DISEÑO INTEGRAL DE UN SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL PARA EL CAMPUS UNIVERSITARIO “ARANDU POTY” EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO 2025

Autores:

- Nicolás Cardozo González
- Alexis Salvador Vega Britez

Tutor:

- Ing. Oscar Daniel Martínez Patri

Co Tutora:

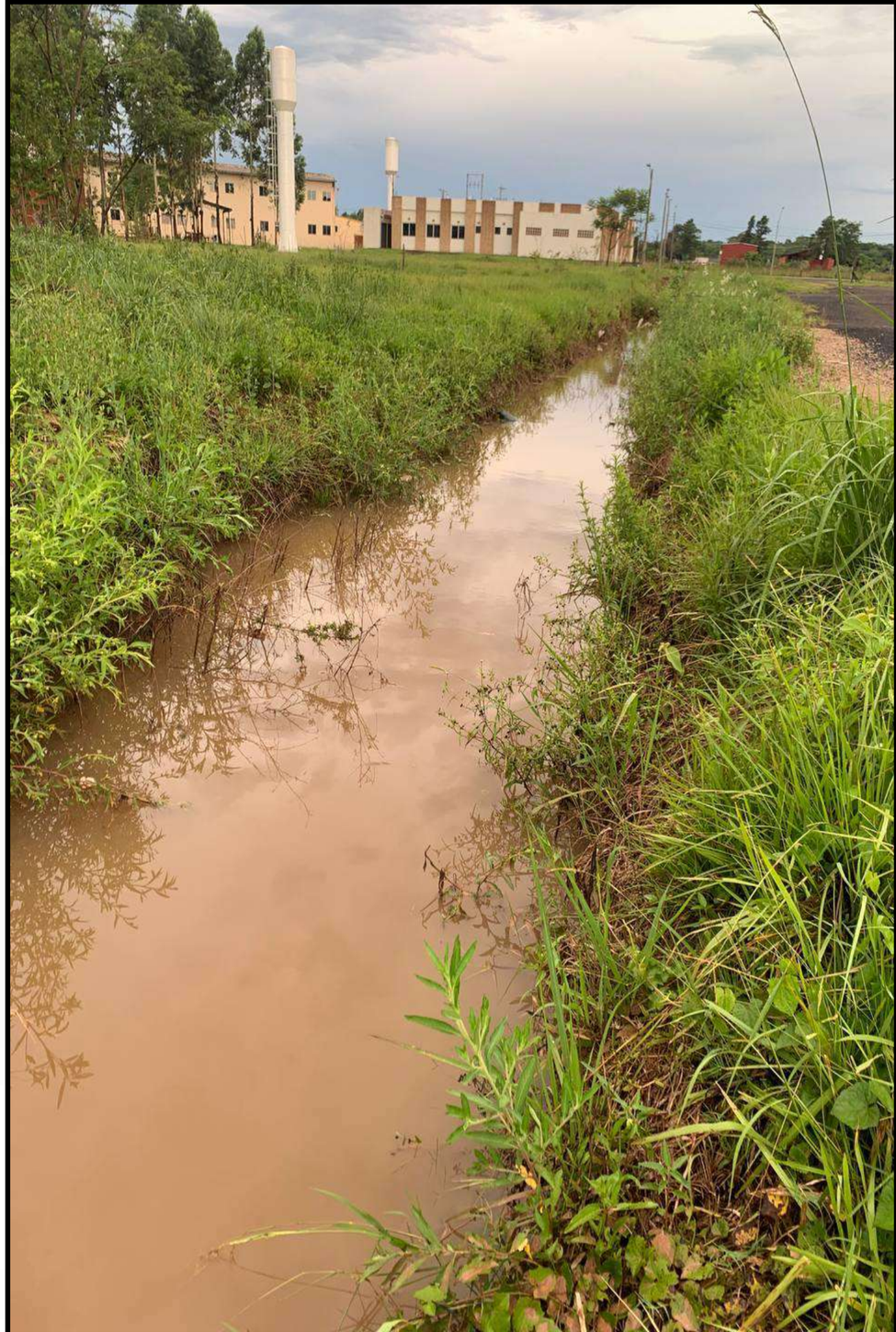
- Ing. Zuny Johana Palacios González

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
2009
ARANDU POTY REKAVO
CORONEL OVIEDO · PARAGUAY

INTRODUCCIÓN

La gestión de aguas pluviales es un aspecto clave en todo tipo de infraestructura. Actualmente, el Campus Universitario “Arandu Poty” presenta zonas con acumulación de agua y sectores con notable erosión, lo que evidencia la necesidad de mejorar el manejo del escurrimiento.

Analizar y proponer un sistema de desagüe pluvial integral permite comprender el comportamiento del agua en eventos de lluvia y prevenir futuros inconvenientes, contribuyendo a un entorno seguro y adecuado para las actividades académicas.



OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar el desagüe pluvial integral para el Campus Universitario Arandu Poty, en la localidad de Tuju Puku de la ciudad de Coronel Oviedo en el año 2025.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

01 Identificar la situación actual del manejo de aguas pluviales en el Campus Universitario Arandu Poty, así como sus características climáticas, hidrológicas y topográficas.

02 Establecer criterios de diseño y especificaciones técnicas para los componentes del sistema de desagüe pluvial.

03 Elaborar el cómputo métrico y el presupuesto detallado del diseño integral del sistema de desagüe pluvial para garantizar una planificación económica precisa del proyecto.

PROYECTO

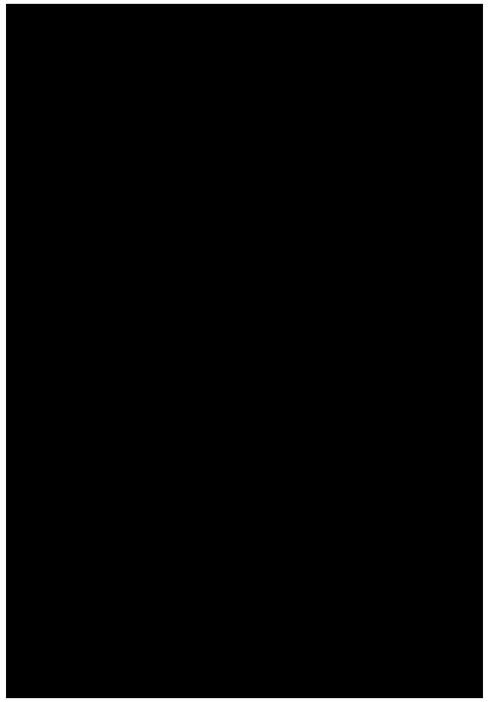
- INGENIERÍA DEL PROYECTO
- CÁLCULO DE CAUDALES
- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE
- CÓMPUTO
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

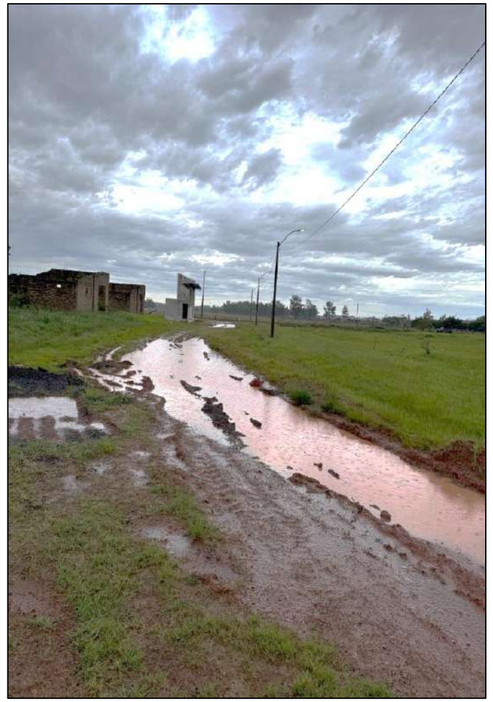
UBICACIÓN DEL TERRENO

El Campus Universitario Arandu Poty se encuentra ubicado en la ciudad de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú, sobre la Ruta Nacional N.º 8 Dr. Blas Garay, aproximadamente en el kilómetro 136.

El acceso al campus se realiza mediante un desvío de unos 280 metros desde la vía principal, en una zona de entorno semiurbano con fácil conexión al centro de la ciudad

SITUACIÓN ACTUAL





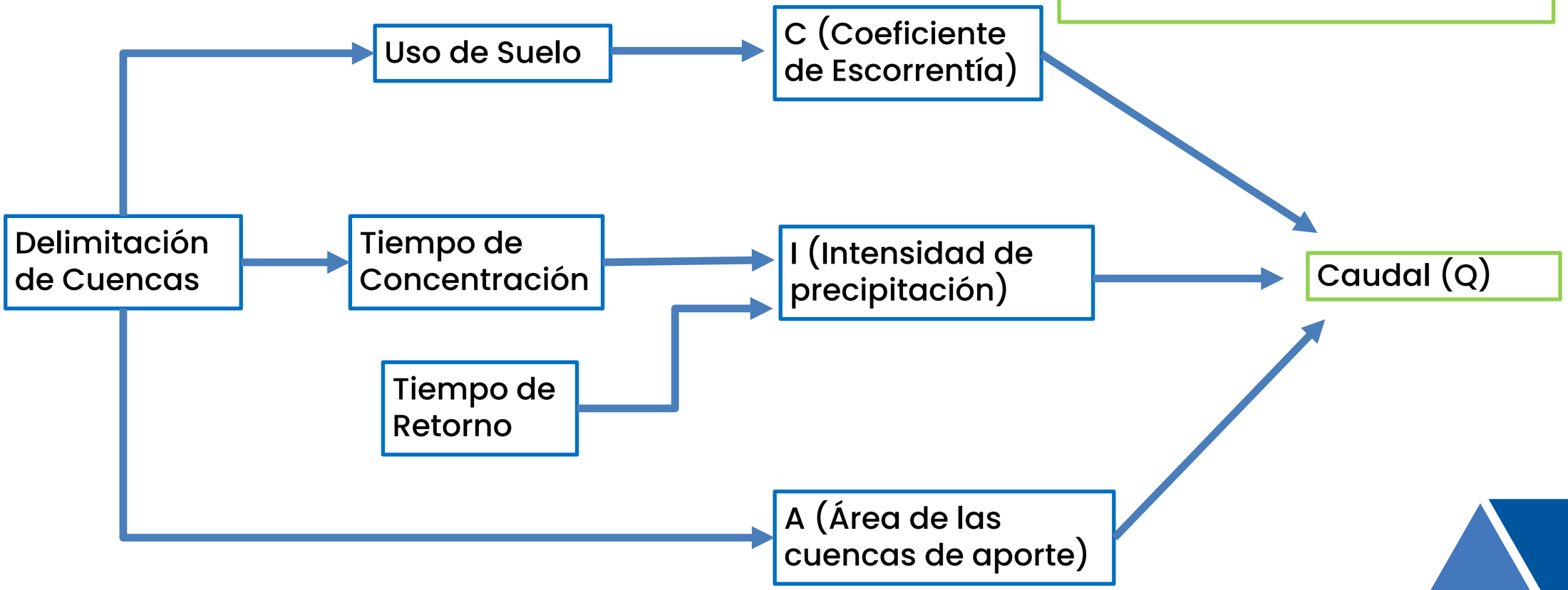
SITUACIÓN ACTUAL

[redacted]

