



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

### CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

#### TEMA:

EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CAMPUS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS IASA 1, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMPUS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS IASA 1, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE.

**AUTORES:** RÍOS MOSQUERA ROBERTO DAVID  
TORRES GALÁRRAGA ISRAEL ALEXANDER

**DIRECTOR:** ING. BOLAÑOS GUERRON DARÍO ROBERTO PhD.

**AGOSTO 2022**



# OBJETIVO GENERAL

Evaluar y rediseñar el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario del Campus de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA 1 de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y diseñar una planta de tratamiento de agua residual para mejorar el nivel de servicio del campus.

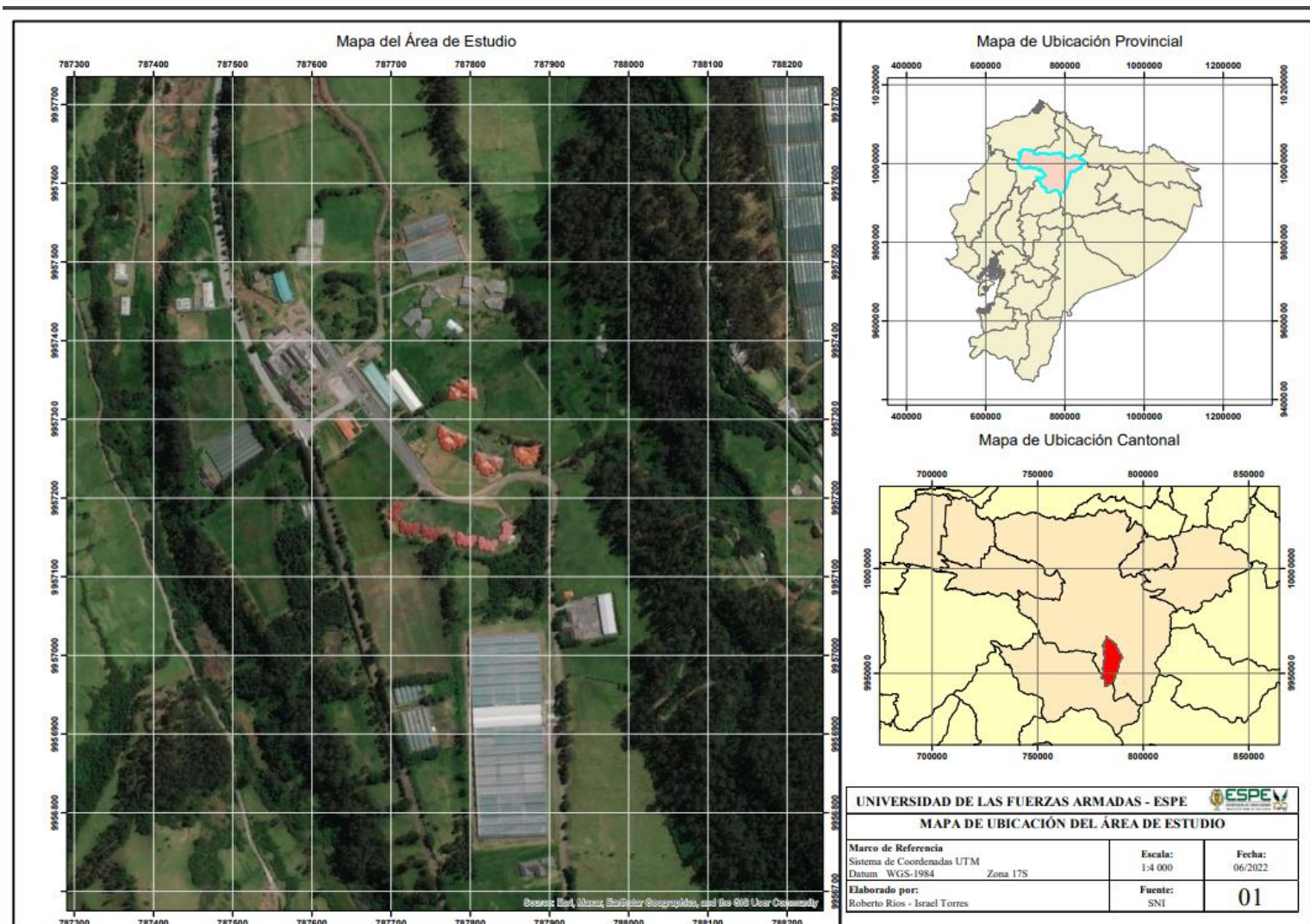


# OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar la topografía existente de la zona del proyecto
- Evaluar el funcionamiento del servicio de alcantarillado sanitario y pluvial.
- Rediseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial
- Caracterizar el agua residual descargada en el cuerpo receptor.
- Elaborar planos, especificaciones técnicas y presupuestos.



# ZONA DE ESTUDIO



**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# PARÁMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO



30 años



Población actual: 440

