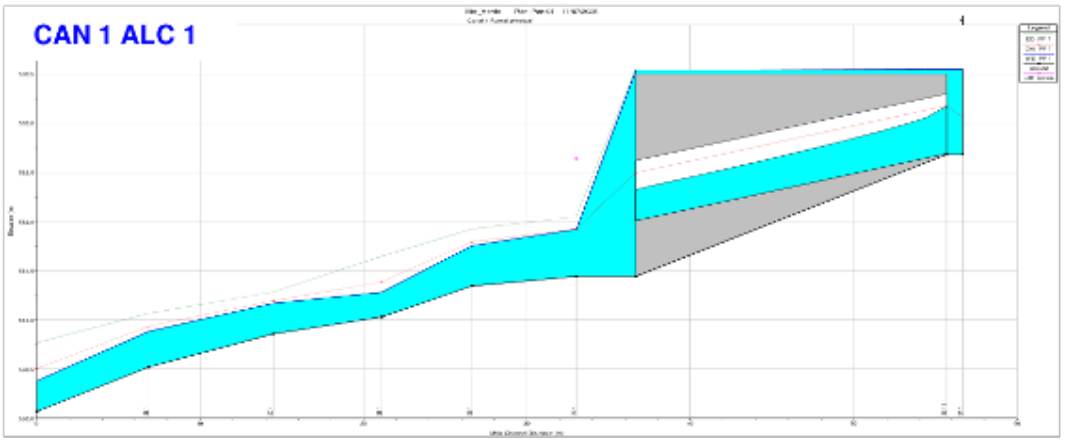
Teniendo en cuenta que previamente a los canales de escorrentía, se ubican obras de drenaje tipo alcantarilla, se realiza el análisis de su funcionamiento hidráulico.

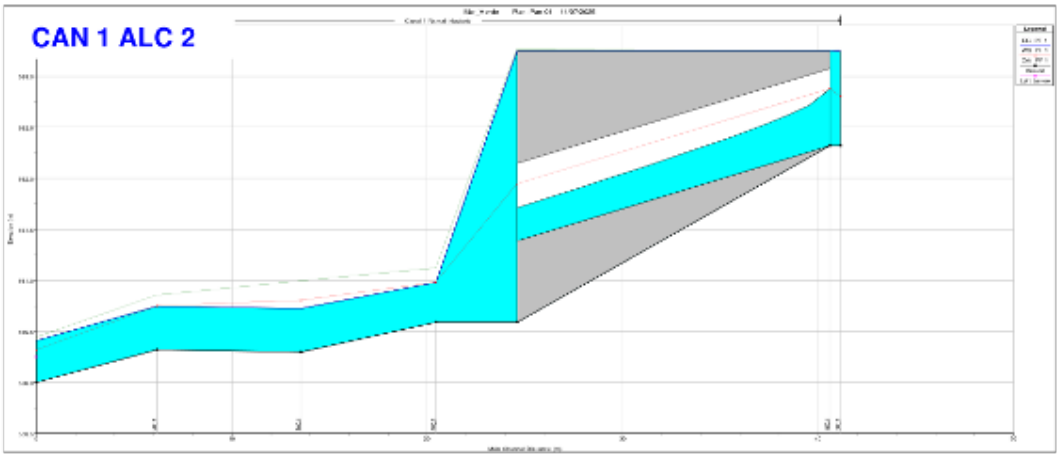
Como consideración principal se tiene que aguas arriba de los canales 1 y 2, confluyen dos brazos (hacia cada canal) donde se ubican previamente los pasos de las alcantarillas, por lo cual para simplificación del análisis se considerara que cada alcantarilla maneja la mitad del caudal de diseño del correspondiente canal.

Con base en la modelación hidráulica en estos puntos se obtuvo.

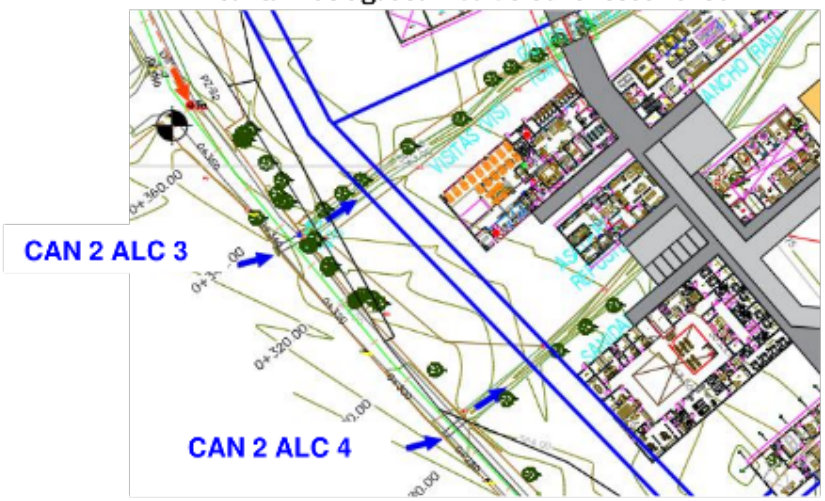
Alcantarillas aguasarriba de Canal escorrentía 1