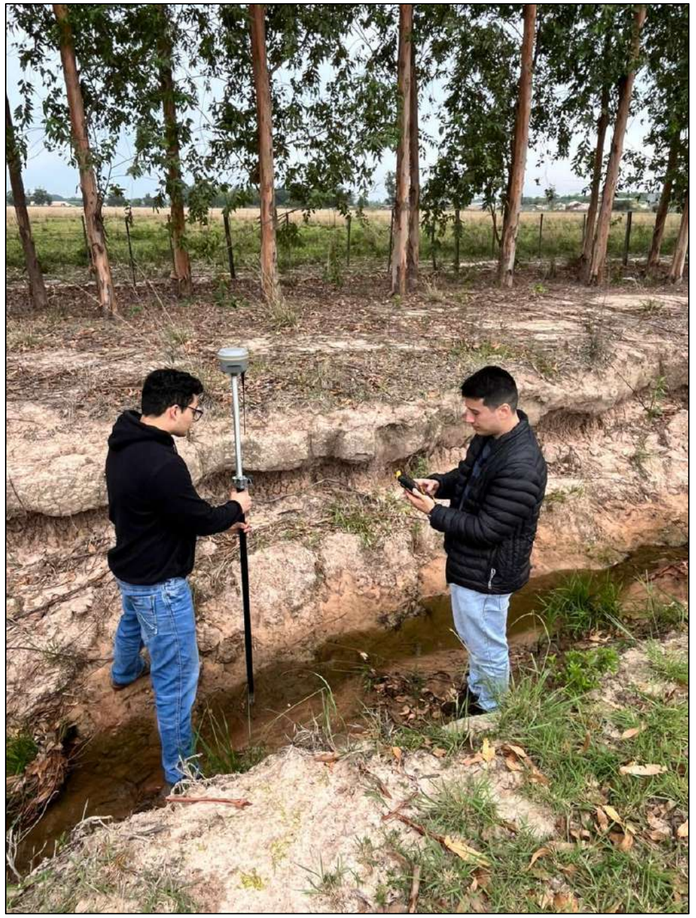
CÁLCULO DE CAUDALES

- La fórmula del caudal mediante el método racional está dada por la siguiente expresión:

$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A$$



RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO



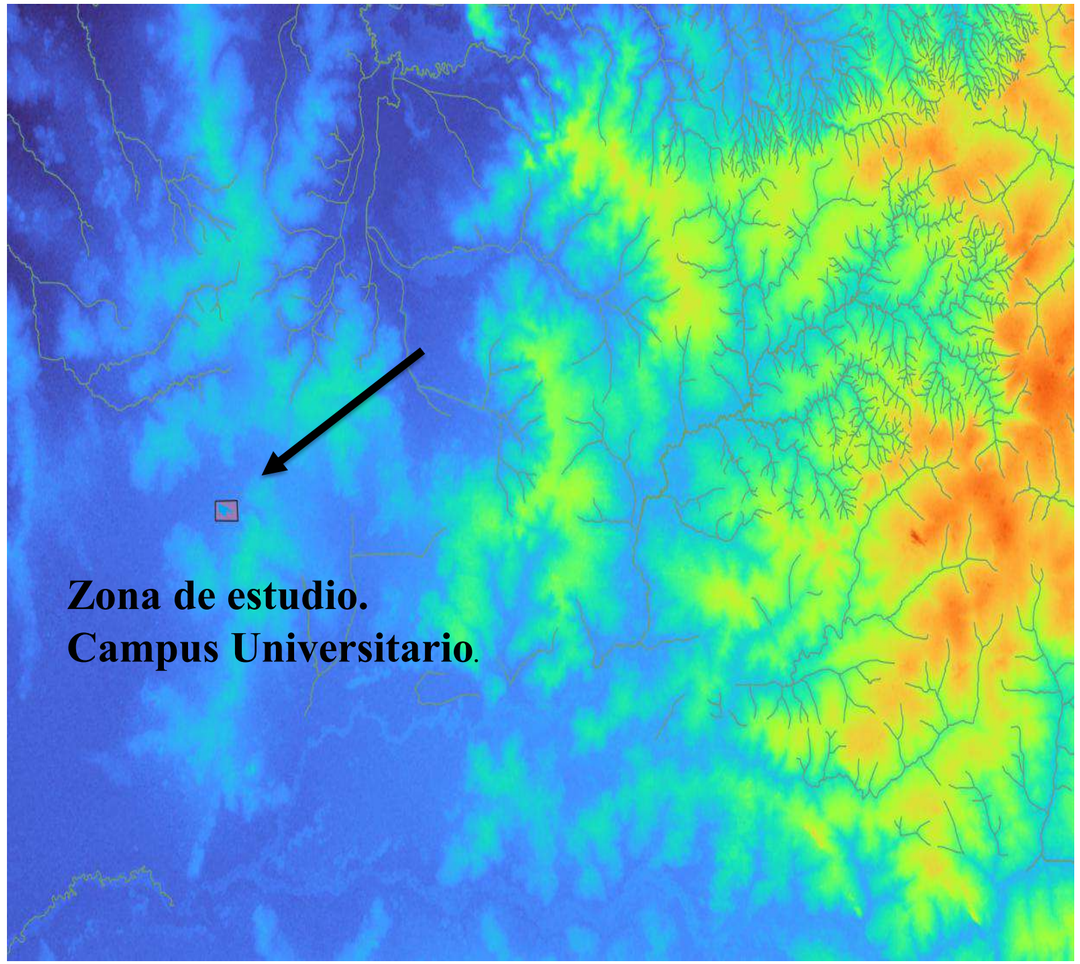
CÁLCULO DE CAUDALES

DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS MEDIANTE HEC-HMS

- La delimitación de las cuencas se realizó utilizando un Modelo de Elevación Digital (DEM) del satélite ALOS-PALSAR

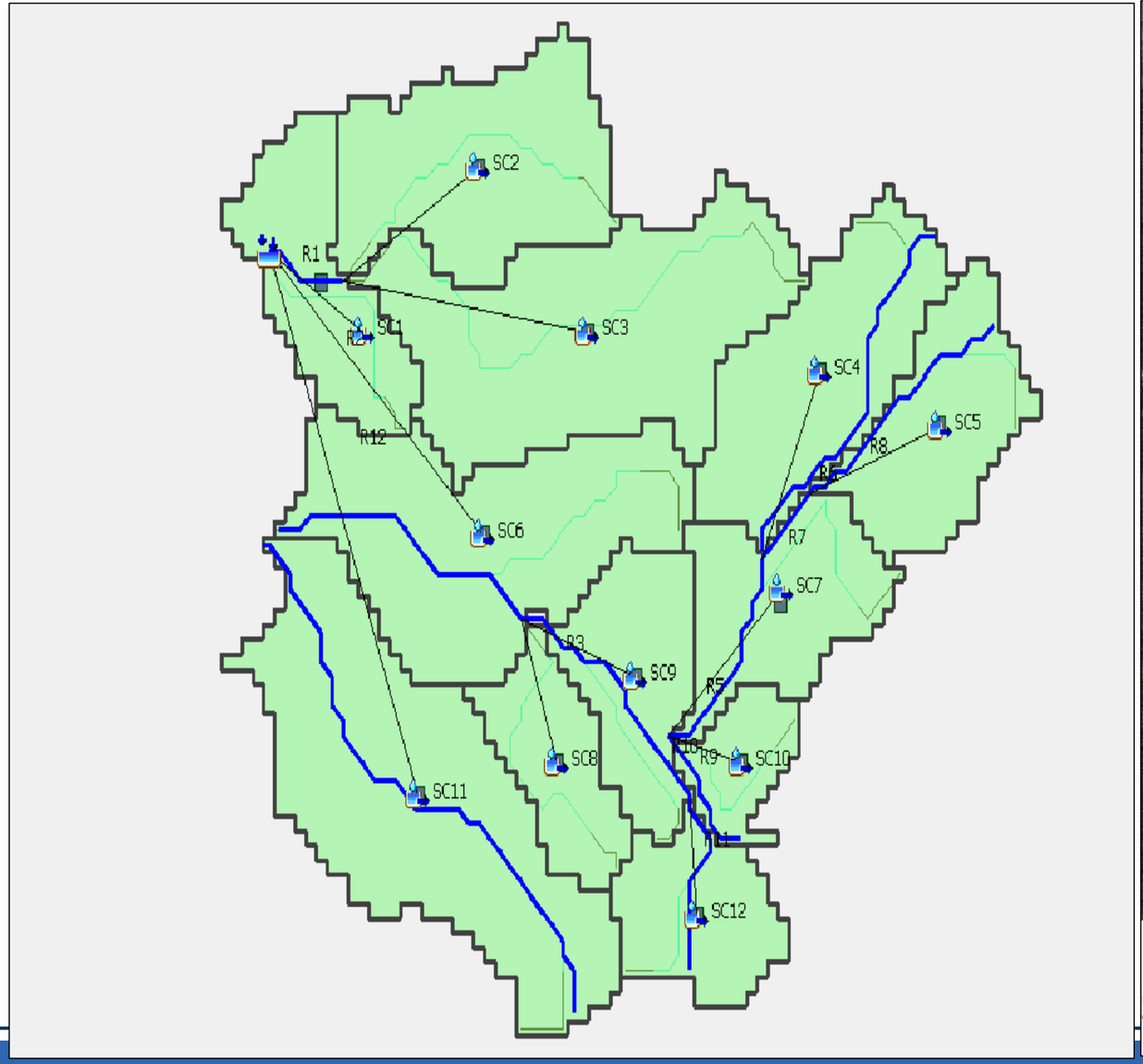
- Para definir las subcuencas se aplicó un umbral de 2 hectáreas y se hicieron ajustes manuales considerando las obras existentes que afectan el escurrimiento.