Población futura: 594



$$Q_{Diseño} = Q_{MD} + Q_{CE} + Q_{inf}$$

- Caudales de diseño sanitario

$$Q_{MD} = 0,00103 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{CE} = 0,00055 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{inf} = 0,002117 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{Diseño} = 0,0068 \frac{m^3}{s}$$





# PARÁMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO PLUVIAL

- Caudal de diseño pluvial

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$t_f \approx 3 \text{ min}$$

$$t_c = 16 \text{ min}$$

- Tiempo de concentración

$$t_c = t_i + t_f$$

$t_i = 13 \text{ min}$  (Áreas medianamente pobladas)

$$t_f = \frac{L}{60 * V} \quad t_f = \frac{80}{60 * (0,60)}$$

- Período de retorno

$$T_r = 25 \text{ años}$$

(Áreas comerciales y residenciales)



# PARÁMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO PLUVIAL

- Coeficiente de escorrentía

Zona	Área parcial (Ha)	C	C*A parcial
Módulo de ganadería	0,010807	0,88	0,010
Módulo de agricultura	0,007619	0,44	0,003
Módulo de agroindustrias	0,003417	0,88	0,003
Invernadero INIAP	0,093623	0,44	0,041
Invernadero INIAP 2	0,010239	0,44	0,005
Planta de balanceados	0,013538	0,88	0,012
Módulo de rosas	0,010855	0,44	0,005
Módulo de cuyes	0,003746	0,88	0,003
Módulo de floricultura	0,005268	0,44	0,002
Módulo de horticultura	0,009266	0,44	0,004
Módulo de ovejas	0,000963	0,88	0,001
Aulas y residencias	0,029067	0,88	0,026
Vías concreto	1,035	0,88	0,911
Pastizales	147	0,42	61,740
		Total	62,765