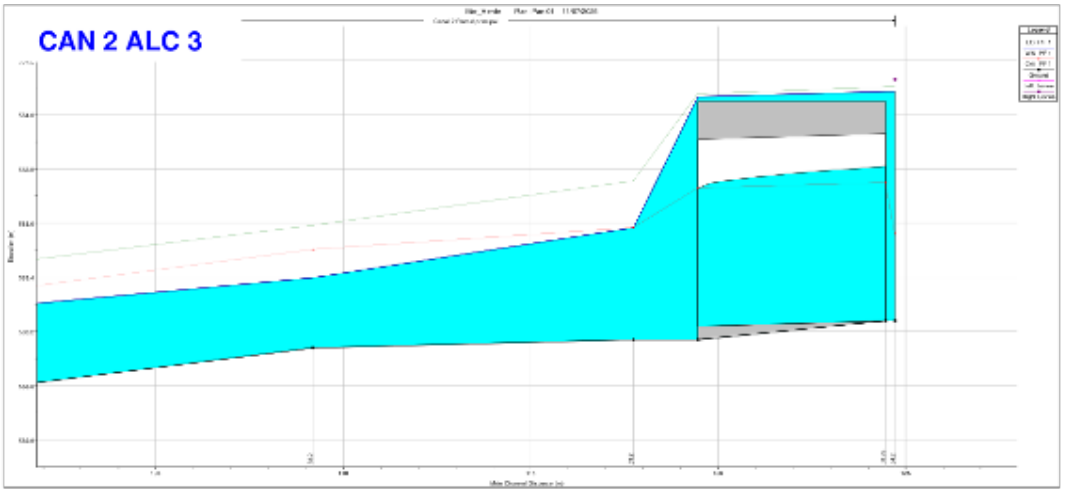


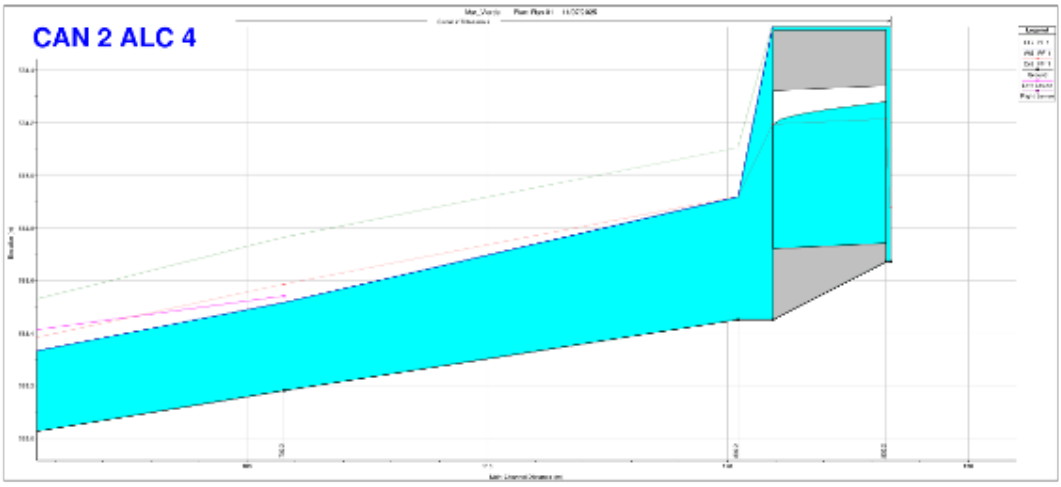




Alcantarillas aguasarriba de Canal escorrentía 2

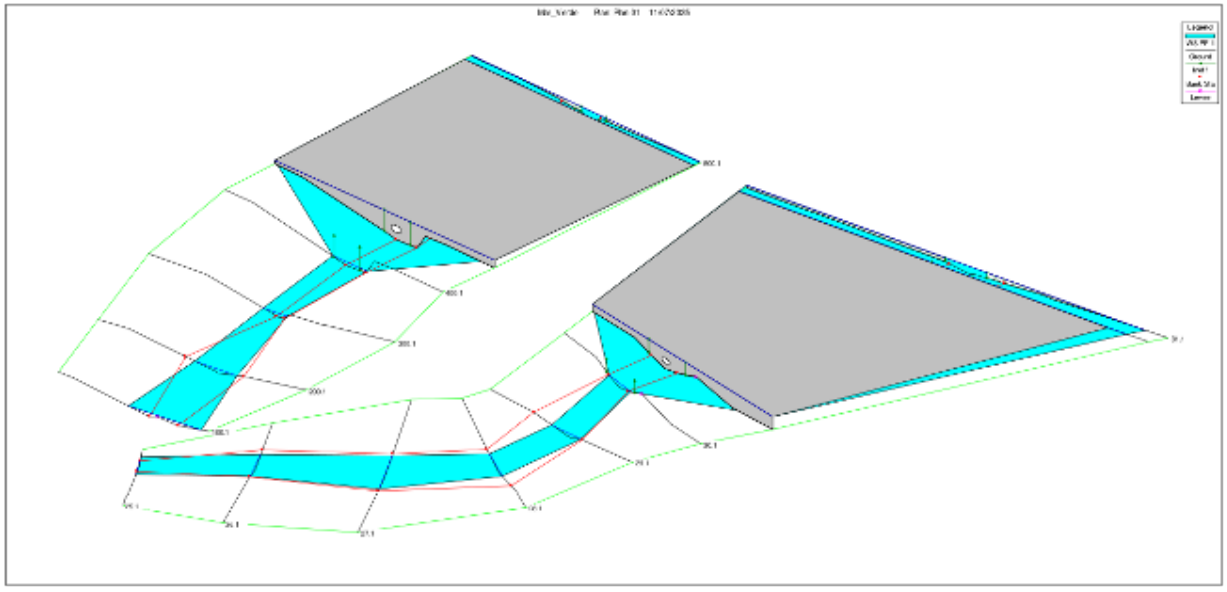




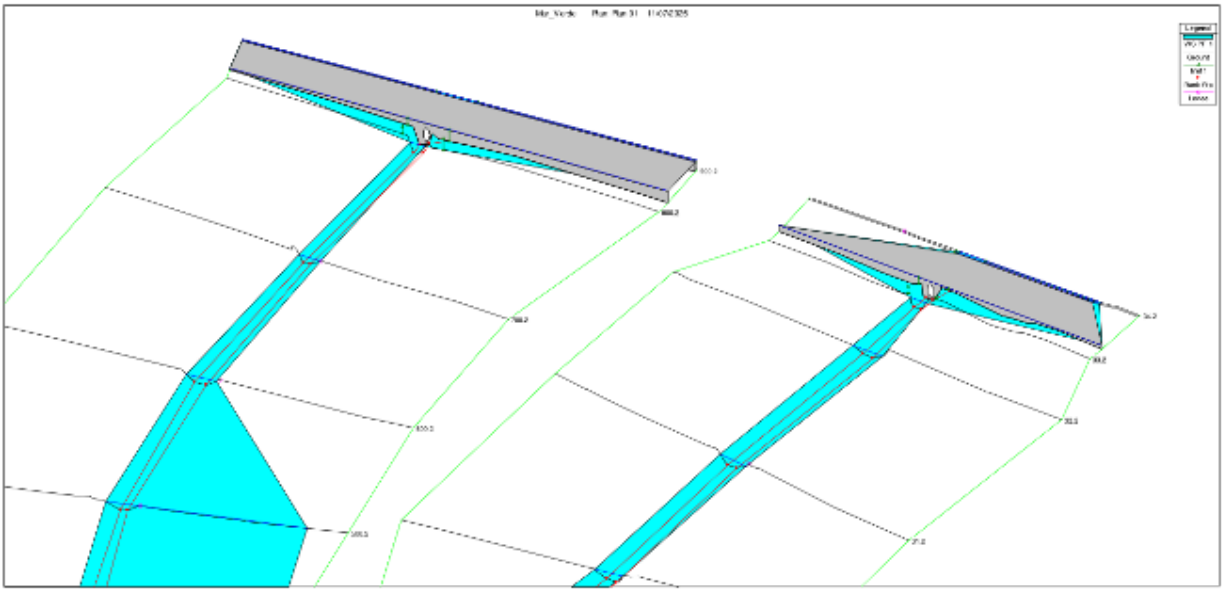


Para las cuatro obras de alcantarillas ubicadas en la vía aferentes al proyecto Marverde, se observa que podrá presentarse un caudal tal que genere una sumergencia de la entrada a los conductos y un sobre paso del flujo sobre la rasante de vía.

Alcantarillas Canal escorrentía 1



Alcantarillas Canal escorrentía 2



8.2 CONSIDERACIONES SOBRE INUNDACION POTENCIAL DEL PREDIO MARVERDE

El nivel de flujo observado que se produce sobre la vía y sobre su franja adyacente, es una situación producto principalmente por la restricción que hacen las alcantarillas de drenaje vial al flujo de escorrentía, las cuales para el paso de flujo al canal 1 hay dos alcantarillas de 24" y 30" y para el canal 2 hay dos alcantarillas de 27" y 24", lo anterior genera un represamiento del flujo y su sobrepaso por la rasante de la vía y afectación de las casas allí ubicadas.

Con relación al encharcamiento de la vía, una alternativa de manejo externa al área del proyecto y no propia del alcance del mismo, es la intervención de la vía y/o viviendas emplazadas a su margen, mediante la ampliación de las obras de drenaje vial, actualmente alcantarillas de 24", 30", 27" y 24", a diámetros más grandes o cambio a box culverts.

Se tiene que aguasabajo no se presentan niveles de inundación, sobre el área dispuesta para la implantación del urbanismo, lo que se refleja es que, para eventos de lluvias intensas y caudales de escorrentía máximos, los canales han perdido la sección de conducción por colmatación de material, invasión de vegetación o rellenos. De esta manera, el caudal no será encauzado y también se producirá un desborde a las márgenes porque se rebasa la sección existente y cubre una sección más ancha.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

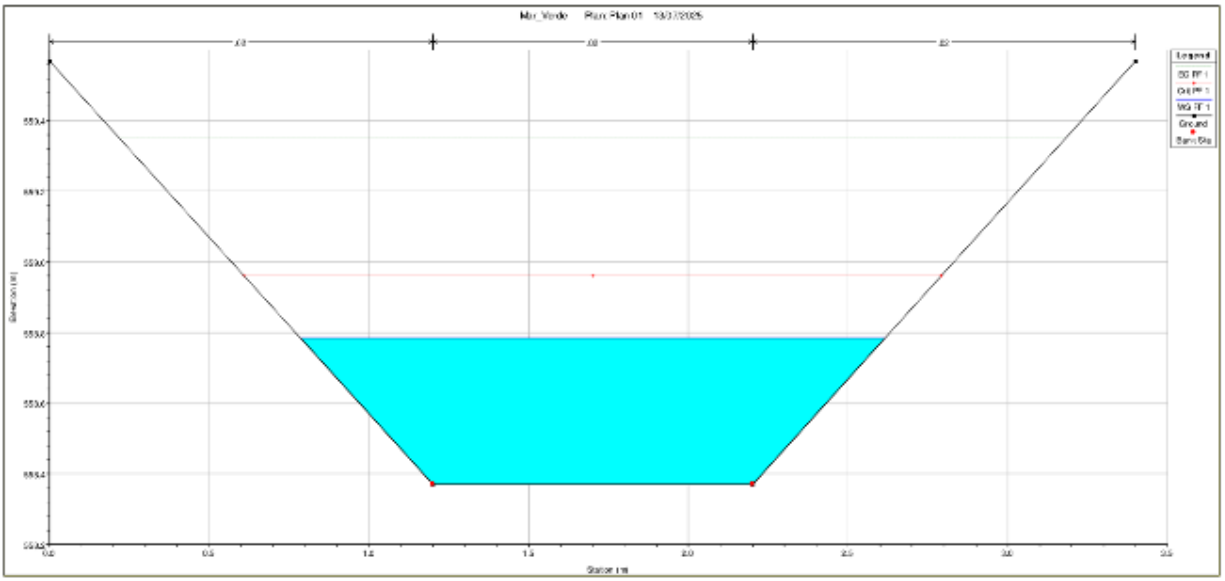
9.2 OPTIMIZACION DE LA SECCION DE CONDUCCION

Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se realiza la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2.

La optimización tiene en cuenta lo siguiente:

1. Mejorar la profundidad de la canalización.
2. Mejorar la contención lateral del flujo.
3. Mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, como quiera que esta se formó de manera natural por la escorrentía.
4. Mejorar las características de la superficie del canal.
5. Construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

Los canales se proyectan mediante el cálculo hidráulico, en el cual se tiene en cuenta su sección transversal (sección del canal), pendiente longitudinal, puntos de descarga, tipo de superficie entre otros.



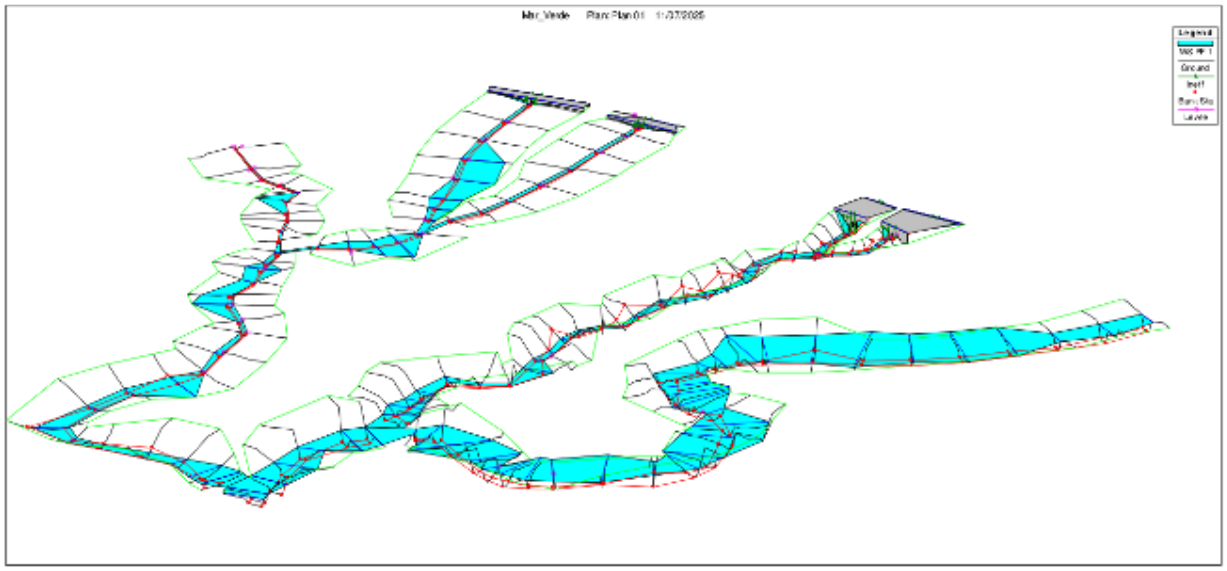
Con el dimensionamiento geométrico propuesto, la sección cumple para la conducción de los caudales de diseño.

9.3 ANALISIS CON OBRAS DE OPTIMIZACION

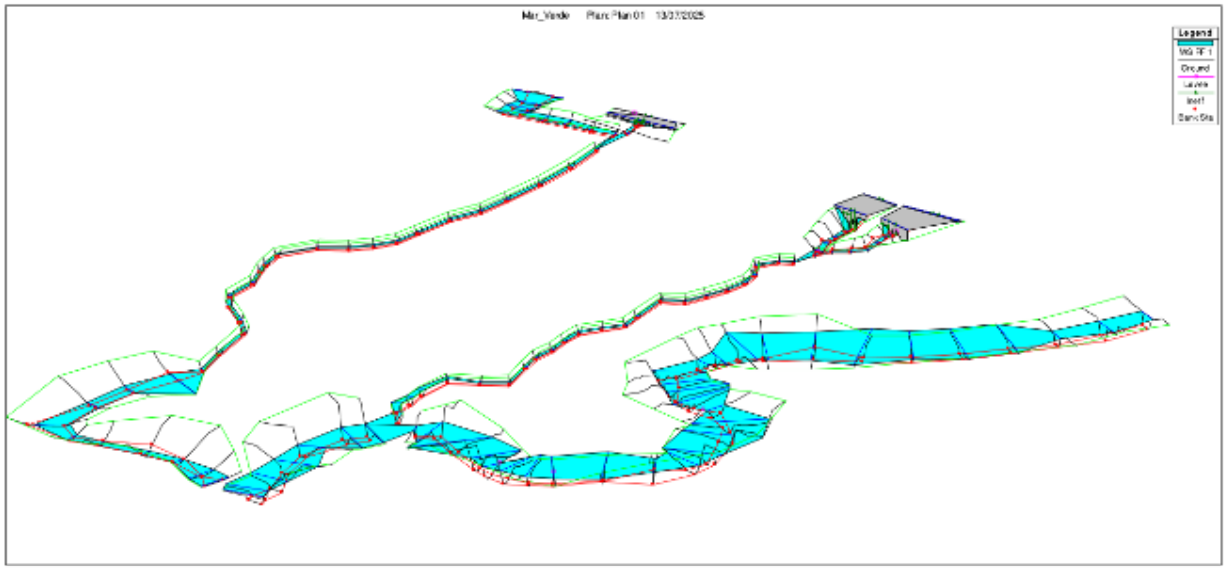
La propuesta de hacer un mejoramiento de la sección de conducción de las escorrentías debe evaluarse con relación a si estas tienen el efecto de control y/o mitigación de la inundabilidad.

Por lo cual se presenta una comparación de las condiciones SIN y CON las obras propuestas.