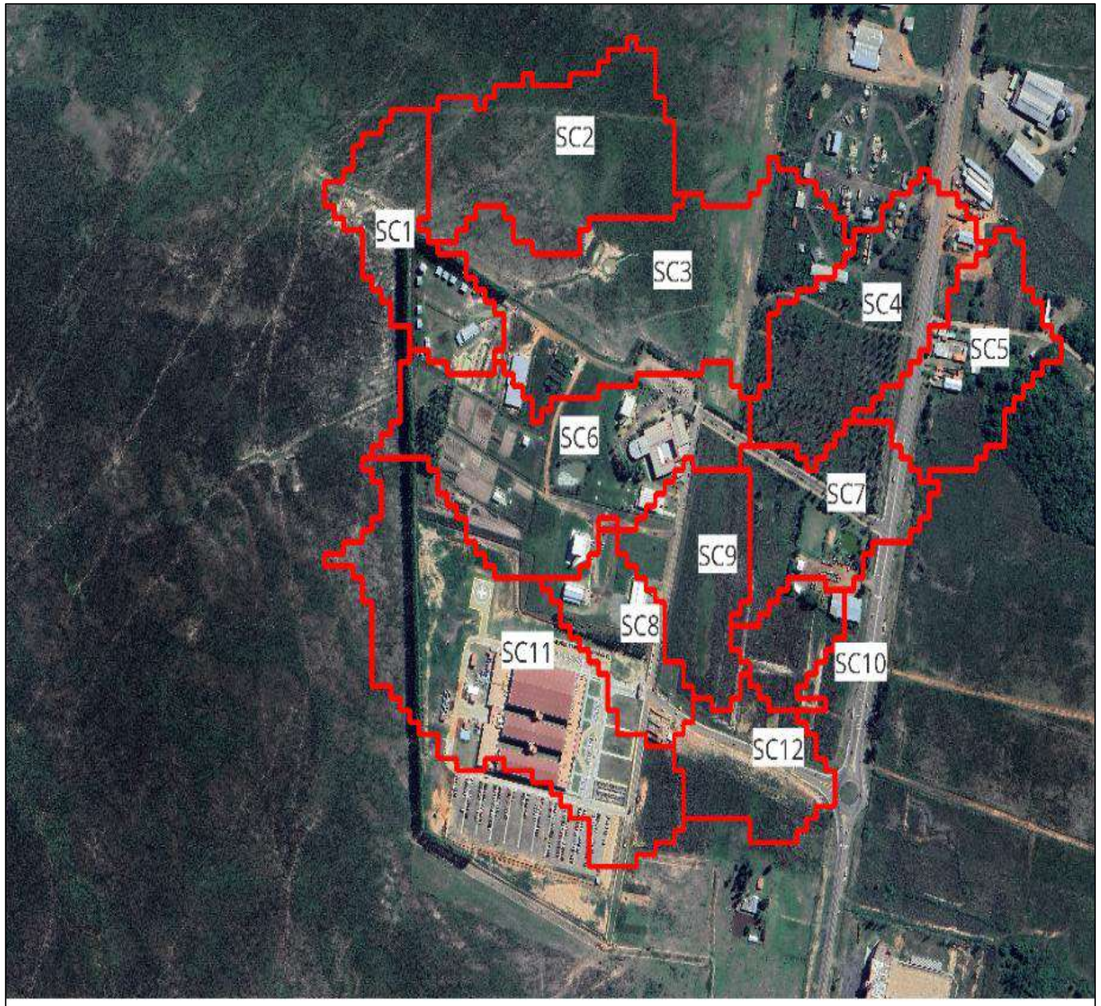
- Mediante el uso del programa HEC-HMS Se identificaron 12 subcuencas con áreas similares, que juntas suman 50,70 hectáreas.



CÁLCULO DE CAUDALES

DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS





SC = Subcuencas de aporte

CÁLCULO DE CAUDALES

Coeficiente de escorrentía y uso de suelo

- El caudal de diseño se ha establecido con un periodo de diseño de 10 años, lo que implica una probabilidad de ocurrencia anual del 10 %.
- El coeficiente C ponderado para cada cuenca se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\sum(C x Área)}{Área}$$

Subcuenca	Áreas Desarrolladas			Áreas No desarrolladas			C
	Techo	Asfalto	Zonas verdes	Cultivos	Pastizales	Bosques	Tr - 10 años
	Porcentaje (%)						
SC1	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	83,7%	5,2%	0,43
SC2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,38
SC3	10,4%	0,0%	5,1%	0,0%	83,5%	0,9%	0,43
SC4	3,8%	6,1%	8,6%	0,0%	81,5%	0,0%	0,43
SC5	9,5%	7,7%	2,2%	0,0%	80,6%	0,0%	0,46
SC6	15,4%	2,9%	4,3%	16,5%	55,8%	5,1%	0,47
SC7	0,3%	14,5%	5,2%	0,0%	80,0%	0,0%	0,45
SC8	31,4%	10,2%	0,0%	0,0%	58,5%	0,0%	0,56
SC9	1,3%	4,6%	0,0%	0,0%	94,1%	0,0%	0,41
SC10	4,7%	10,2%	6,1%	0,0%	79,1%	0,0%	0,45
SC11	19,7%	14,4%	0,0%	0,0%	62,1%	3,8%	0,53
SC12	0,0%	7,2%	0,0%	0,0%	92,8%	0,0%	0,41

Tiempo de Concentración

- El tiempo de concentración Tc es el tiempo de flujo desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca.

- En el estudio se utiliza la ecuación por el método de Kirpich extraída del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow

$$Tc = \frac{0{,}01947\ x\ L^{0{,}77}}{S^{0{,}385}}$$

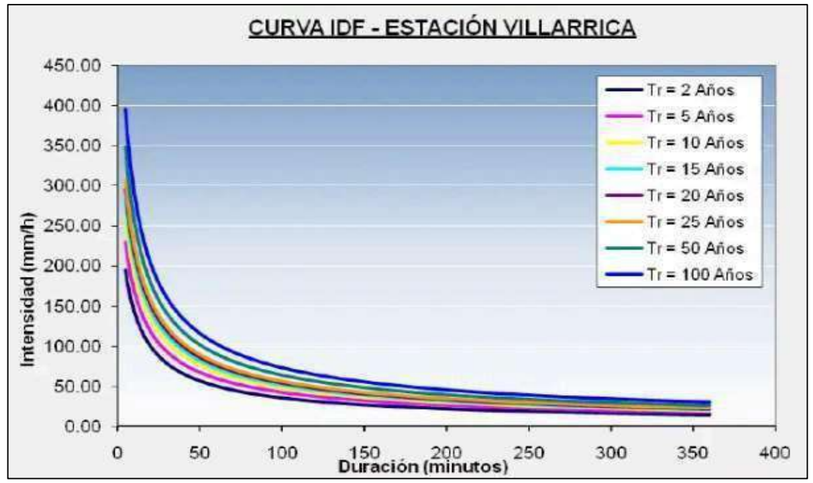
Donde:

L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida en metros

S = Pendiente promedio de la cuenca en metros/metro

CURVAS IDF

Para realizar el cálculo de las intensidades de precipitación de este proyecto final de grado, se han utilizado las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la estación de Villarrica debido a la similitud climática de la zona y cercanía geográfica de estudio.



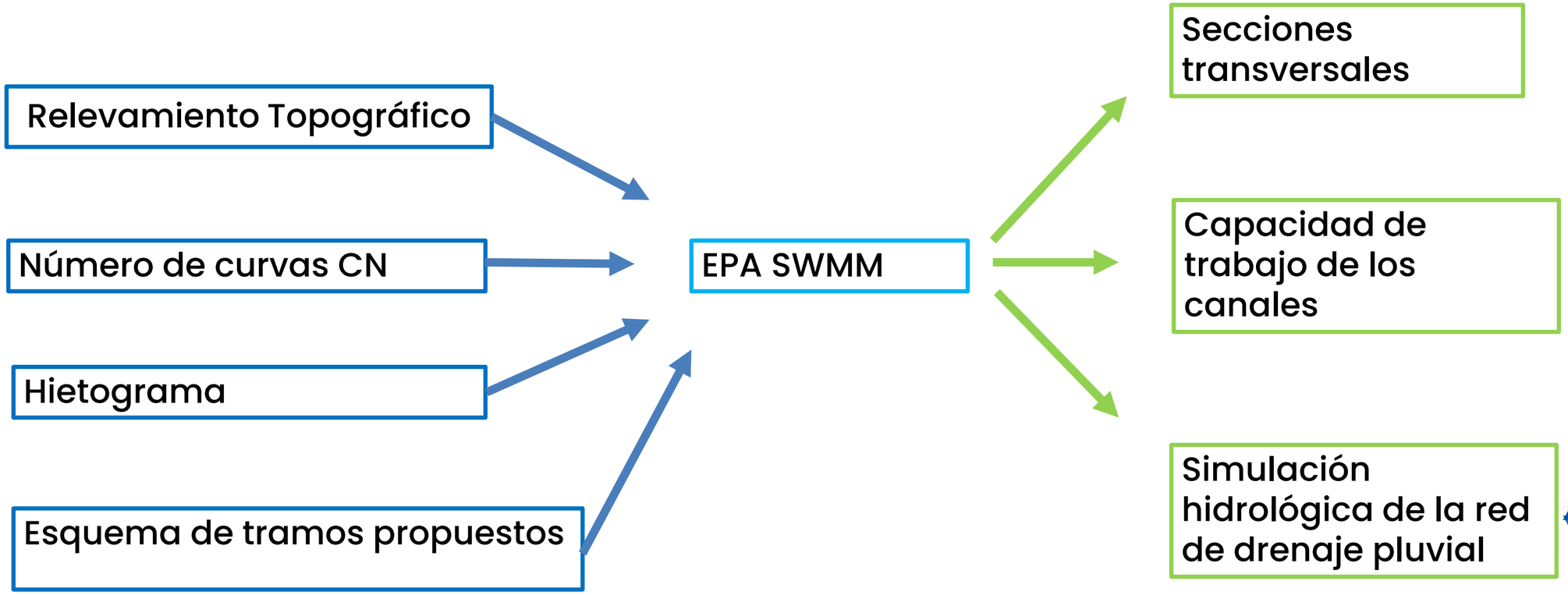
Cálculo de los caudales mediante el método racional