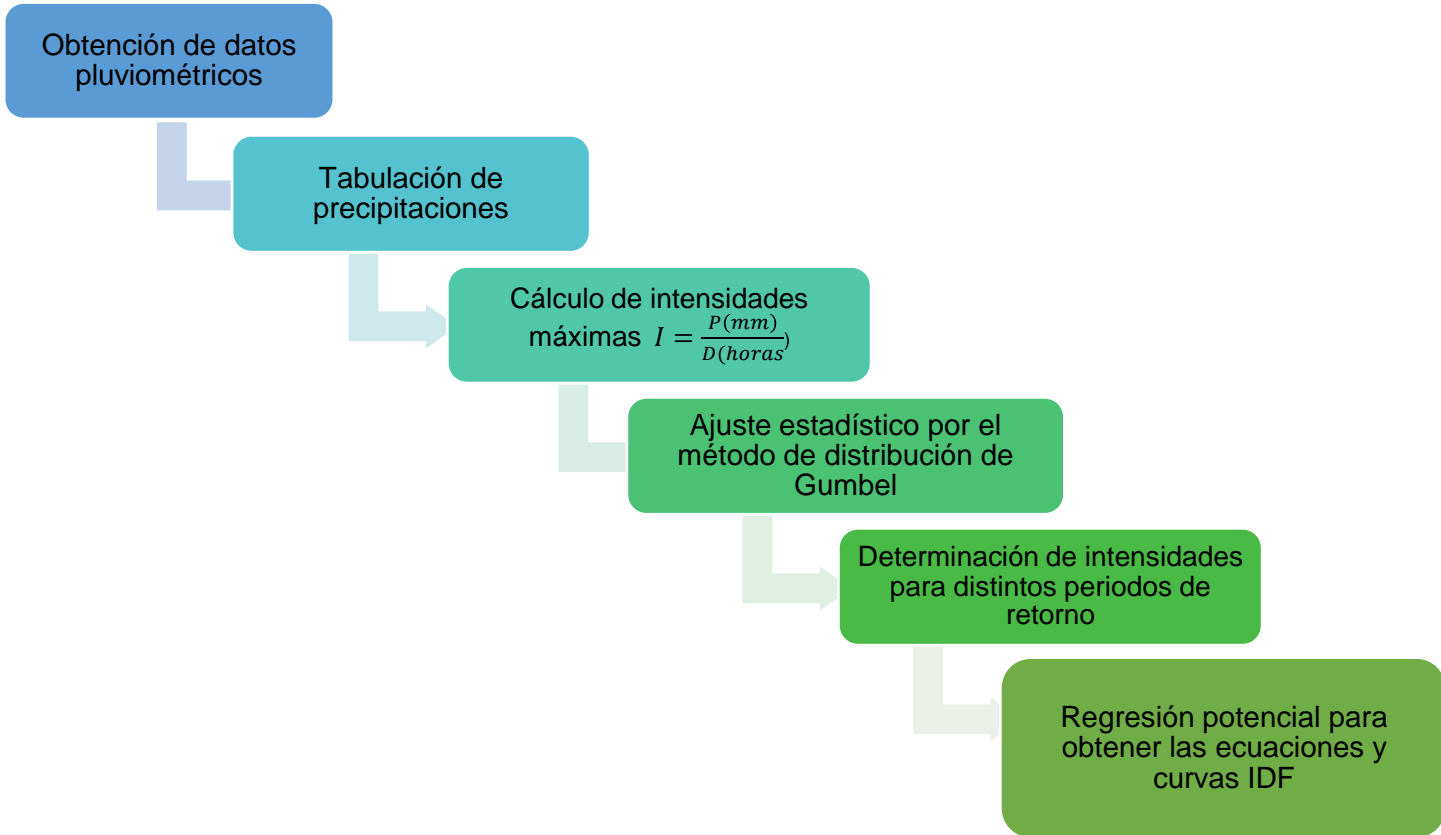
$$C = \frac{\sum C_i * A_i}{A_T}$$

$$C_{ponderado} = 0,421$$



# PARÁMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO PLUVIAL

- Intensidad de precipitación





# PARÁMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO PLUVIAL

- Intensidad de precipitación

## REGRESIÓN POTENCIAL

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	405,85	0,69	6,01	4,16	0,48
2	5	494,16	1,61	6,20	9,98	2,59
3	10	552,62	2,30	6,31	14,54	5,30
4	25	626,49	3,22	6,44	20,73	10,36
5	50	681,29	3,91	6,52	25,52	15,30
6	100	735,69	4,61	6,60	30,40	21,21
7	500	861,40	6,21	6,76	42,00	38,62
7	692	4357,50	22,56	44,85	147,34	93,87
<b>Ln (K) =</b>	<b>5,9764</b>	<b>K =</b>	<b>394,036</b>	<b>m =</b>	<b>0,1335</b>	<b>n=0,6164</b>

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

$$I = \frac{394,036 \cdot T^{0,1335}}{t^{0,6164}}$$

$$I = 109,65 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$



# CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL



Punto	Fecha	Coordenadas			Descripción	Hora
		Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)		
1	12/07/2022	787745,805	9957424,635	2675	Muestra Compuesta	7:00 - 9:00
2	12/07/2022	787735,012	9957205,908	2785	Muestra Compuesta	9:05 - 10:05