SIN OPTIMIZACION DE CANALIZACION



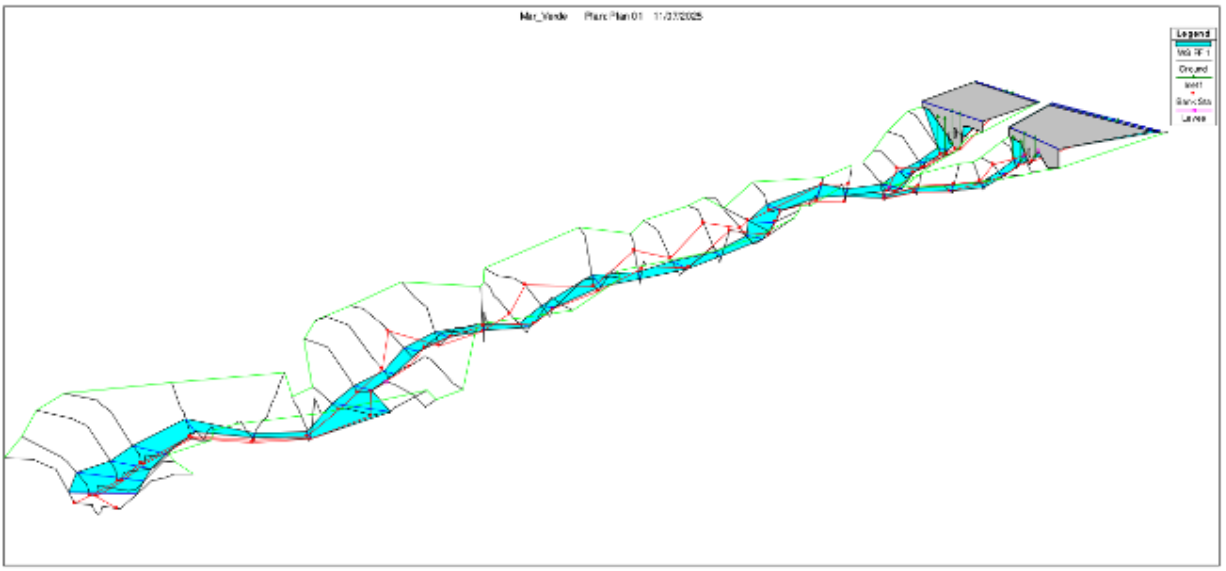
CON OPTIMIZACION DE CANALIZACION



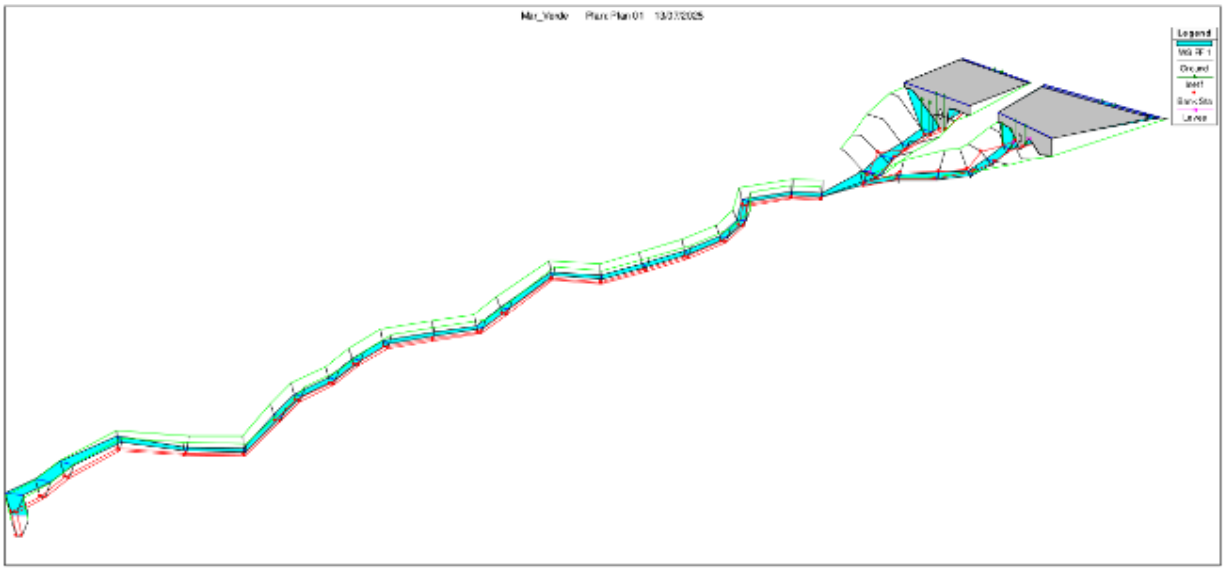
9.3.1 Escorrentía Canal 1

Para el caudal esperado en algún evento de alta precipitación, se tendrá para el mismo caudal en condición SIN y CON la obra de optimización de canalización.

SIN OPTIMIZACION DE CANALIZACION

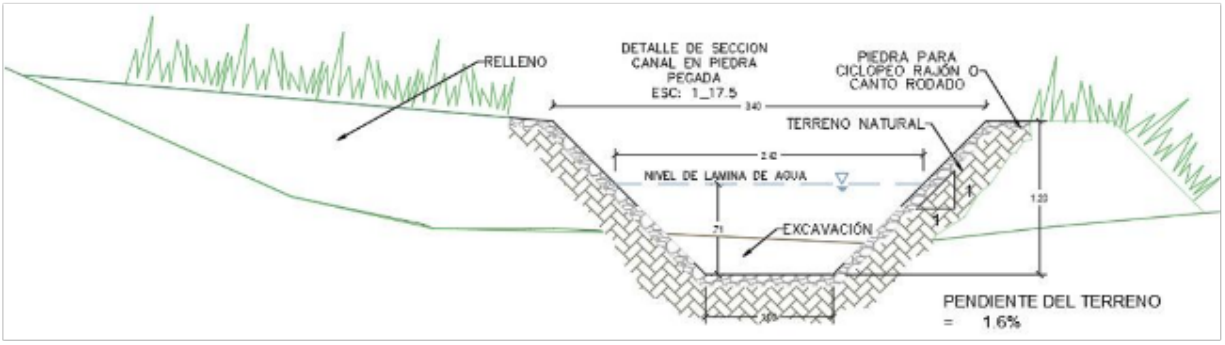


CON OPTIMIZACION DE CANALIZACION



Se tiene que para la escorrentía Canal 1, la obra de optimización de su cauce permite control del ancho superficial de su lamina reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

SECCION ESCORENTIA CANAL 1



Parámetros hidráulicos escorrentía Canal 1

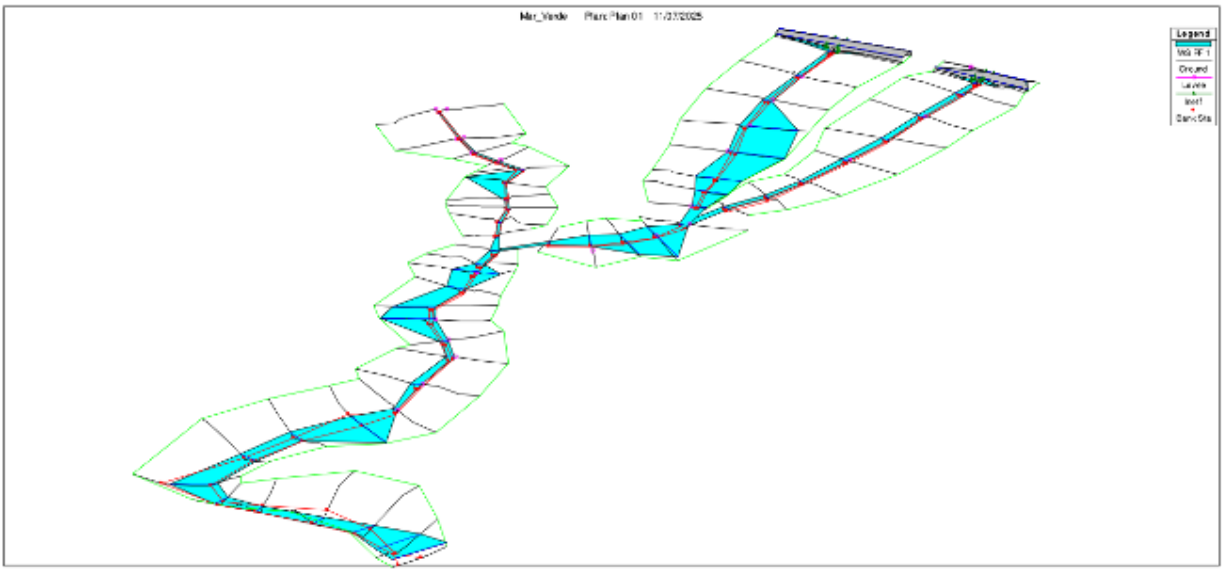
HEC-RAS Plan: Resultados Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Max Ch Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Shear Total	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(N/m2)	
Ramal principal	31.1	PF 1	0.89	562.68	563.54	563.06	563.55	0.000395	0.86	0.41	3.15	28.63	0.42	0.18
Ramal principal	30.15		Culvert											
Ramal principal	30.1	PF 1	0.89	561.44	561.92	561.92	562.05	0.014072	0.48	1.58	0.57	2.28	31.90	0.97
Ramal principal	29.1	PF 1	0.89	561.34	561.75	561.79	561.92	0.026561	0.41	1.82	0.49	2.39	50.42	1.28
Ramal principal	28.1	PF 1	0.89	561.03	561.28	561.38	561.64	0.105336	0.25	2.67	0.33	2.67	126.48	2.41
Ramal principal	27.1	PF 1	0.89	560.86	561.17	561.19	561.28	0.023831	0.31	1.47	0.61	3.94	35.56	1.19
Ramal principal	26.1	PF 1	0.89	560.52	560.88	560.93	561.06	0.031830	0.36	1.88	0.47	2.56	55.52	1.40
Ramal principal	25.1	PF 1	0.89	560.07	560.38	560.50	560.77	0.054066	0.31	2.85	0.35	2.07	84.76	1.89
Ramal tributario	500.1	PF 1	0.89	562.32	563.25	562.61	563.28	0.001923	0.93	0.72	1.34	18.17	1.35	0.37
Ramal tributario	450.1		Culvert											
Ramal tributario	400.1	PF 1	0.89	560.59	560.98	560.98	561.12	0.011749	0.39	1.77	0.56	2.69	31.36	0.96
Ramal tributario	300.1	PF 1	0.89	560.30	560.73	560.80	560.99	0.021649	0.43	2.66	0.44	1.70	46.32	1.34
Ramal tributario	200.1	PF 1	0.89	560.32	560.75	560.75	560.85	0.016204	0.43	1.45	0.61	2.96	31.66	1.01
Ramal tributario	100.1	PF 1	0.89	560.00	560.32	560.32	560.40	0.017235	0.32	1.35	0.70	4.33	26.35	1.02
Ramal ppal infer	24.1	PF 1	1.78	559.07	559.39	559.66	560.45	0.042596	0.32	4.82	0.42	1.64	92.35	2.72
Ramal ppal infer	23.1	PF 1	1.78	558.98	559.33	559.57	560.17	0.029946	0.35	4.31	0.47	1.70	69.94	2.32
Ramal ppal infer	22.1	PF 1	1.78	558.81	559.19	559.40	559.88	0.021978	0.38	3.91	0.53	1.77	54.75	2.02
Ramal ppal infer	21.1	PF 1	1.78	558.66	559.06	559.25	559.67	0.018302	0.40	3.69	0.56	1.80	47.35	1.86
Ramal ppal infer	20.1	PF 1	1.78	558.53	558.94	559.12	559.51	0.016748	0.41	3.58	0.58	1.82	44.12	1.78
Ramal ppal infer	19.1	PF 1	1.78	558.37	558.78	558.96	559.35	0.016475	0.41	3.56	0.59	1.83	43.55	1.77
Ramal ppal infer	18.1	PF 1	1.78	558.21	558.63	558.80	559.19	0.016286	0.42	3.55	0.59	1.83	43.15	1.76
Ramal ppal infer	17.1	PF 1	1.78	558.05	558.47	558.64	559.03	0.016286	0.42	3.55	0.59	1.83	43.15	1.76
Ramal ppal infer	16.1	PF 1	1.78	557.88	558.29	558.47	558.86	0.016480	0.41	3.56	0.59	1.83	43.56	1.77
Ramal ppal infer	15.1	PF 1	1.78	557.58	558.00	558.17	558.56	0.016323	0.41	3.55	0.59	1.83	43.23	1.76
Ramal ppal infer	14.1	PF 1	1.78	557.42	557.84	558.01	558.40	0.016323	0.41	3.55	0.59	1.83	43.23	1.76
Ramal ppal infer	13.1	PF 1	1.78	557.26	557.67	557.85	558.24	0.016535	0.41	3.57	0.58	1.83	43.68	1.77
Ramal ppal infer	12.1	PF 1	1.78	557.10	557.51	557.69	558.08	0.016459	0.41	3.56	0.59	1.83	43.52	1.77
Ramal ppal infer	11.1	PF 1	1.78	556.95	557.37	557.54	557.92	0.015744	0.42	3.51	0.59	1.84	42.01	1.73
Ramal ppal infer	10.1	PF 1	1.78	556.79	557.21	557.38	557.76	0.016025	0.42	3.53	0.59	1.83	42.60	1.75
Ramal ppal infer	9.1	PF 1	1.78	556.63	557.05	557.22	557.60	0.016221	0.42	3.55	0.59	1.83	43.02	1.76
Ramal ppal infer	8.1	PF 1	1.78	556.47	556.89	557.06	557.44	0.016221	0.42	3.55	0.59	1.83	43.02	1.76
Ramal ppal infer	7.1	PF 1	1.78	556.19	556.61	556.78	557.17	0.016296	0.42	3.55	0.59	1.83	43.17	1.76
Ramal ppal infer	6.1	PF 1	1.78	556.00	556.42	556.59	556.97	0.016248	0.42	3.55	0.59	1.83	43.07	1.76
Ramal ppal infer	5.1	PF 1	1.78	555.78	556.62	556.37	556.71	0.001106	0.84	1.48	1.55	2.69	4.98	0.52
Ramal ppal infer	4.1	PF 1	1.78	555.53	556.65		556.69	0.000360	1.12	1.02	2.37	3.24	2.01	0.31
Ramal ppal infer	3.1	PF 1	1.78	555.37	556.65		556.68	0.000203	1.28	0.84	2.93	3.40	1.28	0.24
Ramal ppal infer	2.1	PF 1	1.78	555.22	556.66		556.68	0.000129	1.44	0.72	3.45	3.40	0.90	0.19
Ramal ppal infer	1.1	PF 1	1.78	555.05	556.66		556.67	0.000084	1.61	0.63	4.03	3.40	0.64	0.16