CUENCA / SUBCUENCA	AREA APORTE		i (mm/h)	Coef C	Q diseño
	(m2)	(Km2)	(min)	adim	(m3/s)
SC1	30500	0,031	267,55	0,43	0,97
SC2	50200	0,050	244,74	0,38	1,30
SC3	76700	0,077	206,69	0,43	1,89
SC4	45469	0,045	230,66	0,43	1,25
SC5	32969	0,033	262,35	0,46	1,10
SC6	67800	0,068	215,37	0,47	1,90
SC7	32188	0,032	234,71	0,45	0,94
SC8	21600	0,022	242,35	0,56	0,82
SC9	28750	0,029	257,97	0,41	0,84
SC10	13000	0,013	291,75	0,45	0,47
SC11	84063	0,084	207,80	0,53	2,57
SC12	23750	0,024	291,75	0,41	0,79

- La fórmula utilizada está dada por la siguiente expresión:

$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A$$

DIMENSIONAMIENTO DE CANALES

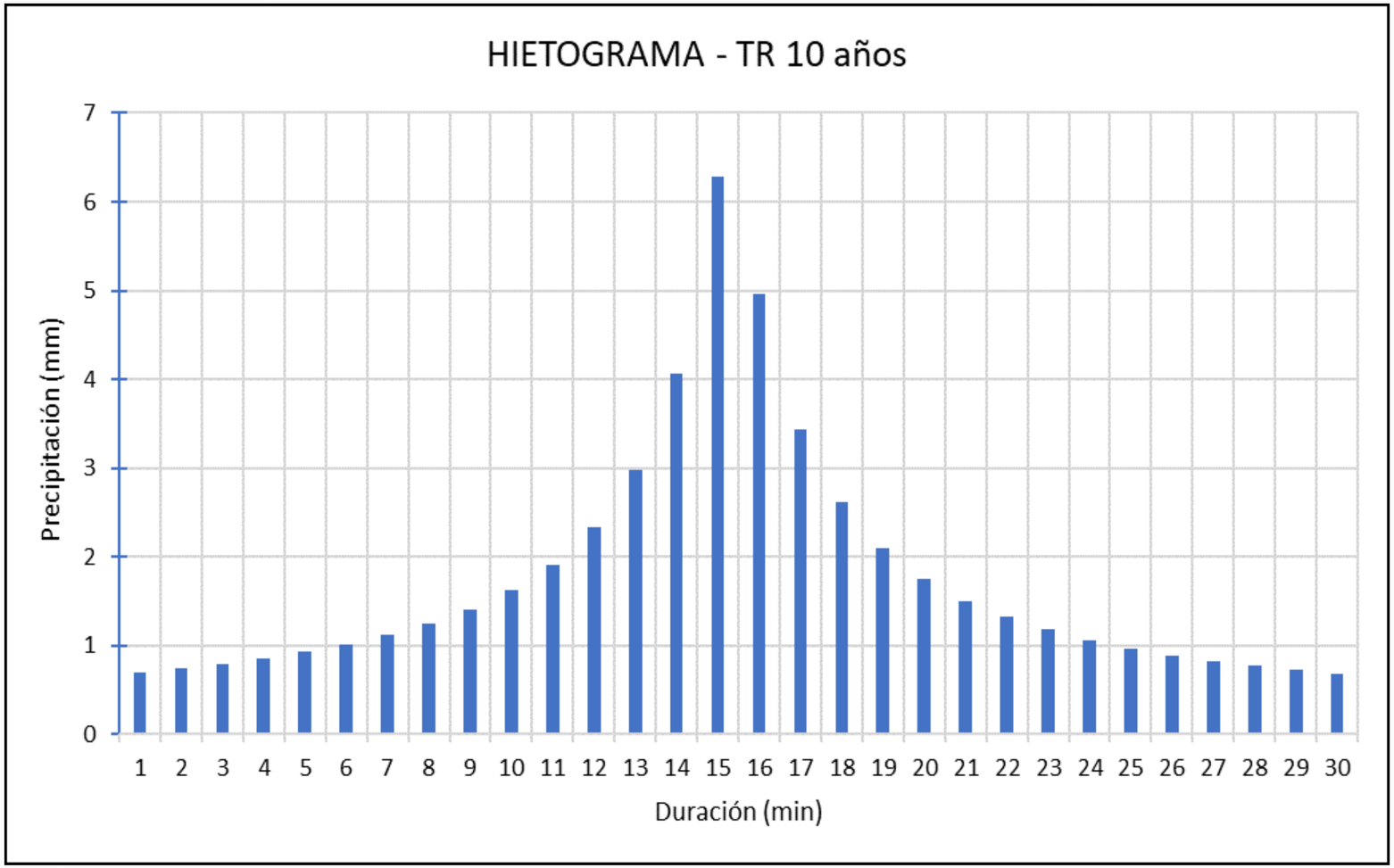


NÚMERO DE CURVAS – CN

Valores de CN Adoptados					
Tierras Cultivadas	Pastizal	Calles de Tierra	Calles Pavimentadas	Techos	Bosques
75	68	85	98	98	63

Uso de suelo en porcentaje								
SubCuencas	Area (m²)	Tierras Cultivadas	Pastizal	Calles de tierra	Calles Pavimentadas	Techos	Bosques	CN PONDERADO
SC1	30500	0	83,68%	0	0	11,12%	5,21%	71
SC2	50200	0	100,00%	0	0	0	0	68
SC3	76700	0	83,46%	5,15%	0	10,45%	0,94%	72
SC4	45469	0	81,47%	8,62%	6,13%	3,77%	0	72
SC5	32969	0	80,60%	2,16%	7,72%	9,51%	0	73
SC6	67800	16,52%	55,80%	4,29%	2,90%	15,41%	5,09%	75
SC7	32188	0,00%	80,01%	5,19%	14,49%	0,30%	0,00%	73
SC8	21600	0,00%	58,47%	0,00%	10,17%	31,37%	0,00%	80
SC9	28750	0,00%	94,14%	0,00%	4,59%	1,27%	0,00%	69
SC10	13000	0,00%	79,11%	6,08%	10,15%	4,66%	0,00%	73
SC11	84063	0	62,15%	0	14,38%	19,65%	3,82%	78
SC12	23750	0,00%	92,76%	0,00%	7,24%	0,00%	0,00%	70