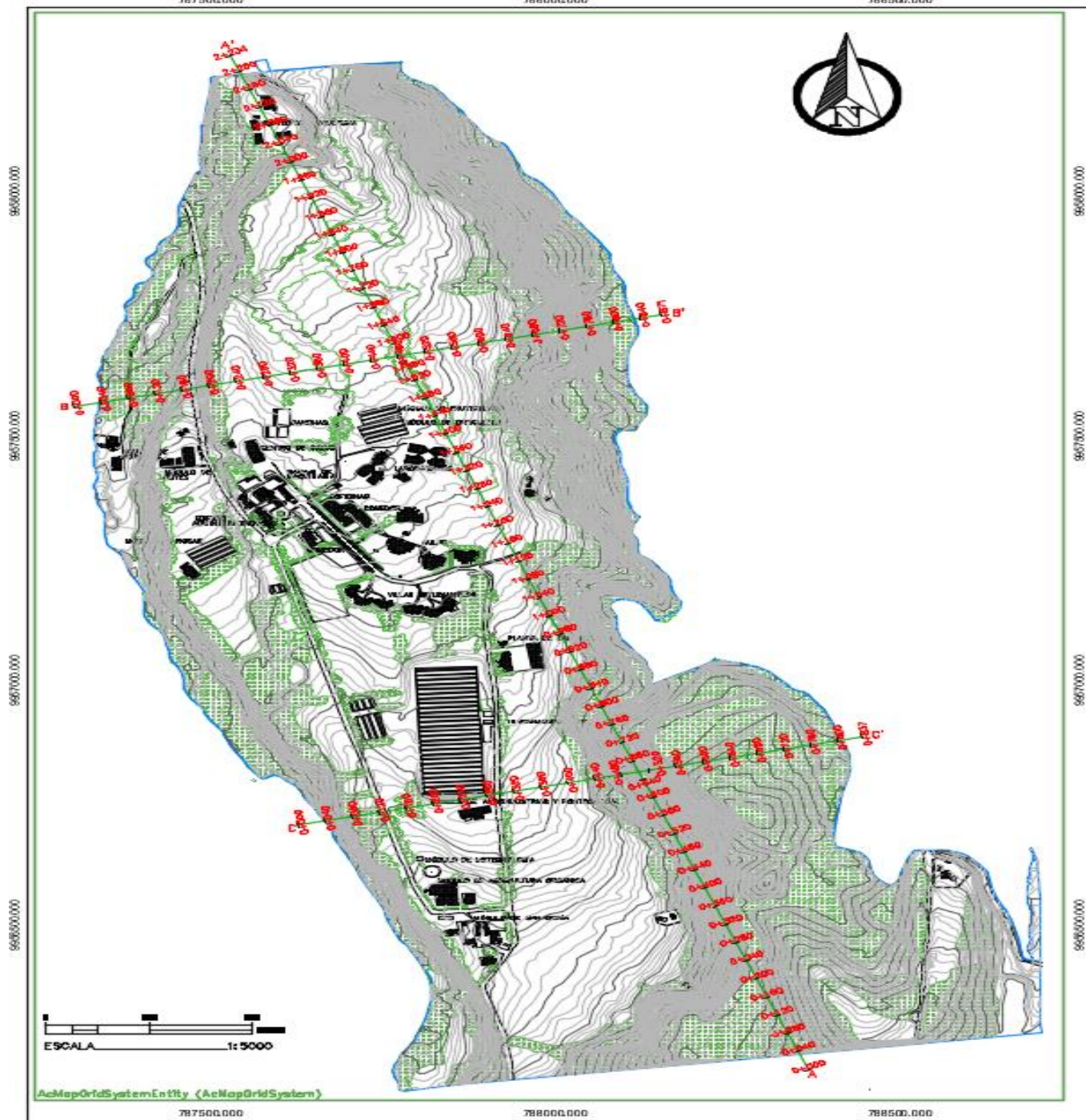


# CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

No.	Parámetro	Unidad	Muestra	Verificación
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mgO <sub>2</sub> /L	23	Cumple
2	Demanda Química de Oxígeno	mgO <sub>2</sub> /L	51	Cumple
3	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	2,27	Cumple
4	Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	5,1	Cumple
5	Sólidos suspendidos Totales	mg/L	28	Cumple
6	Sólidos Totales	mg/L	266	Cumple
7	Índice de Coliformes Fecales	NMP/100ml	3,3x10 <sup>5</sup>	No cumple
8	Índice de Coliformes Totales	NMP/100ml	1,7x10 <sup>6</sup>	No cumple