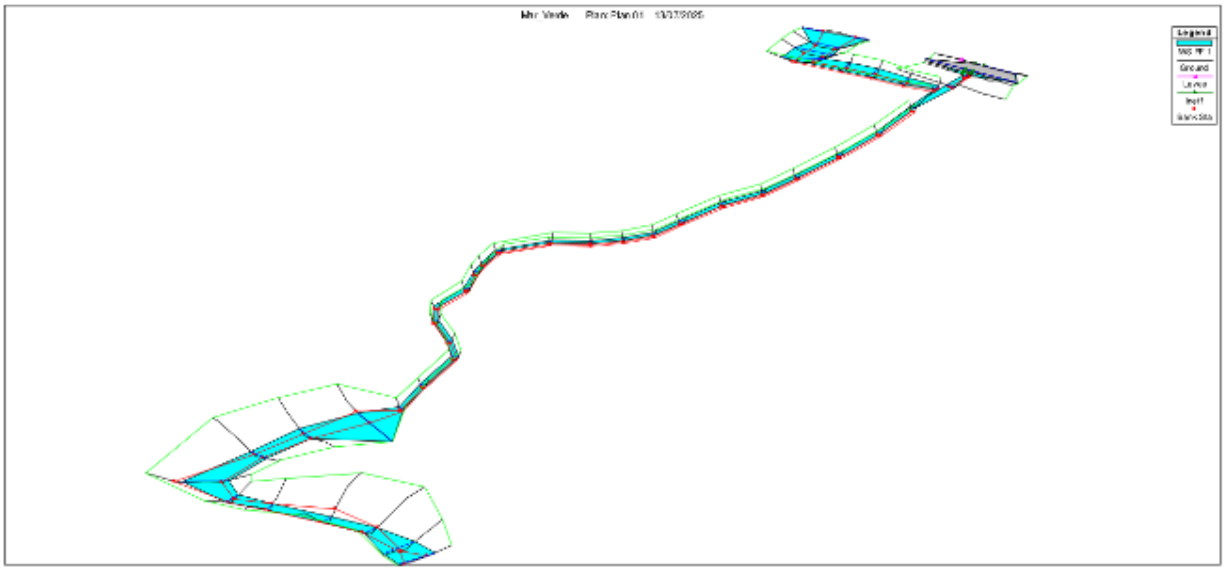
9.3.2 Escorrentía Canal 2

Para el caudal esperado en algún evento de alta precipitación, se tendrá para el mismo caudal en condición SIN y CON la obra de optimización de canalización.

SIN OPTIMIZACION DE CANALIZACION

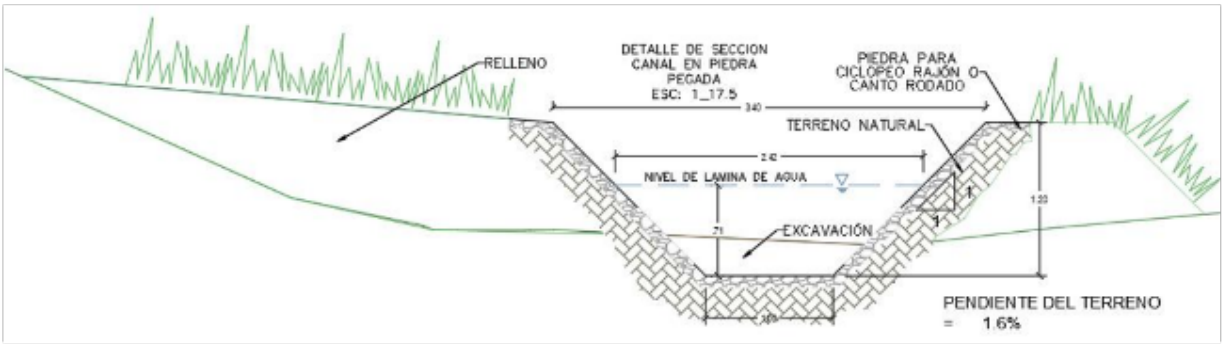


CON OPTIMIZACION DE CANALIZACION



Se tiene que para la escorrentía Canal 2, la obra de optimización de su cauce permite control del ancho superficial de su lamina reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

SECCION ESCORENTIA CANAL 2



Parámetros hidráulicos escorrentía Canal 2

HEC-RAS Plan: Resultados Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Max Chl Dpth	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Shear Total	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(N/m2)	
Ramal principal	34.2	PF 1	0.90	563.24	564.08	563.56	564.10	0.000566	0.84	0.66	2.18	14.47	0.81	0.23
Ramal principal	33.25		Culvert											
Ramal principal	33.2	PF 1	0.90	563.17	563.58	563.58	563.76	0.012438	0.41	2.07	0.53	1.63	32.00	1.03
Ramal principal	32.2	PF 1	0.90	563.14	563.40	563.50	563.59	0.030556	0.26	2.21	0.49	3.09	46.93	1.46
tributario	800.2	PF 1	0.90	564.16	564.28	564.28	564.32	0.017389	0.15	0.63	1.04	13.97	12.50	0.86
tributario	700.2	PF 1	0.90	563.45	563.72	563.84	564.12	0.044525	0.27	2.93	0.34	1.54	84.67	1.80
tributario	600.2	PF 1	0.90	563.42	563.90	563.81	564.00	0.005306	0.48	1.49	0.72	1.97	15.74	0.69
tributario	500.2	PF 1	0.90	563.38	563.87		563.97	0.004855	0.49	1.45	0.74	1.99	14.88	0.66
tributario	400.2	PF 1	0.90	563.31	563.80		563.89	0.005046	0.49	1.47	0.73	1.98	15.12	0.67
tributario	300.2	PF 1	0.90	563.26	563.75		563.84	0.005038	0.49	1.47	0.73	1.98	15.10	0.67
tributario	200.2	PF 1	0.90	563.20	563.70	563.59	563.79	0.004826	0.50	1.45	0.74	1.99	14.59	0.66
tributario	100.2	PF 1	0.90	563.15	563.54	563.54	563.71	0.011387	0.39	1.91	0.55	1.78	28.92	0.97
Ramal ppal infer	31.2	PF 1	1.79	562.75	563.30	563.34	563.58	0.005627	0.55	2.53	0.86	2.11	18.51	1.09
Ramal ppal infer	30.2	PF 1	1.79	562.44	562.87	563.03	563.39	0.014210	0.43	3.41	0.62	1.86	38.81	1.65
Ramal ppal infer	29.2	PF 1	1.79	562.12	562.54	562.71	563.09	0.015497	0.42	3.50	0.60	1.84	41.58	1.72
Ramal ppal infer	28.2	PF 1	1.79	561.80	562.22	562.39	562.77	0.015860	0.42	3.53	0.60	1.84	42.35	1.74
Ramal ppal infer	27.2	PF 1	1.79	561.57	561.99	562.16	562.53	0.015427	0.42	3.50	0.60	1.85	41.43	1.72
Ramal ppal infer	26.2	PF 1	1.79	561.33	561.75	561.92	562.30	0.016005	0.42	3.54	0.59	1.84	42.66	1.75
Ramal ppal infer	25.2	PF 1	1.79	561.05	561.47	561.64	562.02	0.015932	0.42	3.53	0.59	1.84	42.50	1.74
Ramal ppal infer	24.2	PF 1	1.79	560.86	561.28	561.45	561.83	0.015932	0.42	3.53	0.59	1.84	42.50	1.74
Ramal ppal infer	23.2	PF 1	1.79	560.70	561.12	561.29	561.67	0.015834	0.42	3.53	0.60	1.84	42.29	1.74
Ramal ppal infer	22.2	PF 1	1.79	560.54	560.96	561.13	561.51	0.016032	0.42	3.54	0.59	1.84	42.71	1.75
Ramal ppal infer	21.2	PF 1	1.79	560.34	560.76	560.93	561.31	0.016032	0.42	3.54	0.59	1.84	42.71	1.75
Ramal ppal infer	20.2	PF 1	1.79	559.99	560.39	560.58	561.01	0.019045	0.40	3.74	0.56	1.80	48.98	1.89
Ramal ppal infer	19.2	PF 1	1.79	559.83	560.24	560.42	560.82	0.016944	0.41	3.60	0.58	1.82	44.64	1.79
Ramal ppal infer	18.2	PF 1	1.79	559.72	560.13	560.31	560.71	0.016888	0.41	3.59	0.58	1.83	44.10	1.78
Ramal ppal infer	17.2	PF 1	1.79	559.53	559.95	560.12	560.50	0.015803	0.42	3.52	0.60	1.84	42.23	1.74
Ramal ppal infer	16.2	PF 1	1.79	559.28	559.70	559.87	560.25	0.015989	0.42	3.54	0.59	1.84	42.58	1.75
Ramal ppal infer	15.2	PF 1	1.79	559.12	559.54	559.71	560.09	0.015808	0.42	3.52	0.60	1.84	42.24	1.74
Ramal ppal infer	14.2	PF 1	1.79	558.86	559.30	559.47	559.85	0.015808	0.42	3.52	0.60	1.84	42.24	1.74
Ramal ppal infer	13.2	PF 1	1.79	558.68	559.09	559.27	559.66	0.016811	0.41	3.58	0.59	1.83	43.94	1.78
Ramal ppal infer	12.2	PF 1	1.79	558.33	558.75	558.92	559.30	0.015527	0.42	3.50	0.60	1.84	41.84	1.72
Ramal ppal infer	11.2	PF 1	1.79	558.05	558.39	558.56	558.96	0.023346	0.34	3.72	0.58	2.42	51.69	2.04
Ramal ppal infer	10.2	PF 1	1.79	557.81	557.95	557.99	558.11	0.137939	0.14	2.02	1.09	24.78	59.48	2.51
Ramal ppal infer	9.2	PF 1	1.79	557.05	557.35	557.35	557.43	0.016019	0.30	1.32	1.41	8.66	25.42	1.01
Ramal ppal infer	8.2	PF 1	1.79	556.63	556.92	556.95	557.05	0.020450	0.29	1.72	1.17	7.46	31.45	1.18
Ramal ppal infer	7.2	PF 1	1.79	556.18	556.40	556.38	556.45	0.010005	0.23	0.91	2.00	14.37	13.61	0.77
Ramal ppal infer	6.2	PF 1	1.79	555.79	556.17	556.17	556.27	0.010528	0.38	1.54	1.38	7.06	20.05	0.89
Ramal ppal infer	5.2	PF 1	1.79	555.52	555.92	555.96	556.08	0.022907	0.40	1.75	1.02	4.93	45.94	1.23
Ramal ppal infer	4.2	PF 1	1.79	555.20	555.77	555.70	555.85	0.006863	0.57	1.19	1.50	5.19	19.04	0.71
Ramal ppal infer	3.2	PF 1	1.79	555.15	555.58	555.58	555.69	0.015487	0.43	1.48	1.21	5.64	32.28	1.02
Ramal ppal infer	2.2	PF 1	1.79	554.74	555.32	555.10	555.33	0.000851	0.58	0.67	4.07	13.86	2.39	0.28
Ramal ppal infer	1.2	PF 1	1.79	555.06	555.25	555.24	555.30	0.011752	0.19	0.99	1.86	14.77	14.38	0.83