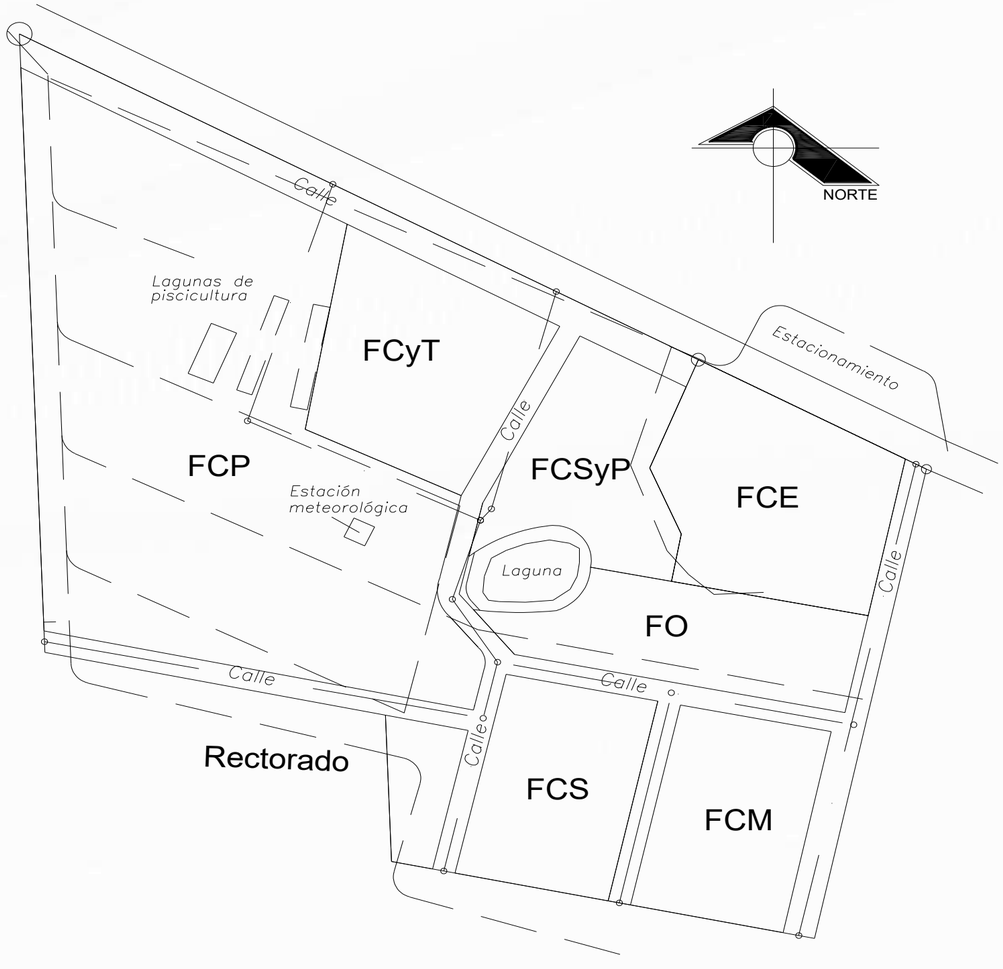
HIETOGRAMA

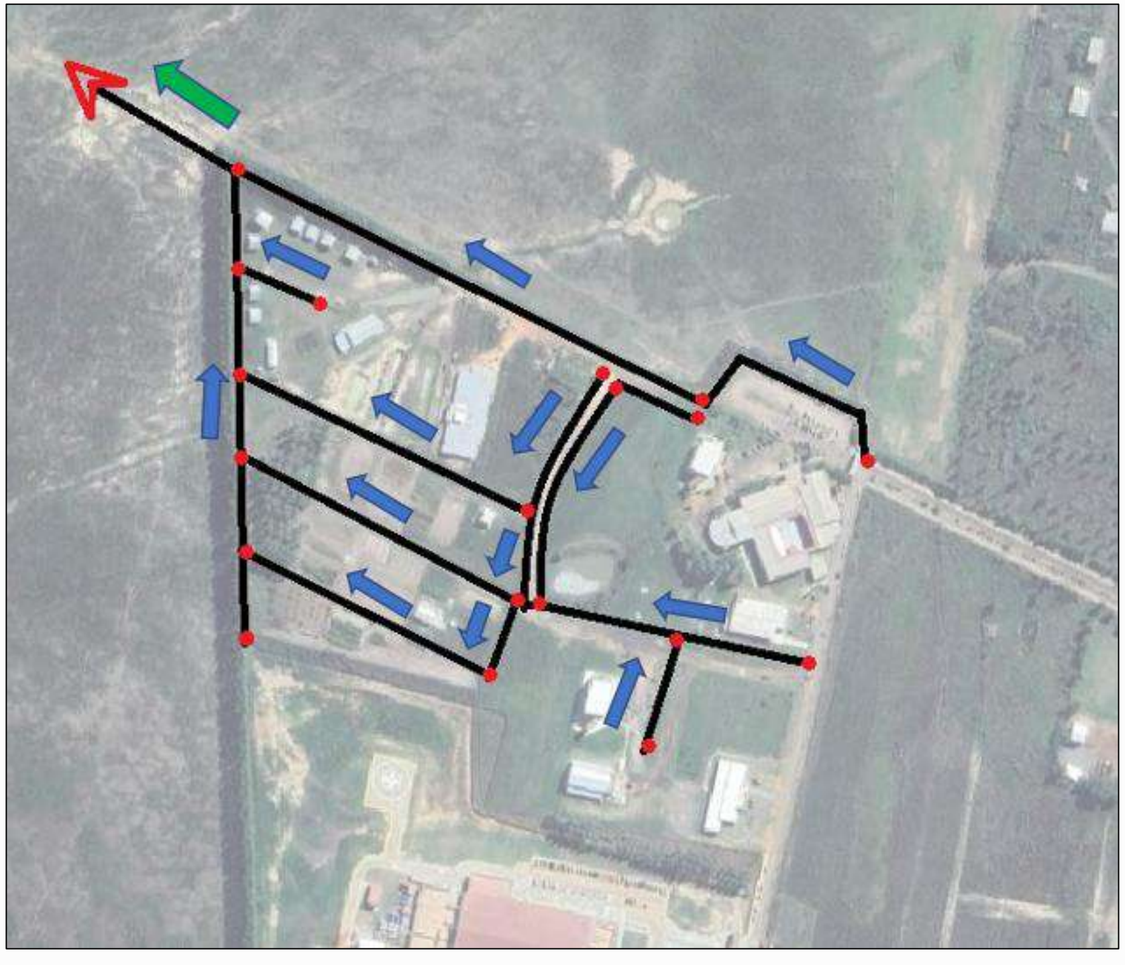


- Hietograma de diseño para un Tr de 10 años.

DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE

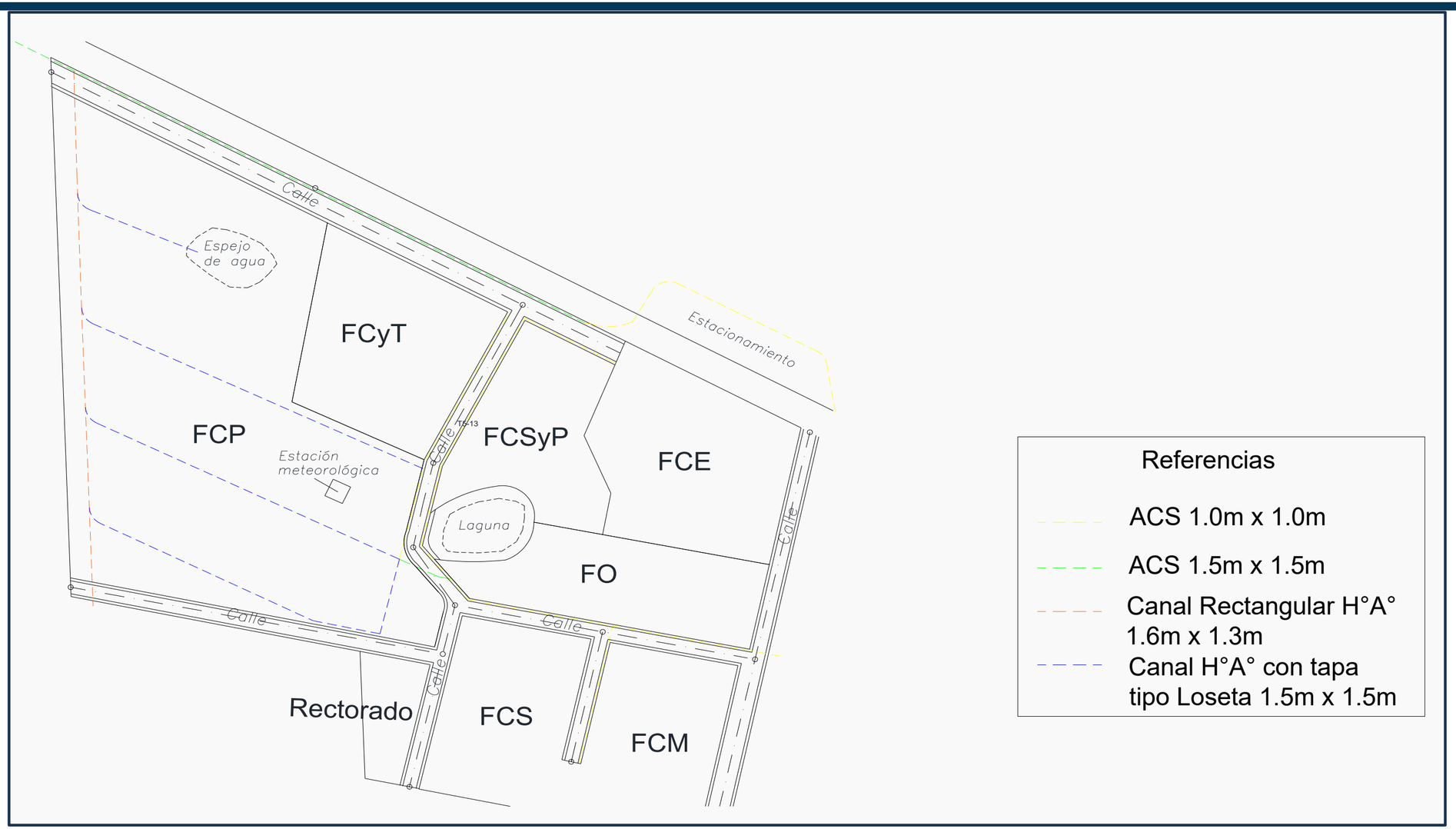
ESQUEMA DE TRAMOS PROPUESTOS





DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE

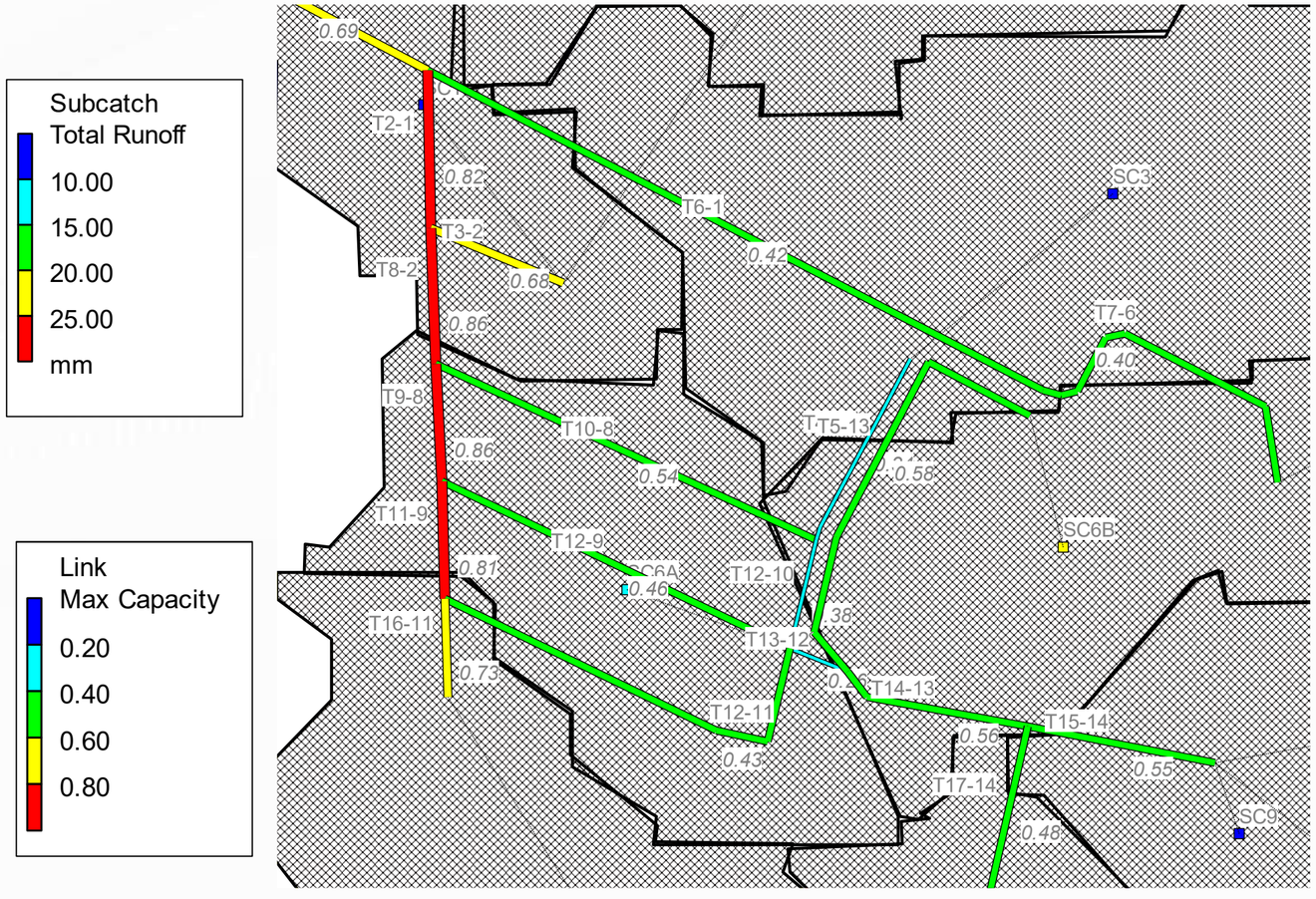
ESQUEMA DE TRAMOS PROPUESTOS

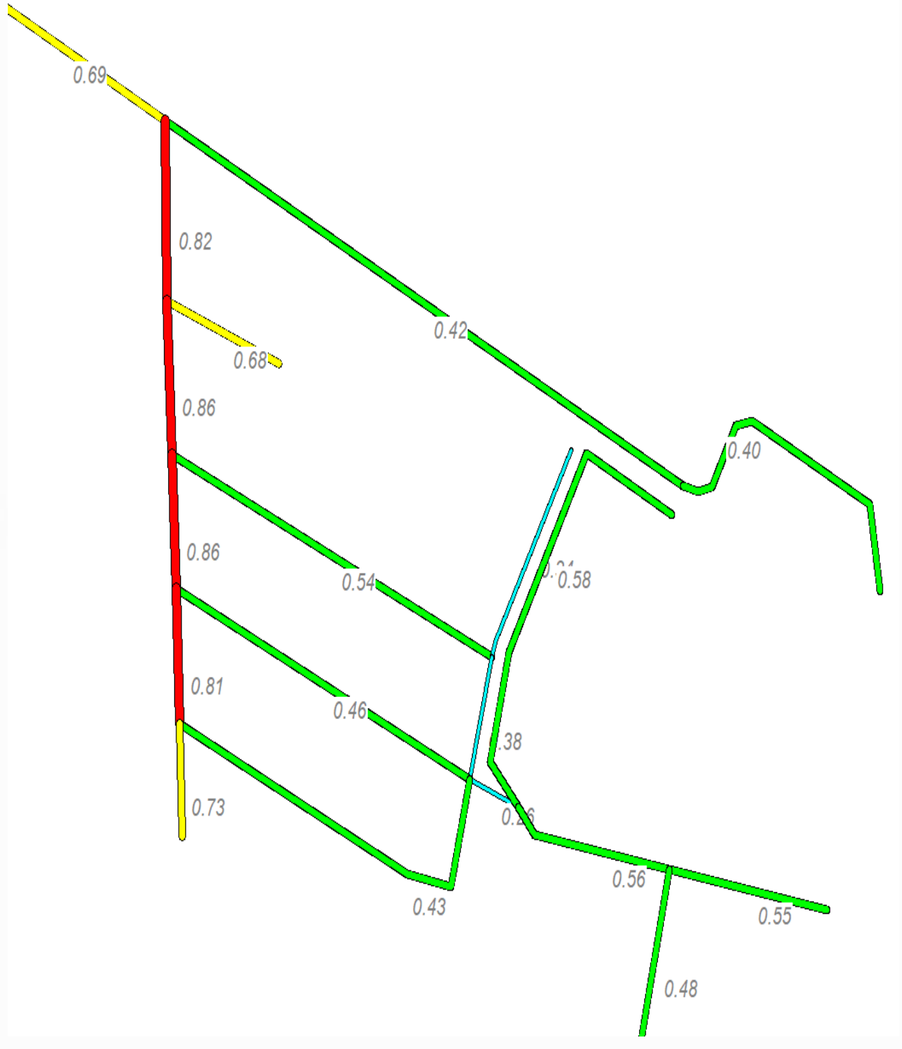


DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE

RESULTADOS OBTENIDOS

CAPACIDAD DE TRABAJO DE LOS CANALES





RESULTADOS OBTENIDOS

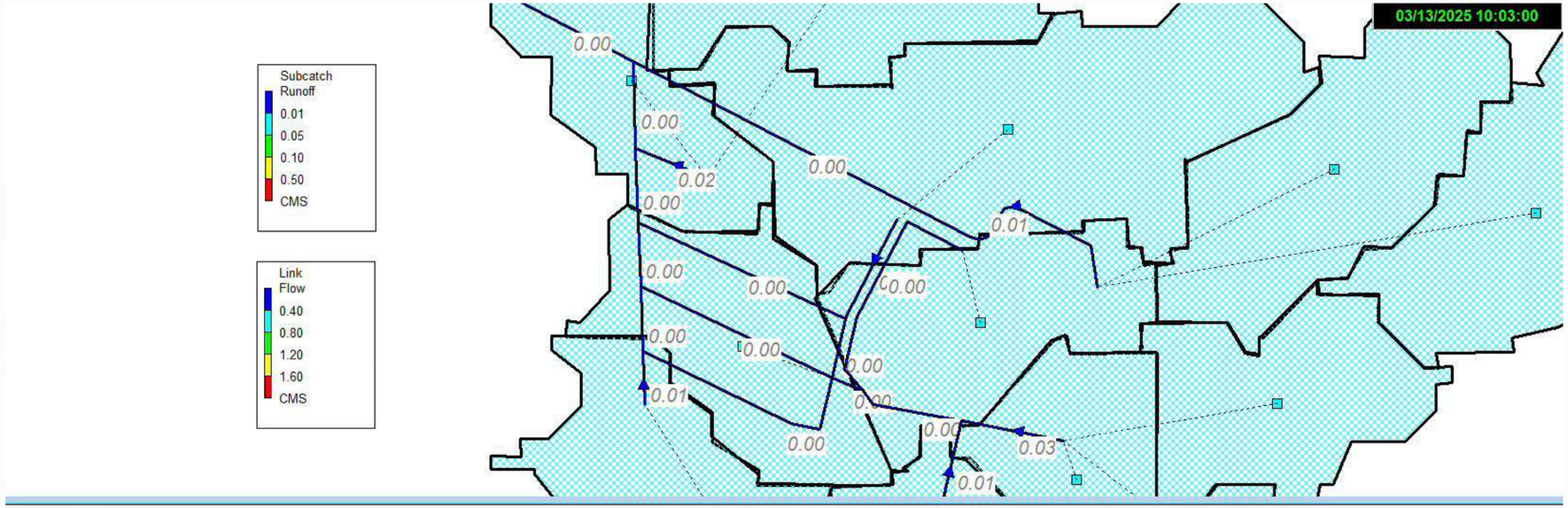
SECCIONES TRANSVERALES Y CAUDALES

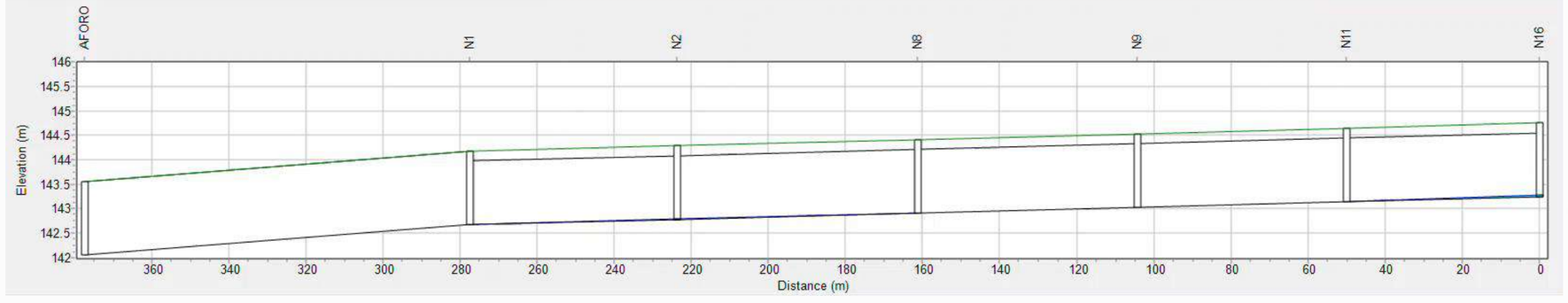
TRAMOS	COTA TERRENO		SECCION DEL CANAL	LONG. TRAMOS	Pendiente	Pendiente
	SUPERIOR (m)	INFERIOR (m)		(m)	So (m/m)	So (%)
T1-A	144,17	143,55	ACS - 1.5 m x 1.5 m	100,00	0,0062	0,62
T6-1	146,03	144,17	ACS - 1.5 m x 1.5 m	299,64	0,0062	0,62
T7-6	146,49	146,03	ACS - 1.0 m x 1.0 m	161,94	0,0028	0,28
T2-1	144,29	144,17	Canal Rectangular H°A° - 1.6 m x 1.3 m	53,67	0,0021	0,21
T3-2	144,45	144,29	Canal H°A° con Loseta - 1.5 m x 1.5 m	63,58	0,0025	0,25
T8-2	144,41	144,29	Canal Rectangular H°A° - 1.6 m x 1.3 m	62,34	0,0021	0,21
T10-8	145,04	144,41	Canal H°A° con Loseta - 1.5 m x 1.5 m	198,91	0,0031	0,31
T4-10	146,11	145,04	ACS - 1.0 m x 1.0 m	92,53	0,0115	1,15
T12-10	145,76	145,04	ACS - 1.0 m x 1.0 m	53,70	0,0135	1,35
T9-8	144,53	144,41	Canal Rectangular H°A° - 1.6 m x 1.3 m	57,01	0,0021	0,21
T12-9	145,76	144,53	Canal H°A° con Loseta - 1.5 m x 1.5 m	176,08	0,0070	0,70
T13-12	145,99	145,76	ACS - 1.5 m x 1.5 m	32,11	0,0070	0,70
T5-13	146,24	145,99	ACS - 1.0 m x 1.0 m	204,87	0,0012	0,12
T14-13	146,48	145,99	ACS - 1.0 m x 1.0 m	94,49	0,0052	0,52
T15-14	146,93	146,48	ACS - 1.0 m x 1.0 m	87,93	0,0052	0,52
T17-14	146,92	146,48	ACS - 1.0 m x 1.0 m	77,23	0,0058	0,58
T11-9	144,65	144,53	Canal Rectangular H°A° - 1.6 m x 1.3 m	54,45	0,0021	0,21
T12-11	145,76	144,65	Canal H°A° con Loseta - 1.5 m x 1.5 m	210,75	0,0053	0,53
T16-11	144,75	144,65	Canal Rectangular H°A° - 1.6 m x 1.3 m	49,96	0,0021	0,21

DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE

RESULTADOS OBTENIDOS

SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE LA RED DE DESAGÜE PLUVIAL