# Topografía de la Zona



El levantamiento topográfico tiene un área de 149,97 Ha, correspondiente al área de influencia del proyecto donde se va a trazar las redes de alcantarillado sanitario y pluvial.



# EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO ACTUAL

Componentes	Características
Longitud total de la tubería	4666,5542 metros
Diámetro de tubería	Variable entre 100mm a 1000 mm
Tipo de tubería	Hormigón simple
Material de los pozos de revisión	Tapas de hierro fundido y hormigón. Pozos de ladrillo sin revestimiento, pozos de ladrillo revestido con mortero.
Estado de los elementos de los pozos de revisión	Existen pozos sin tapa, pozos que no cuentan con condiciones de accesibilidad
Estado de los pozos de revisión	Regular-Malo
Número total de pozos de revisión	233
Descargas existentes	1
Tipo de Descarga	Descarga directa hacia el río Santa Clara
Tipo de alcantarillado	Combinado



# EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO ACTUAL



Tramo	V (l)	t (s)	Caudal (l/s)
Tramo 1	0,800	19,066	0,0419
Tramo 2	0,300	18,706	0,0164
Total	1,10	36,772	0,0299

$$v = 2,63 * 10^{-4} \frac{m}{s}$$



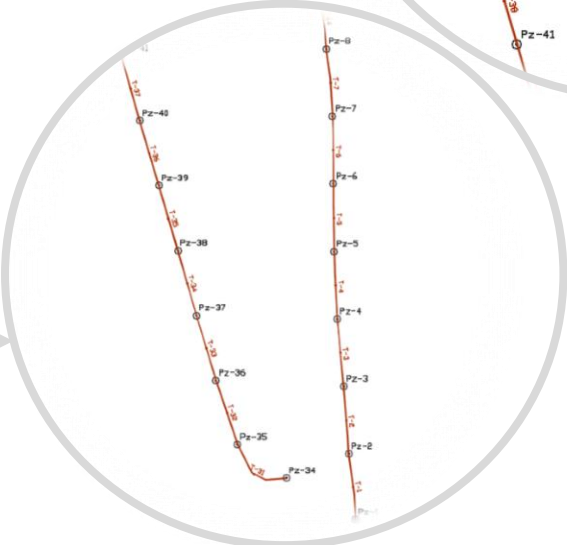
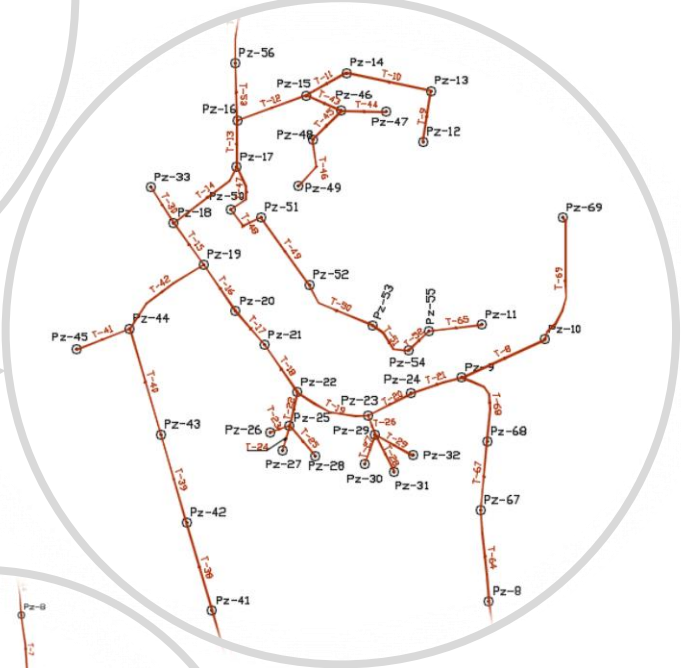
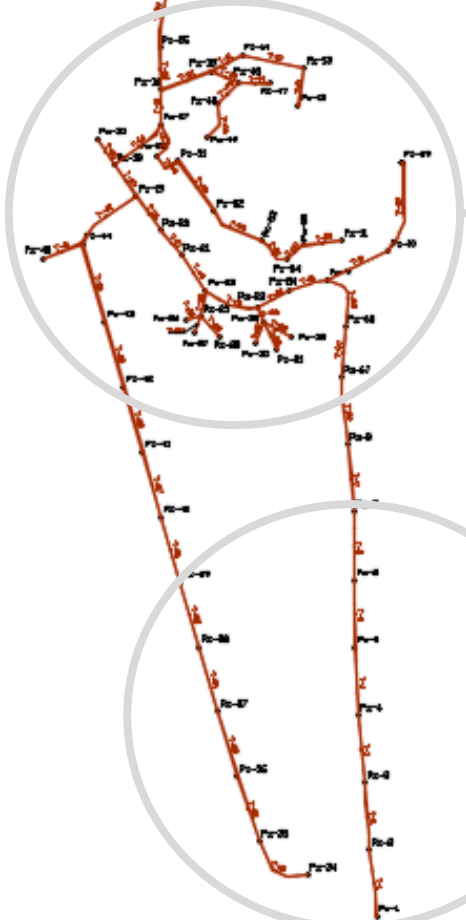
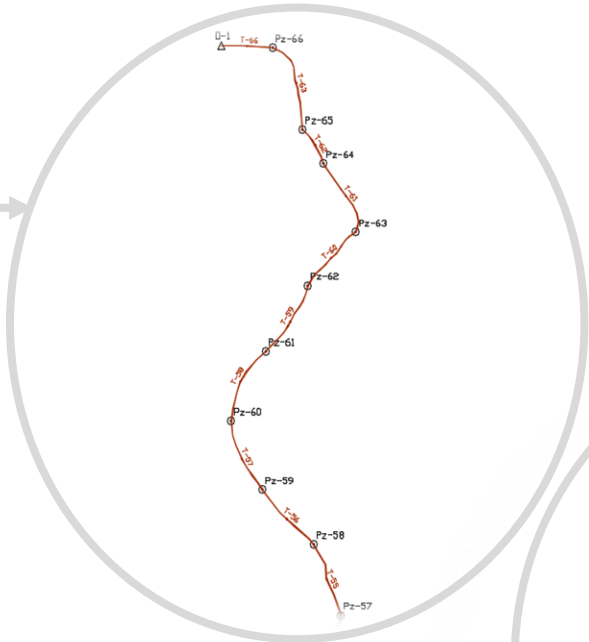
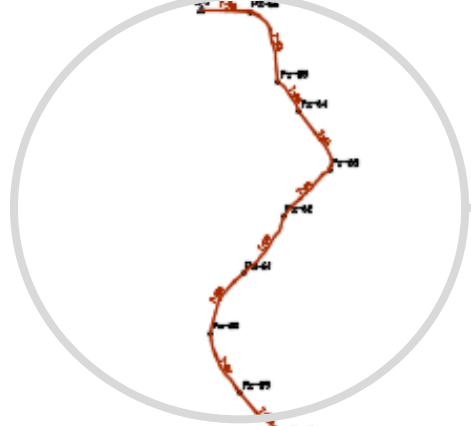