En los planos adjuntos se detallan aspectos como implantación, perfiles, secciones, entre otras.

Con relación las condiciones de flujo bajo el canal propuesto, se incluirá como elemento del canal, tabiques transversales de manera que estos generen una disipación de velocidad y energía del flujo a lo largo del canal.

9.3.3 Solución ramal Canal de escorrentía 2 por sector de edificio de Sanidad

Previendo el manejo de la segunda alcantarilla que alimenta la escorrentía 2, se plantea un canal paralelo a la vía que conduce el agua hacia el cauce principal (primera alcantarilla) del canal de escorrentía 2.

Este manejo se propone, dado que los diseños urbanísticos proyectan la implantación de las edificaciones sobre el ramal mencionado.

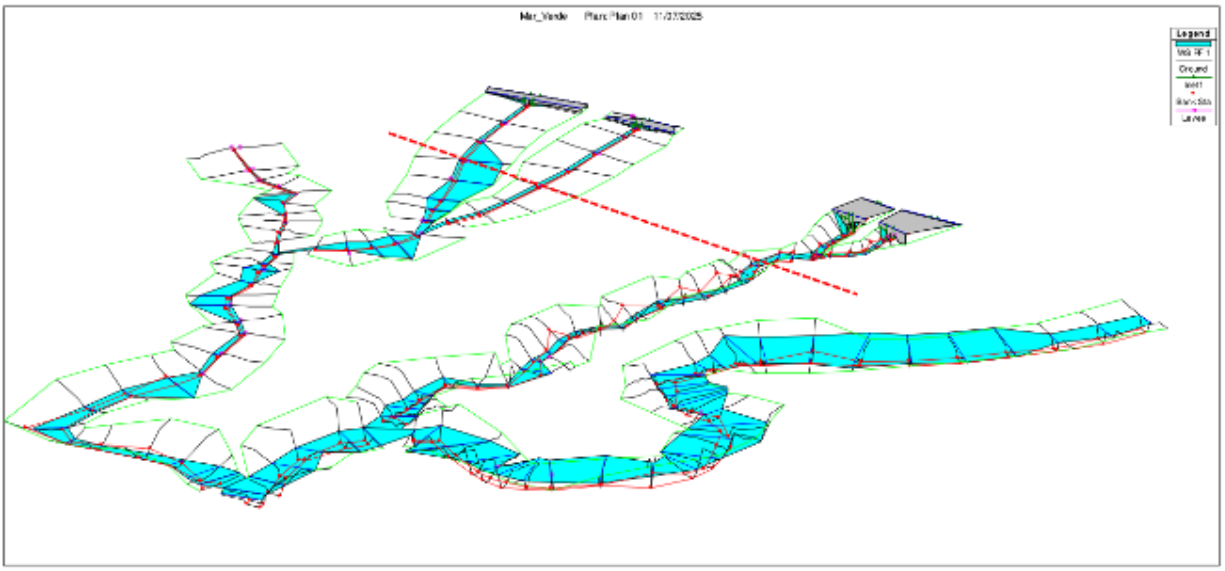


9.3.4 Cotas de láminas de flujo en condiciones existentes y con optimización de canales

Debe tenerse en cuenta que, por la pendiente del cauce y del mismo predio, tal como se representa en el levantamiento topográfico el terreno cuenta con pendiente, lo que permite el drenaje. En consideración de definir unas cotas de lámina de agua de cada escorrentía estas se encuentran entre una cota en sector aguasarriba y cota sector aguasabajo entre estos valores:

Caño Colepato: entre cotas 556.01 m y 562.00 m.
Canal natural 1: entre cotas 561.75 m y 556.65 m.
Canal natural 2: entre cotas 563.52 m y 561.58 m.

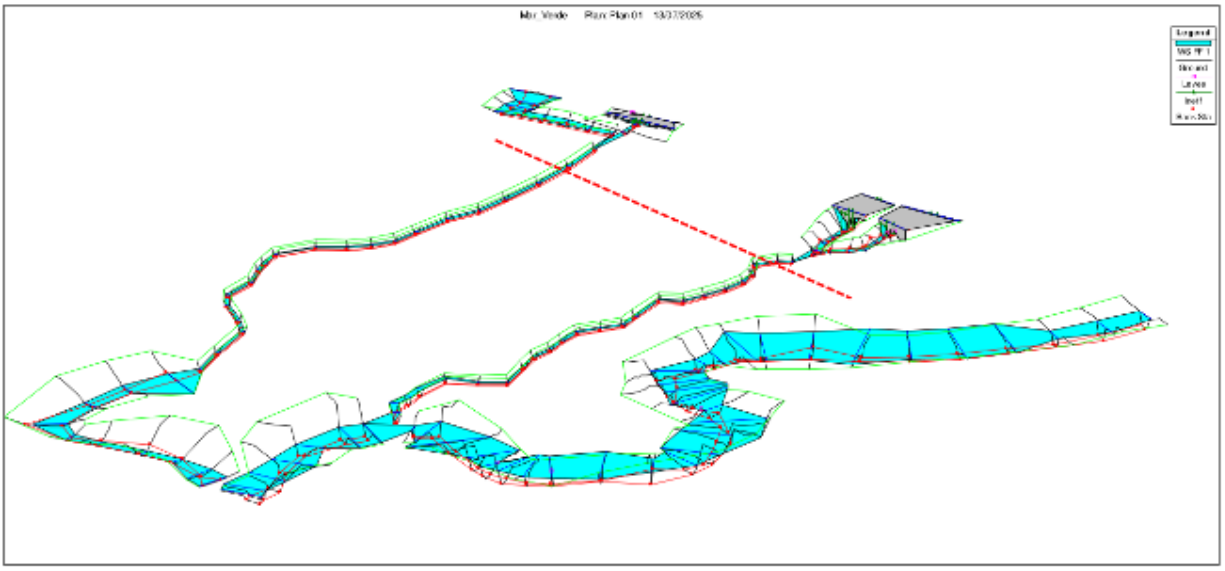
Para definir un valor de cota de inundación para el proyecto en condiciones actuales de los canales, se considera la cota de lámina de agua correspondiente a la sección con la "mancha" de inundación de mayor afectación sobre el urbanismo implantado.



Con base en lo anterior, el caño Colepato no tiene mayor incidencia en el área donde se pretende desarrollar la construcción de las edificaciones, el canal natural 1 que si se encuentra en las proximidades de dichas edificaciones tiene una cota de inundación de 559.76 m y el canal natural 2 que es el que refleja la afectación sobre el predio tiene una cota de inundación de 562.87 m.

Se tiene entonces que de acuerdo al análisis de inundabilidad del predio campamento Mar Verde, las escorrentías del Canal 1 y 2, presentan falta de una sección hidráulica regular y de capacidad, que no están siendo suficientes para la conducción del caudal máximo esperado.

Al realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Se tiene que las obras de optimización de cauce permiten el control del ancho superficial de su lamina reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido



9.3.5 Reservorio de amortiguación de aguas lluvias

De acuerdo a las recomendaciones indicadas para proyectos de urbanismo, se podrá proyectar un tanque o reservorio para amortiguación de flujos de escorrentía.

ARTÍCULO 153. ***Sistemas urbanos de drenaje sostenible.*** Para nuevos desarrollos urbanos, donde se modifique la cobertura del suelo, se deben generar estrategias con el fin de mitigar el efecto de la impermeabilización de las áreas en el aumento de los caudales de escorrentía. Se requiere diseñar sistemas urbanos de drenaje sostenible, con el objeto de reducir mínimo en un 25% el caudal pico del hidrograma de creciente de diseño, a fin de evitar sobrecargas de los sistemas pluviales y posteriores inundaciones, para ello, adicionalmente, se debe hacer un análisis de las condiciones de escorrentía antes y después del proyecto versus la capacidad de flujo de los cuerpos receptores ya sea el sistema de alcantarillado de drenaje o cuerpos naturales.