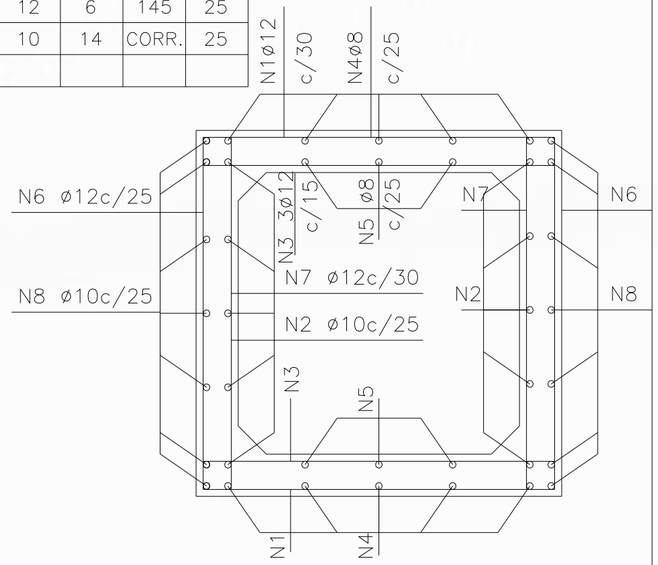


ARMADO

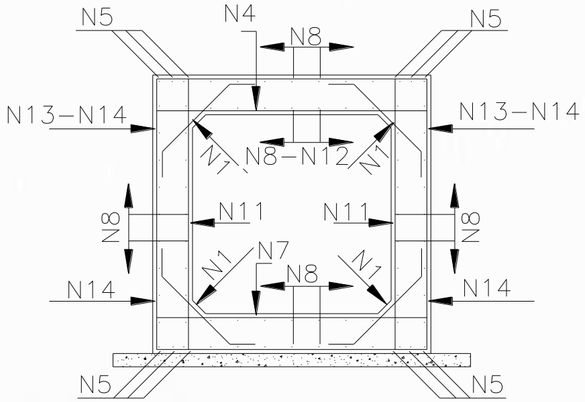
0 ⩽ h ⩽ 1,00
fs ⩾ 0,09 Mpa

N°	Ø	C	LONG	SEP.
1	12	6	221	30
2	10	10	CORR.	25
3	12	13	145	15
4	8	10	CORR.	25
5	8	6	CORR.	25
6	12	8	221	25
7	12	6	145	25
8	10	14	CORR.	25

DETALLES DE ARMADURA ACS 1.00m x 1.00m



DETALLES DE ARMADURA ACS 1.50m x 1.50m

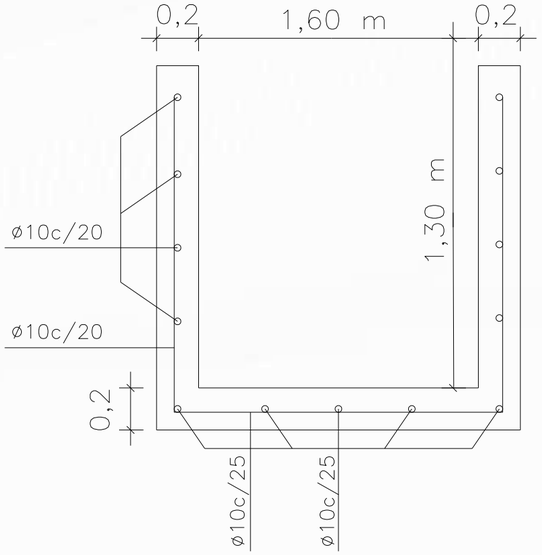


$\overline{fs} \geqslant 0.09$ MPa

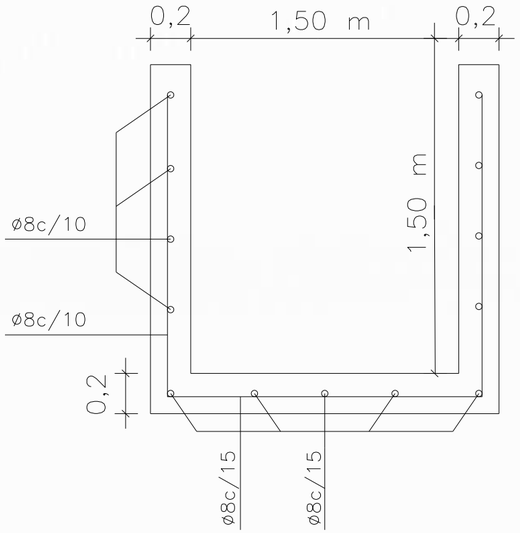
No.	Ø	C	LONG.	SEP.
1	6.0	20	84	c/20cm
4	12.0	6	175	c/16cm
5	12.0	12	CORR.	——
7	12.0	6	175	c/16cm
8	6.0	48	CORR.	c/20cm
11	6.0	10	175	c/20cm
12	10.0	7	CORR.	c/20cm
13	12.0	8	170	c/24cm
14	12.0	8	344	c/24cm

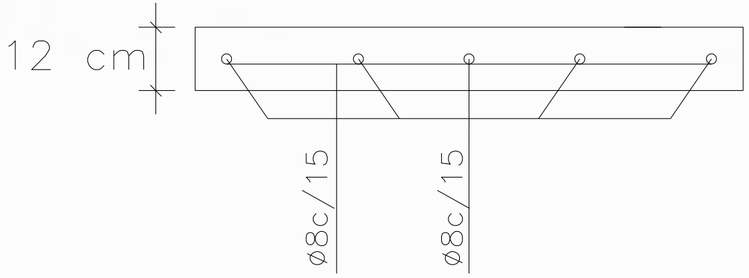
ARMADO

CANAL RECTANGULAR H°A°
DE 1,60 m x 1,30 m



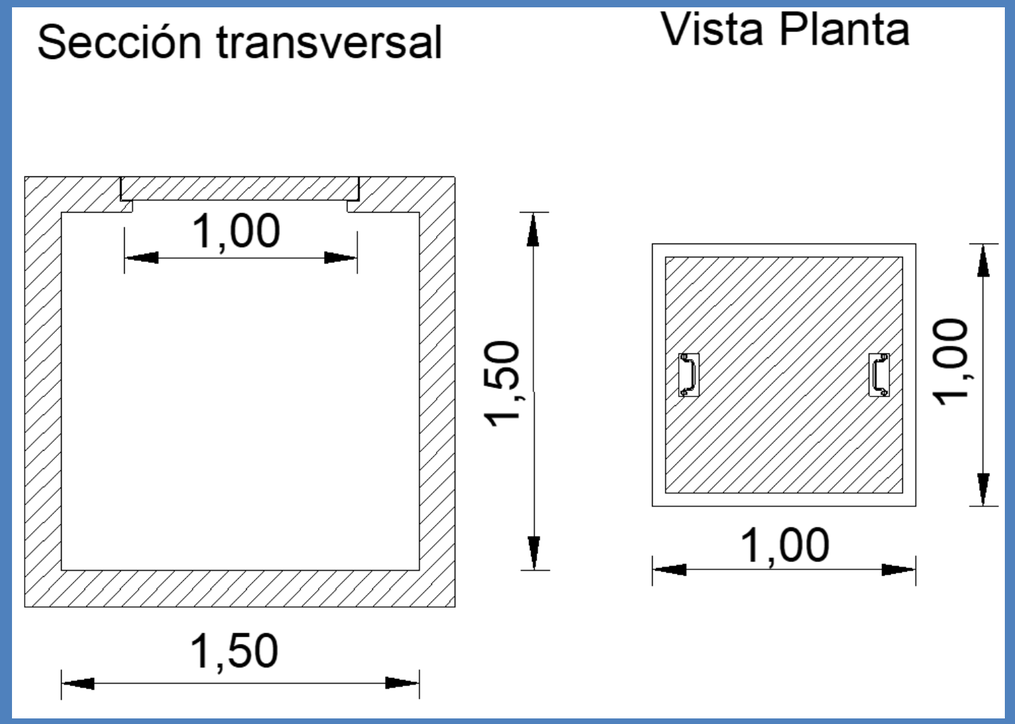
CANAL H°A° DE 1,50 m x 1,50 m
CON TAPA TIPO LOSETA