# Sistema Actual de Alcantarillado

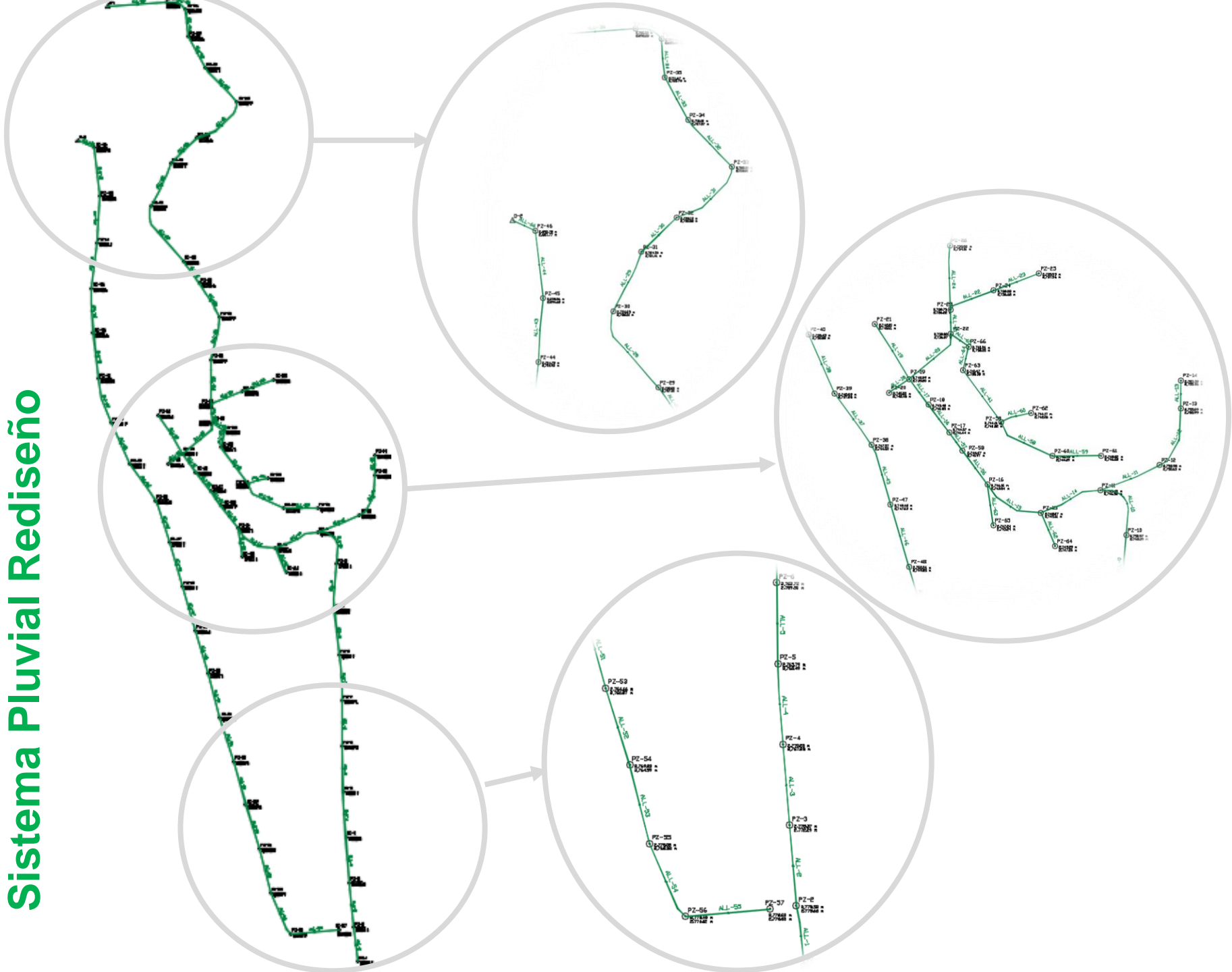




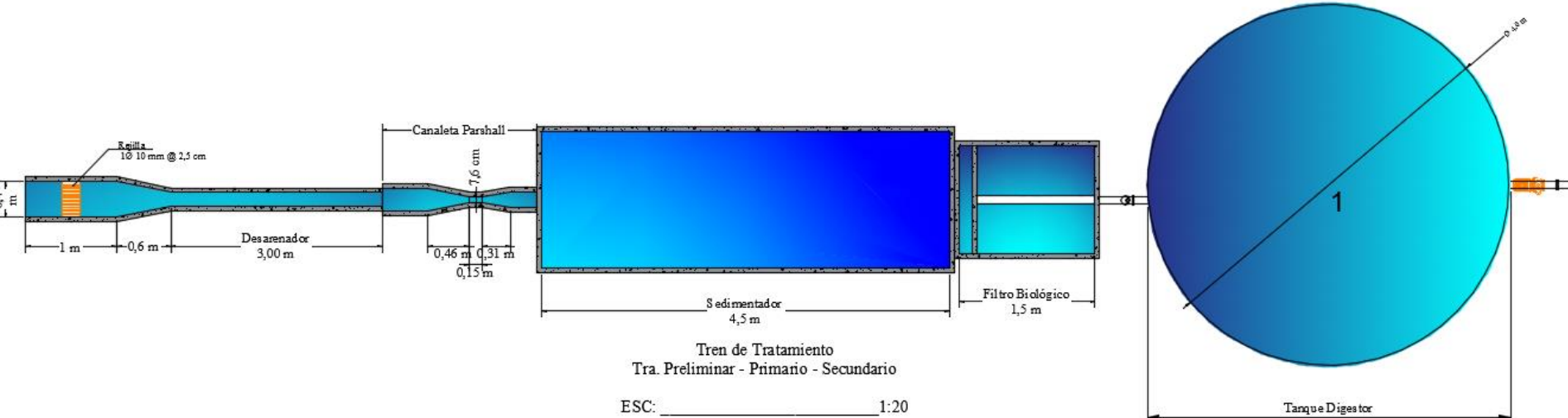