		Area natural	Area urbanizada
Coeficiente de escorrentia	**C**	0.3	0.9
Intensidad de lluvia (T=10años - D= 10min)	**I (mm/h)**	202.32	202.32
Area urbanizable	**A (m2)**	12000	12000
	A (ha)	1.2	1.2
CAUDAL MAXIMO	**Q (l/s)**	**202.32**	**606.960**

*El coeficiente de escorrentia para area natural corresponde a cobertura de Pastos / zona verde
**El coeficiente de escorrentia para area urbanizable corresponde a superficies duras
***La intensidad de lluvia seleccionada corresponde a periodo de retorno de 10 años y duracion de lluvia de 10 min (NTC 1500 - 2023)

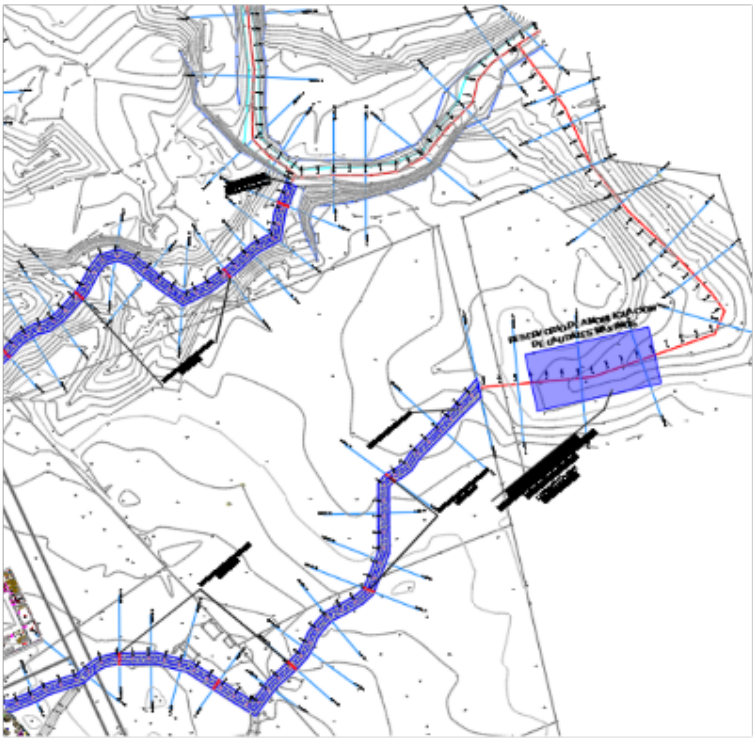
Caudal de exceso por desarrollo urbano, 404.64 l/s.

Se cuantifica el 25% de ese exceso, que es el caudal como mínimo a amortiguar, correspondiendo a 101.16 l/s.

Para un tiempo de amortiguación (retención), considerado de 3 horas, se estima el volumen asociado para dimensionar el reservorio.

Caudal por desarrollo urbano	Qu	404.64	l/s
Caudal de diseño reservorio (caudal amortiguado 25% Qu)	**Qd**	**101.16**	**l/s**
Tiempo de retencion	**tr**	**3**	**h**
		10800	**s**
VOLUMEN RESERVORIO	**V**	**1092528**	**L**
		1092.5	**m3**
Profundidad	h	1.5	m
Area superficial	**A**	**728.4**	**m2**
Longitud	L	40	m
Ancho	a	18.2	m

Se proyectaría un volumen de reservorio para amortiguación de aguas de escorrentía, en la parte final de la escorrentía 2, con un volumen aproximado de 1092.5 m3, desarrollado en un área aproximada de 728.4 m2, considerando una altura o profundidad del reservorio de 1.50 m.



Los detalles de diseño, dimensionamiento y configuración del reservorio, deberán ser evaluados en un alcance de obras complementarias.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

- Cubierta vegetal. Con una cubierta vegetal natural aumenta la capacidad de infiltración y en caso de terreno cultivado, depende del tratamiento que se le dé al suelo. La cubierta vegetal densa favorece la infiltración y dificulta el escurrimiento superficial del agua. Una vez que la lluvia cesa, la humedad del suelo es retirada a través de las raíces, aumentando la capacidad de infiltración para próximas precipitaciones.

10.2 INFILTRACION BASE

A medida que ocurre el fenómeno de infiltración, la penetración del agua en el suelo cada vez se hace menor, lo cual indica que llegara un instante de tiempo en el cual la velocidad con que se infiltra el agua es constante; por esto se establece el concepto de infiltración básica.

Esta velocidad de infiltración se representa mediante una curva; en esta curva se asume que en cualquier punto donde el cambio en ella, para un tiempo determinado, sea menor o igual al 10%, se tiene el valor de la infiltración base o instantánea.

Cuando se ha determinado la velocidad de infiltración básica, esta generalmente se clasifica dentro de unos tipos de velocidades de infiltración (rangos), los cuales se relacionan estrechamente con las características físicas del suelo. La siguiente tabla, de clasificación de la velocidad de infiltración se muestra a continuación.

Tabla 49 Clasificación de la velocidad de Infiltración

Infiltración (cm/h)	Interpretación
< 0.1	Muy lenta
0.1 – 0.5	Lenta
0.5 – 2.0	Moderadamente lenta
2.0 – 6.3	**Moderada**
6.3 – 12.7	Moderadamente rápida
12.7 – 25.4	Rápida
> 25.4	Muy rápida

Fuente: Física de suelos. IGAC

Fuente: Estudio de suelos (NHSQ)

Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración de 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas).

En relación con los datos encontrados en el ensayo, se optó por el criterio de utilizar el promedio de los dos valores. A continuación, se presentan los resultados de la prueba de infiltración realizada.

Tabla 50 Resultados de prueba de infiltración

Tipo De Suelo	Ubicación	Velocidad De Infiltración Instantánea (cm/h)
Arcilloso	La Colonia	2.43
Arcilloso	La Colonia	2.16

Observación: El valor obtenido se puede categorizar como una infiltración moderada o como un suelo semipermeable a impermehable.

Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, en este caso a la textura general que se obtuvo de: suelos areno - arcillosos, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas.

Como se indicó anteriormente, esta infiltración base y tiempo base, es el punto en el cual el suelo está en condición de casi saturación, donde la capacidad de retención del suelo está completa y es allí donde posteriormente inicia el fenómeno de encharcamiento del suelo, dado que el exceso no puede ser absorbido por este.

10.3 ANALISIS DE ENCHARCAMIENTO

Partiendo del concepto anterior, en el que al llegar al punto infiltración base iniciara la condición de encharcamiento, se deberá comparar cual es la intensidad de lluvia aplicada transcurridas las 4 horas en promedio en las que el suelo llega a su saturación, y bajo esta tasa de lluvia se compara si es mayores o menor que la tasa de infiltración bese que el suelo es capaz de seguir infiltrando en estado saturado.

Se tiene entonces que la infiltración base del suelo obtenida corresponde a 22.95 mm/h.

Con base en las curvas IDF obtenidas para el tiempo duración de lluvia de 4.0 horas (tiempo base) y periodo de retorno de 3 años según recomendaciones de drenaje.

Tabla 16. Períodos de retorno

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA ACACÍAS CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN- FRECUENCIA (valores en mm/h)						
Tiempo (min)	Periodo de retorno					
	3	5	10	25	50	100
60	52.21	56.95	64.07	74.87	84.24	94.77
120	33.74	36.80	41.40	48.38	54.43	61.24
180	26.13	28.50	32.07	37.47	42.16	47.43
240	21.80	23.78	26.75	31.26	35.17	39.57

Se obtiene una intensidad de lluvia aportada de 21.80 mm/h.

Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración en condición de saturación del suelo de 22.95 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

Cabe aclarar que, si se pueden producir encharcamientos por irregularidades y/o depresiones del terreno, o ausencia de sección de desagüe de las escorrentías; por lo cual deberá garantizarse en la medida de lo posible que el terreno natural sea lo más uniforme posible o con manejo de pendientes que eviten anegamientos en las áreas de circulación o urbanismo general de la construcción del campamento Mar Verde.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La información técnica contenida y desarrollada en el presente estudio, está basada en información suministrada por CONSORCIO MAR VERDE CV, como: topografía, suelos, implantaciones urbanísticas y localizaciones. Así mismo, el presente estudio toma información general de IDEAM e IGAC y resolución 330 de 2017 (RAS), Manuel de Drenaje para Carreteras INVIAS; imágenes de GOOGLE EARTH PRO, INFORME ESTUDIO BIOCLIMATICO No. 2 (Versión 1) (Arquiambiental); y demás documentación y literatura técnica relacionada con este tipo de estudios.

2. La zona general en la que se ubica el proyecto corresponde a una zona intermedia en la que, por la hidrología superficial, la red de drenaje natural en sentido occidente – oriente, drena la escorrentía de la zona de pendiente de piedemonte hacia la zona más plana del municipio. De esta manera, la zona general por relieve, no es una zona plana, con topografía de pendiente promedio del 5%, en la que no se espera que genere efectos de áreas de inundación, sino que permite el flujo de la red de drenaje.

3. Con relación al cuerpo de agua que discurre hacia el sector sur del proyecto, se tiene que, aunque es un caño colindante con la cárcel existente y esta, está contigua al predio del proyecto, se evidencia que dicha corriente tiene un área o cuenca de drenaje diferente, es decir su sentido de escorrentía se hace hacia el sector sur del predio del proyecto. La delimitación de su cuenca aferente, que evidencia que su área no abarca la zona de implantación del proyecto.

4. De acuerdo al objeto del estudio las escorrentías se catalogarían dentro de drenaje de áreas, cuyo periodo de retorno sugerido será de 50 años, previendo en esta área infraestructura del campamento Mar verde, se considera pertinente tomar además un periodo de retorno a 100 años.

5. Para estimar los caudales de diseño para el análisis de niveles, se empleó el método de la ecuación Racional, el cual es sugerido si las cuencas o áreas de drenaje son menos de 2.5 km^2. Como caudales de diseño se tienen:

	Area		Periodo de retorno	Caudal
	A (ha)	A (km2)	T	Q (m3/s
Cuenca caño Colepato	195.88	1.96	100 años	21.22
Area aferente Canal 1	18.65	0.19	100 años	1.78
Area aferente Canal 2	12.75	0.13	100 años	1.79

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

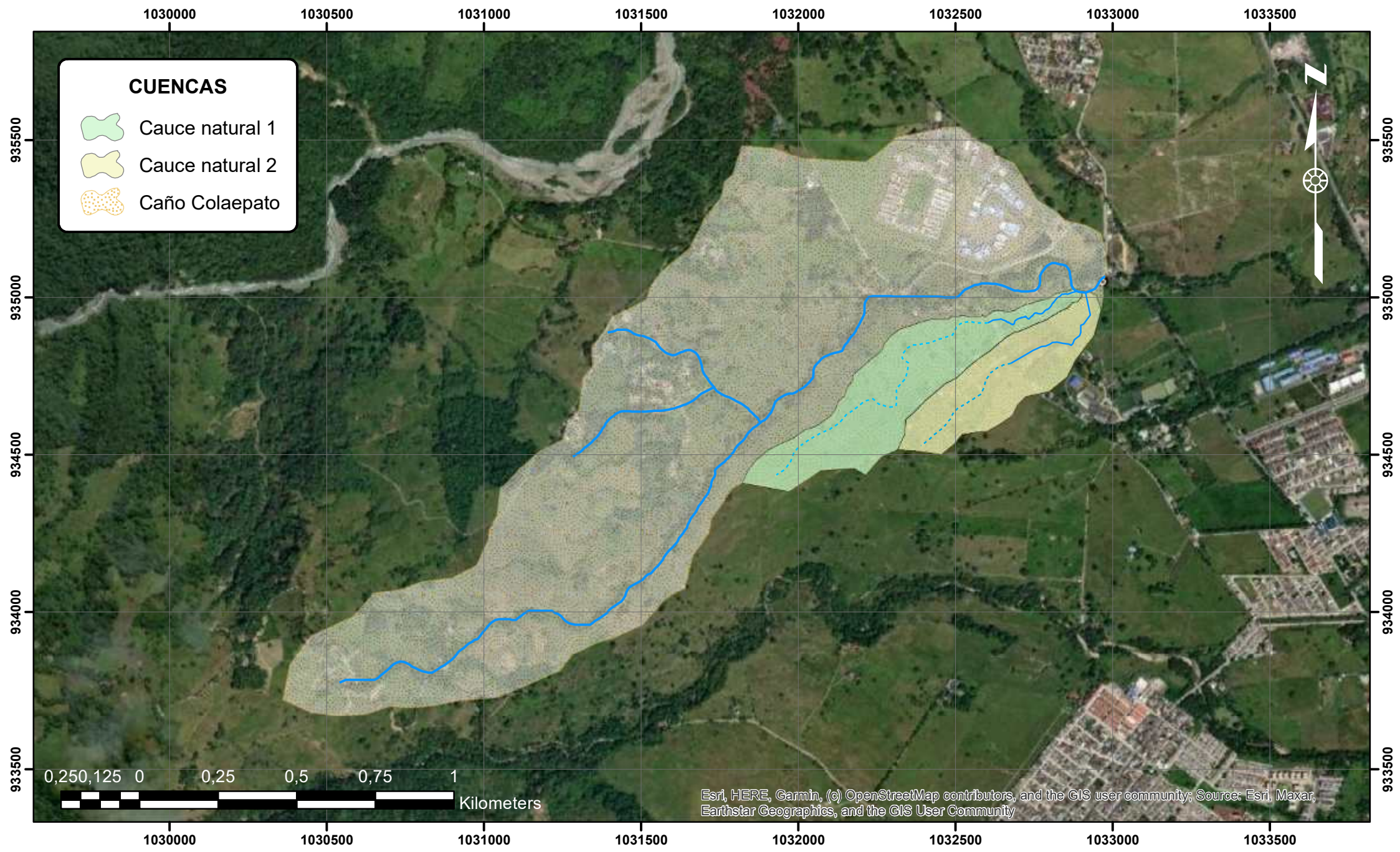
15. Con base en el análisis de inundabilidad y por las condiciones existentes de drenaje de las escorrentías en el predio del proyecto, se recomienda realizar la optimización de las secciones de conducción de las escorrentías, denominadas Canal 1 y 2. Esta optimización tiene en cuenta: mejorar la profundidad de la canalización, mejorar la contención lateral del flujo, mantener el alineamiento de las escorrentías, con el fin de no modificar su dinámica o trayectoria, , mejorar las características de la superficie del canal, construir el tramo final de desagüe hacia el caño Colepato, que permita el flujo continuo de la canalización.