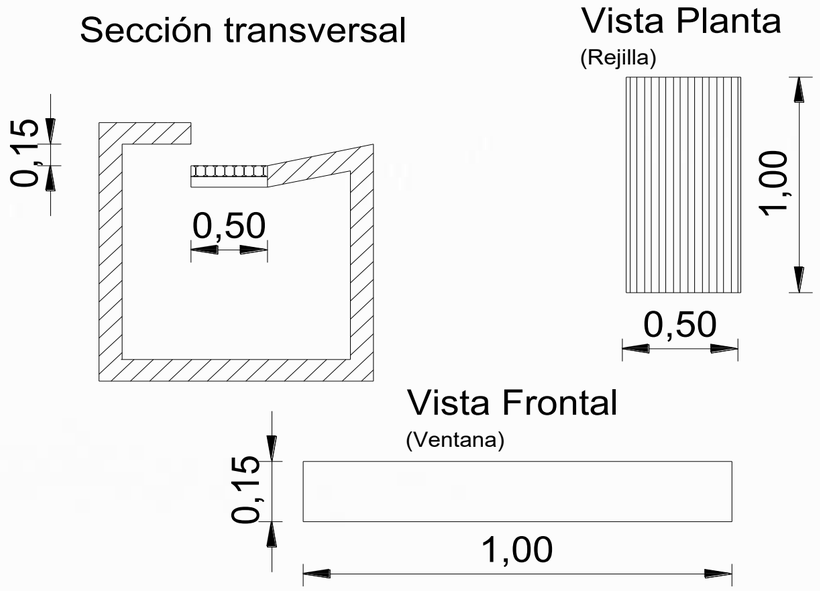


DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE

REGISTROS



SUMIDEROS



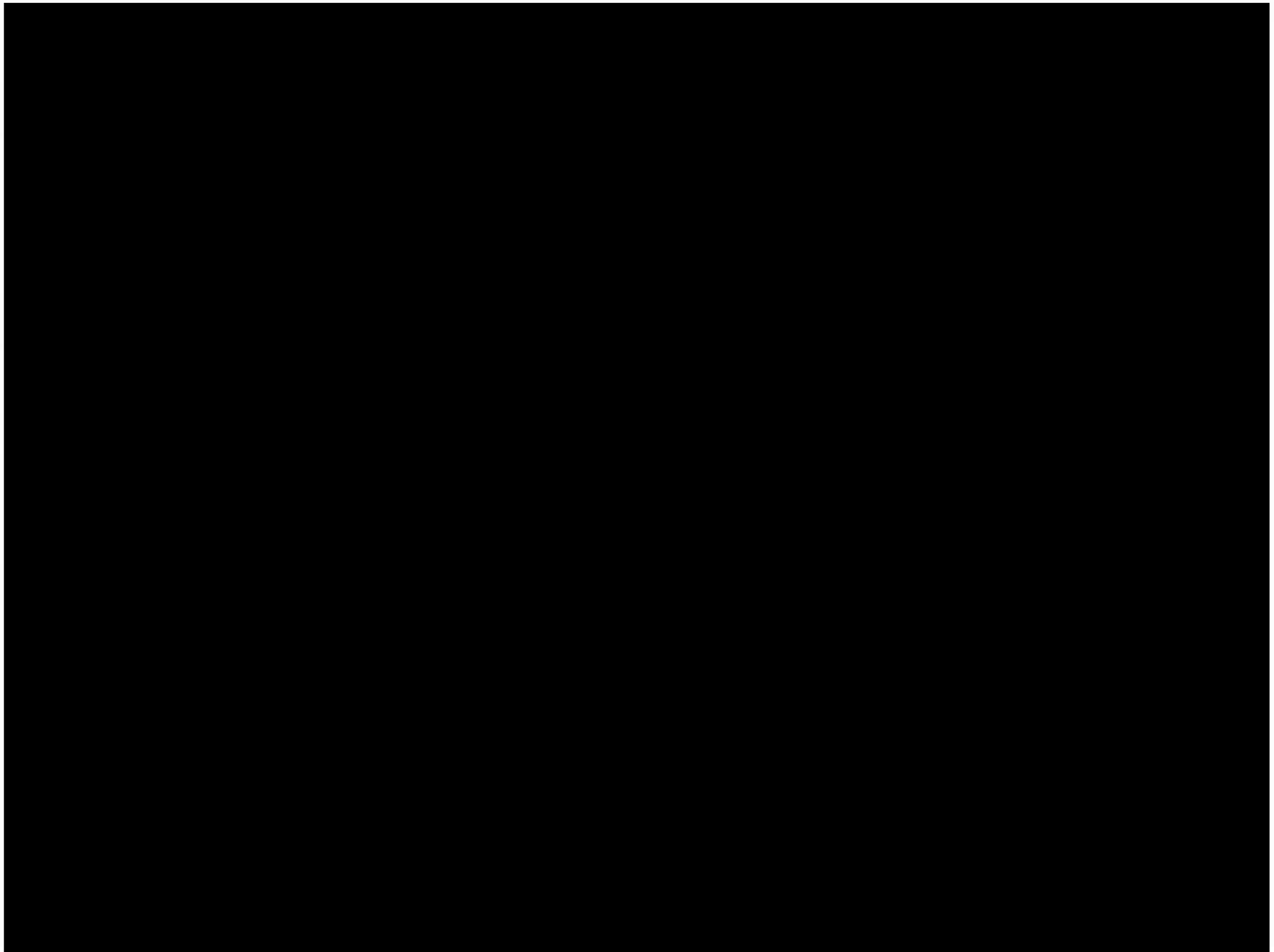
Cálculo de sumidero						
Tipo	**Ancho (m)**	**Longitud (m)**	**S. ventana = q1 (m^3/s)**	**S. Reja = q2 (m^3/s)**	**S. Mixto = q1+0,75*q2 (m^3/s)**	**Cantidad necesaria qmax = 9 m^3/s**
Tipo 1	0,5	1	0,11	0,61	0,56	17
Tipo 2	0,5	1,5	0,16	0,91	0,84	11
Tipo 3	0,5	2	0,21	1,22	1,12	9
Tipo 4	0,5	2,5	0,26	1,52	1,40	7
Tipo 5	0,5	3	0,32	1,82	1,68	6
Tipo 6	0,5	3,5	0,37	2,13	1,97	5

CÓMPUTO

PLANILLA DE CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

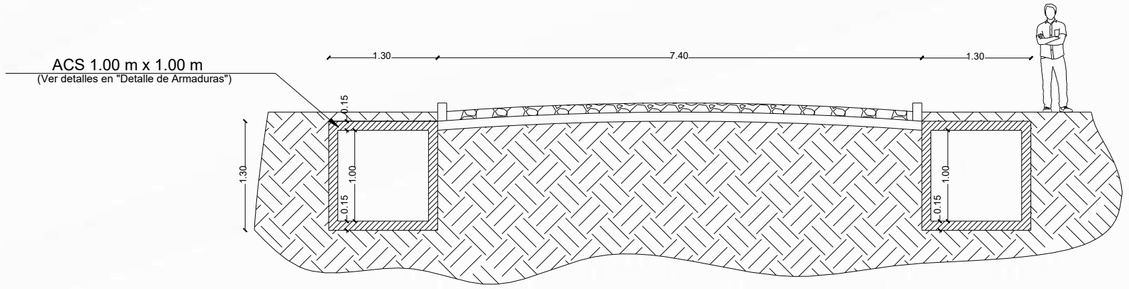
PLANILLA DE COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO					
SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL					
COD.	DESCRIPCION DEL RUBRO	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.0	**Trabajos preliminares**				
1.1	Marcación y replanteo	m²	3570,17	8.067Gs.	28.800.569Gs.
1.2	Limpieza y despeje	m²	3570,17	3.500Gs.	12.495.599Gs.
2.0	**Movimiento de suelo**				
2.1	Excavación de zanjas de drenaje	m³	2695,21	93.750Gs.	252.676.195Gs.
2.2	Terraplen y nivelación de suelo	m³	138,71	87.500Gs.	12.137.081Gs.
2.3	Relleno y compactación en zanjas	m³	420,95	38.625Gs.	16.259.276Gs.
2.4	Transporte de tierra excedente	m³	2135,55	32.000Gs.	68.337.636Gs.
3.0	**Obras de drenaje**				
3.1	Contrapiso de Hormigón de 10 cm de espesor (fck 90 kg/cm²)	m²	4209,52	83.730Gs.	352.463.227Gs.
3.2	Alcantarilla Celular Simple 1,00 m x 1,00 m (fck 210 kg/cm²)	ml	772,69	2.814.500Gs.	2.174.744.449Gs.
3.3	Alcantarilla Celular Simple 1,50 m x 1,50 m (fck 210 kg/cm²)	ml	431,74	3.310.962Gs.	1.429.484.667Gs.
3.4	Canal rectangular de Hormigón 1,60 m x 1,30 m; e = 20 cm (fck 210 kg/m²)	ml	277,42	2.148.604Gs.	596.063.632Gs.
3.5	Canal de H°A° 1,50 m x 1,50 m; e = 20 cm (fck 210 kg/m²)	ml	649,31	2.092.520Gs.	1.358.700.504Gs.
3.6	Pase Peatonal - Loseta de 12 cm de espesor (fck 210 kg/cm²)	ml	649,31	736.555Gs.	478.254.912Gs.
3.7	Sumidero mixto tipo 1	un	17	10.330.367Gs.	175.616.239Gs.
3.8	Registros 1,00 m x 1,00 m	un	9	2.388.100Gs.	21.492.900Gs.
4.0	**Obras complementarias**				
4.1	Colocación de Pasto kavaju	m²	263,42	19.500Gs.	5.136.671Gs.
Total (IVA incluido):					**6.982.663.556Gs.**
Total en USD (1 USD = 6.714 Gs - fecha de referencia 15/12/2025):					**1.040.015$.**
Obs: en los canales se tuvo en cuenta el sellado y relleno de juntas					

REPRESENTACIÓN VISUAL

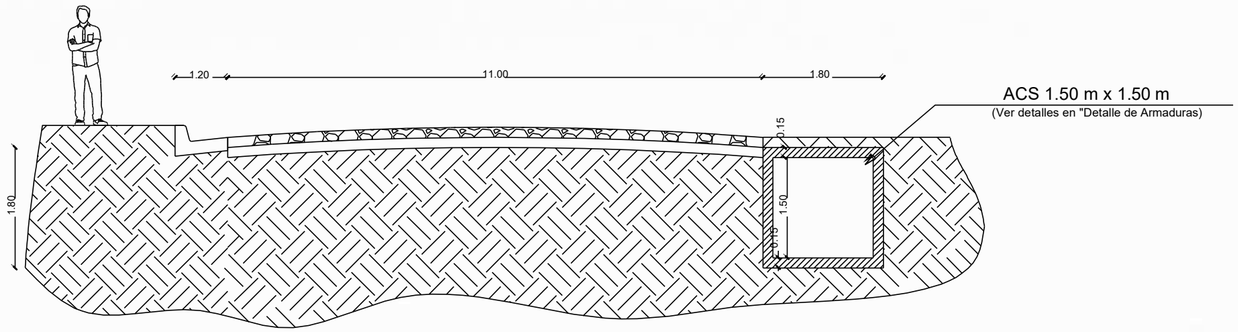


REPRESENTACIÓN VISUAL

Corte Transversal A-A'



Corte Transversal B-B'



CONCLUSIONES

- Se diseñaron canales rectangulares ACS de 1,0 × 1,0 m y 1,5 × 1,5 m, capaces de conducir eficientemente los caudales generados en cada subcuenca.
- También se incorporó un canal de hormigón armado de 1,6 × 1,3 m para los sectores con mayores exigencias hidráulicas y estructurales.
- La captación superficial se resolvió mediante sumideros mixtos tipo ventana y rejilla, ubicados estratégicamente para maximizar la recolección del caudal y evitar encharcamientos.
- Se añadieron registros de 1,0 × 1,0 m para facilitar el mantenimiento y prevenir obstrucciones en la red.
- El sistema diseñado mejora el manejo de aguas pluviales, reduce riesgos de inundación y establece bases sólidas para futuras ampliaciones del drenaje en el campus.

RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimientos periódicos, inspeccionando y limpiando canales, sumideros y registros para evitar obstrucciones por sedimentos o residuos.
- Es fundamental revisar los sumideros tipo ventana y rejilla antes y durante la temporada de lluvias, asegurando que permanezcan libres de desechos.
- Promover la concienciación comunitaria para evitar que estudiantes y personal arrojen basura en los canales, mediante señalización y campañas informativas.
- Tras lluvias intensas, se aconseja monitorear el sistema para detectar daños u obstrucciones y resolverlos de forma inmediata.
- Se recomienda actualizar el sistema hidráulico en caso de futuras ampliaciones o cambios en el campus que no hayan sido previstos en el presente trabajo y que modifiquen el comportamiento de la escorrentía

MUCHAS GRACIAS

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
2009
ARANDU POTY REKAVO
CORONEL OVIEDO · PARAGUAY