16. Al analizar las condiciones con la obra de optimización del cauce, para las dos escorrentías, Canal 1 y 2, la obra de optimización permite el control del ancho superficial de la lámina de flujo, reduciéndola y retirándola de las áreas proyectadas para la construcción. El canal a proyectar no presenta reboses en ningún punto de su recorrido.

17. El urbanismo del proyecto deberá contemplar medidas de no inundación, adecuadas para el predio en específico, permitiendo que la escorrentía superficial se mitigue y evacue de la manera más eficiente, por lo cual *deberán implementarse:*

    1. Manejo de las pendientes y niveles de áreas externas del urbanismo y del terreno.
    2. Proyección de un sistema y estructuras de manejo de aguas lluvias, con relación a bajantes, canales, cárcamos y cunetas, cajas y tuberías de desagüe.
    3. En aquellos sectores donde implique cortes de terreno con talud, deberá realizarse revegetalizacion del terreno, y zanjas de coronación o de base con el respectivo descole.
    4. Deberá implementarse un sistema de zanjas filtrantes, con material granular, geotextil y tubería perforada, tipo dren francés o geodrén. Se recomienda este elemento de manera perimetral para cada una de las edificaciones. De esta manera se realiza una intercepción de escorrentía superficial y/o subsuperficial con abatimiento de posibles niveles freáticos altos en el terreno.

18. Con base en el estudio de suelos se obtuvo que el tipo de infiltración obtenida en el sitio del proyecto, corresponde a una **infiltración moderada**, con velocidad de infiltración 2.3 cm/h o 22.95 mm/h (promedio de los resultados de las pruebas). Para infiltraciones moderadas correspondiente a fracciones medias a finas, la infiltración instantánea se obtiene aproximadamente en promedio a las 3 a 5 horas. Al comparar los valores se tiene que la tasa de lluvia aplicada de 21.8 mm/h puede ser infiltrada a la tasa de infiltración del suelo de 24.3 mm/h, por lo anterior, se espera que no exista encharcamiento por evento de precipitación.

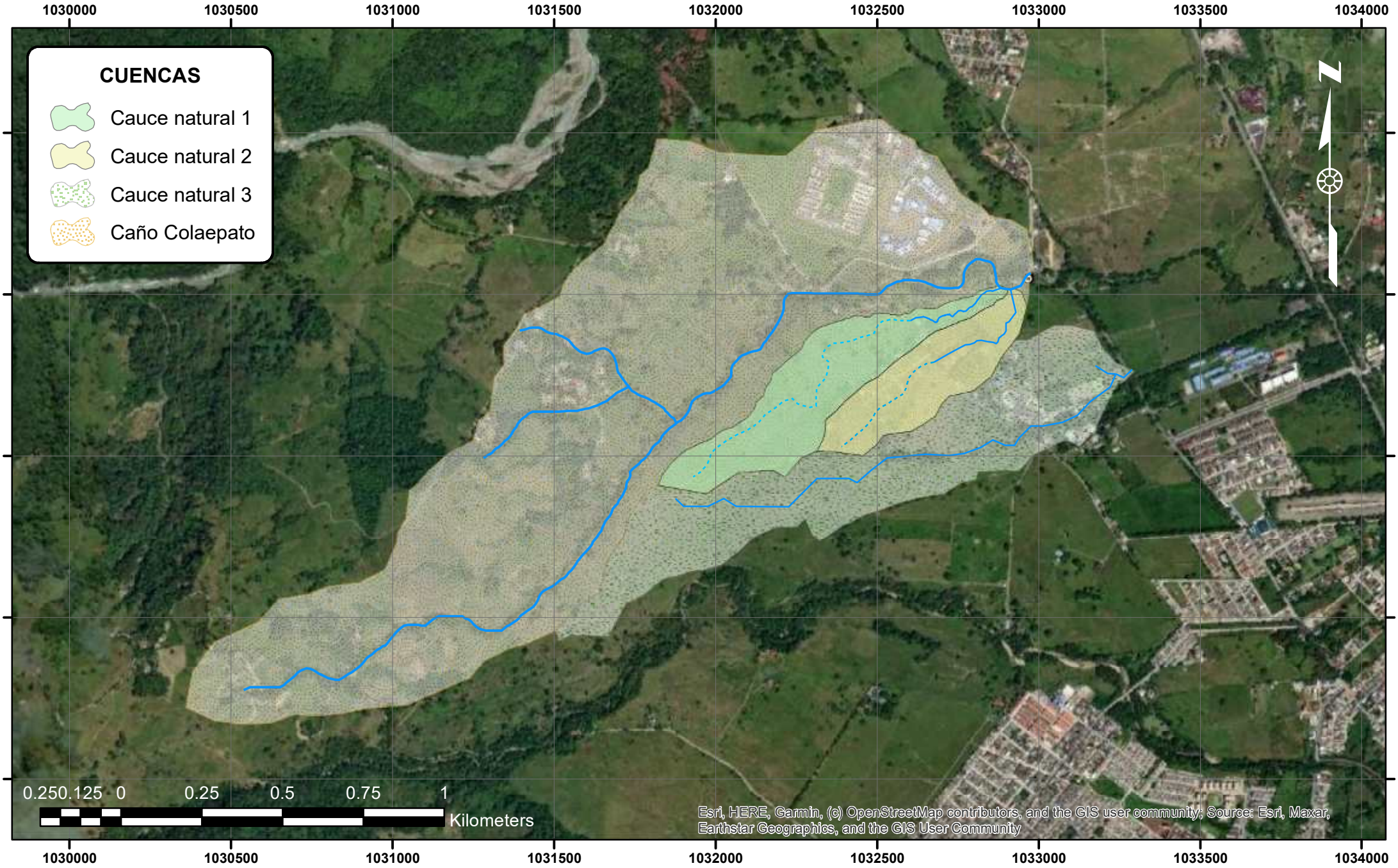


ESTUDIO Y DISEÑO:
ING. HÉCTOR HUGO HERRERA TORRES
M.P. 25202-198443 CND

INGENIERA DE APOYO:
ING. PAULA ANDREA CANO RICARDO
M.P. 25202-386240 CND

CONTIENE:
CUENCAS CAÑO COLAEPATO
ACACÍAS - META

ESCALA:
1:15 000



ESTUDIO Y DISEÑO:
ING. HÉCTOR HUGO HERRERA TORRES
M.P. 25202-198443 CND

INGENIERA DE APOYO:
ING. PAULA ANDREA CANO RICARDO
M.P. 25202-386240 CND

CONTIENE:
CUENCAS CAÑO COLAEPATO
ACACÍAS - META

ESCALA:
1:15 000

CUENCAS

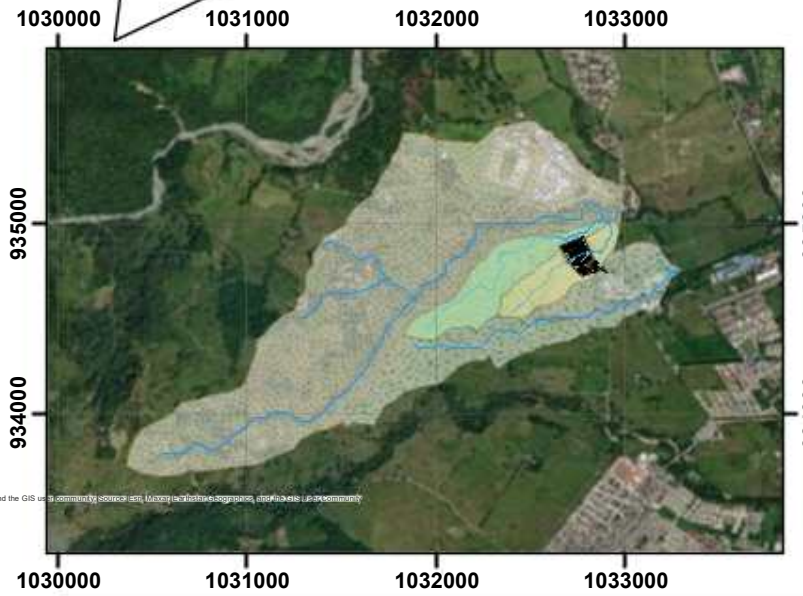
- Cauce natural 1
- Cauce natural 2
- Cauce natural 3
- Caño Colaepato

N

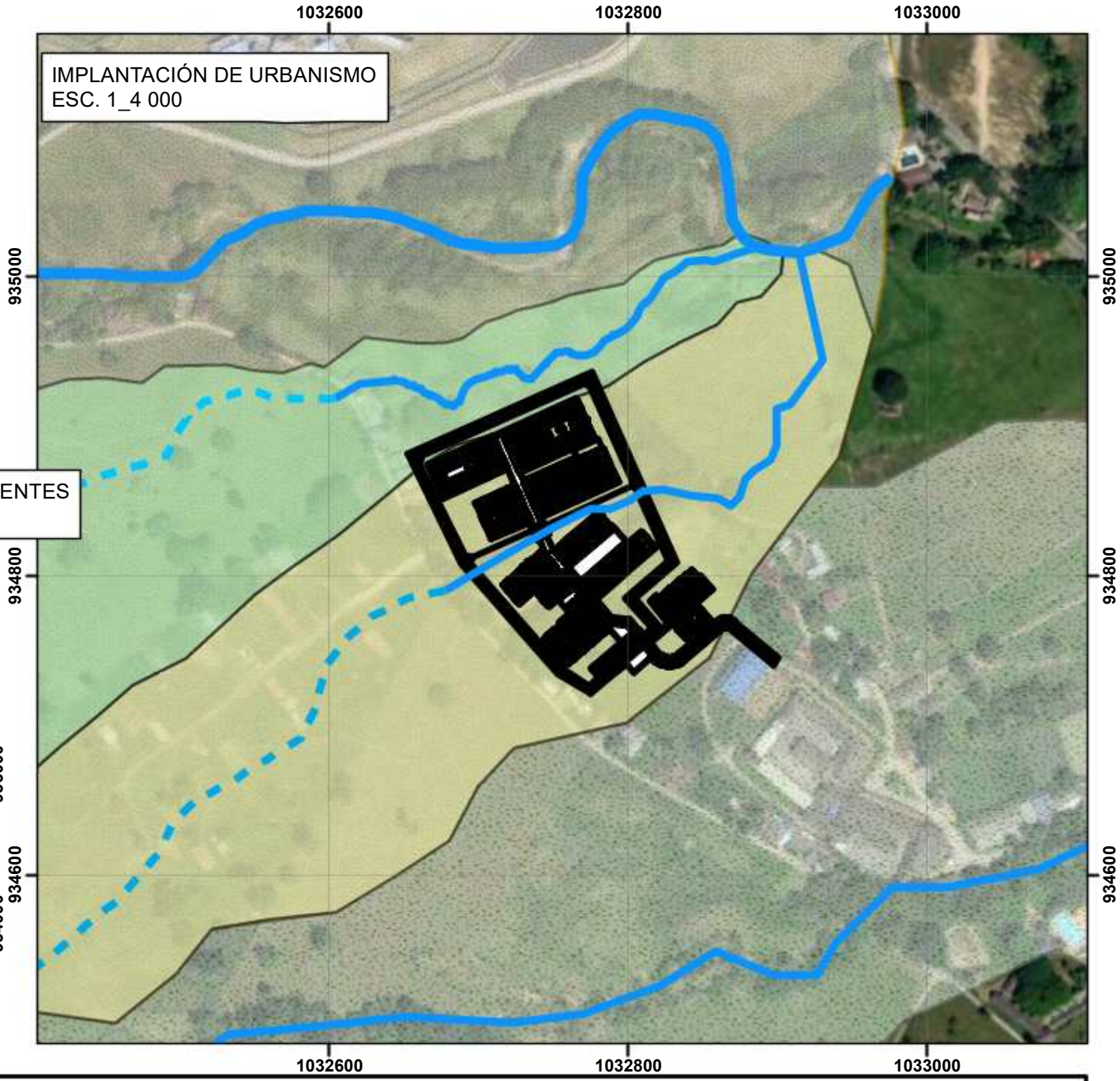
0.650.325 0 0.65 1.3 1.95 2.6

Kilometers

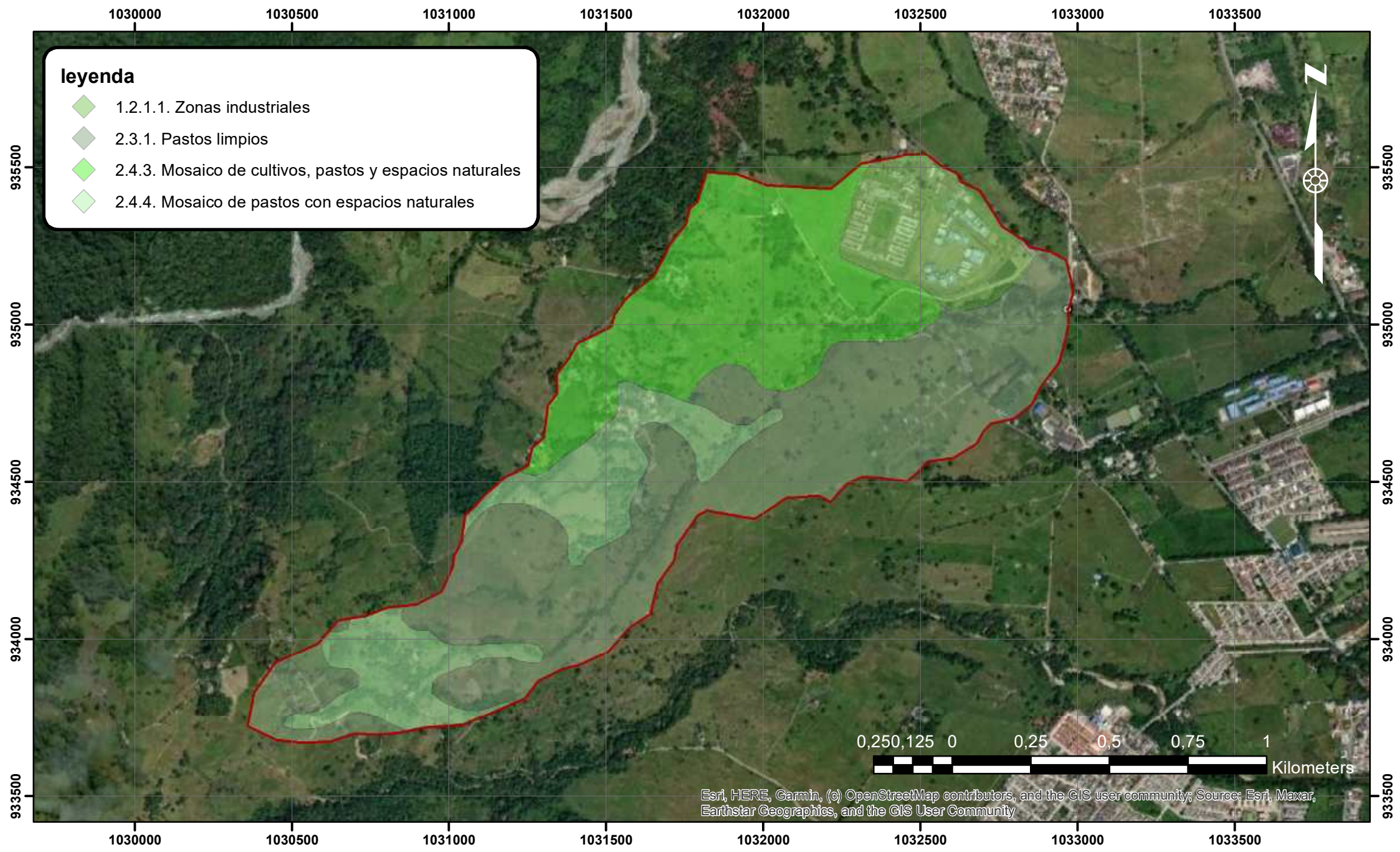
LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y CUENCAS AFERENTES
ESC. 1_40 000



IMPLANTACIÓN DE URBANISMO
ESC. 1_4 000



	ESTUDIO Y DISEÑO: ING. HÉCTOR HUGO HERRERA TORRES M.P. 25202-198443 CND	**INGENIERA DE APOYO:** ING. PAULA ANDREA CANO RICARDO M.P. 25202-386240 CND	**CONTIENE:** URBANISMO - MAR VERDE ACACÍAS - META	**ESCALA:** INDICADAS

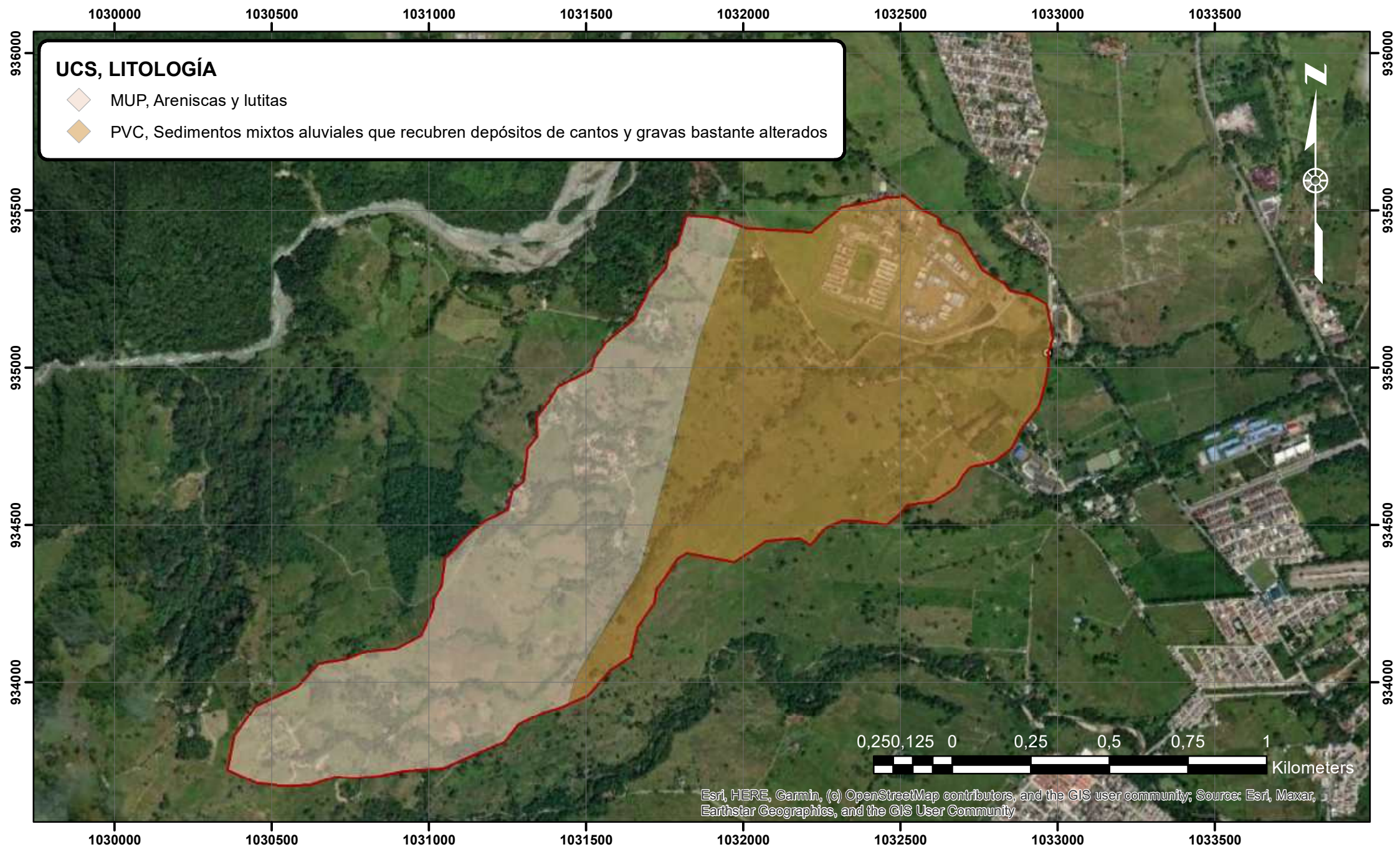


ESTUDIO Y DISEÑO:
ING. HÉCTOR HUGO HERRERA TORRES
M.P. 25202-198443 CND

INGENIERA DE APOYO:
ING. PAULA ANDREA CANO RICARDO
M.P. 25202-386240 CND

CONTIENE:
COBERTURAS
CUENCA CAÑO COLAEPATO
ACACÍAS - META

ESCALA:
1:15 000



ESTUDIO Y DISEÑO:
ING. HÉCTOR HUGO HERRERA TORRES
M.P. 25202-198443 CND

INGENIERA DE APOYO:
ING. PAULA ANDREA CANO RICARDO
M.P. 25202-386240 CND

CONTIENE:
TIPO DE SUELOS
CUENCA CAÑO COLAEPATO
ACACÍAS - META

ESCALA:
1:15 000



ALTERNATIVA 1:
Radicado N° ENT-25-011858, asunto 188-CORREDOR DE ACCESO PROVISIONAL INGRESO POR DIAGONAL 15 y fecha 2025-07-08