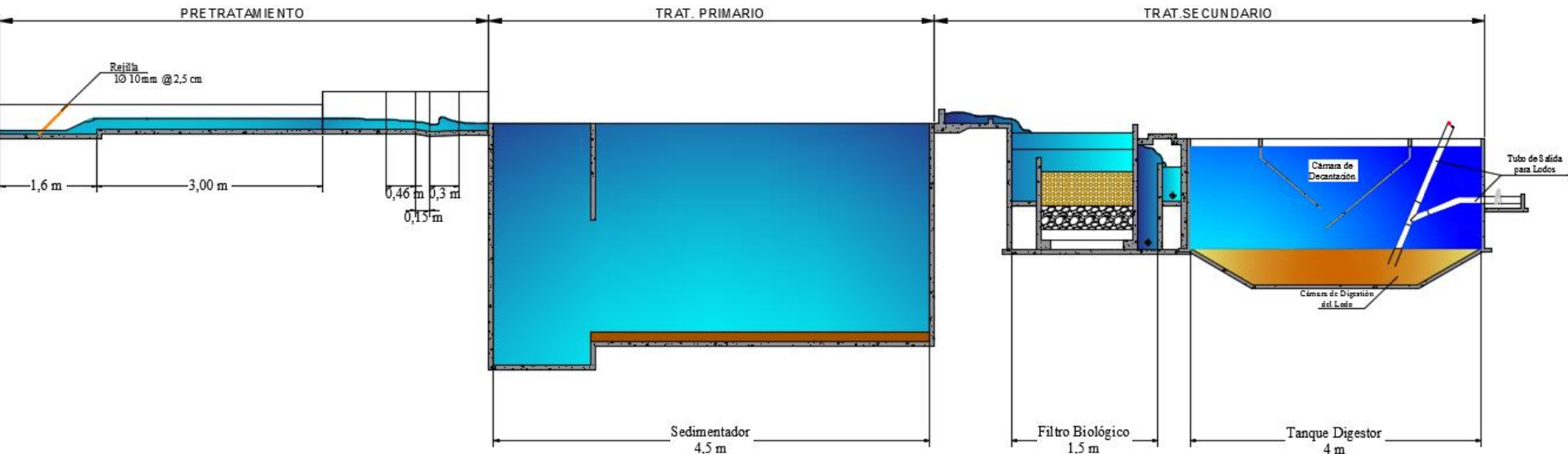
# Sistema Sanitario Rediseño



# Sistema Pluvial Rediseño



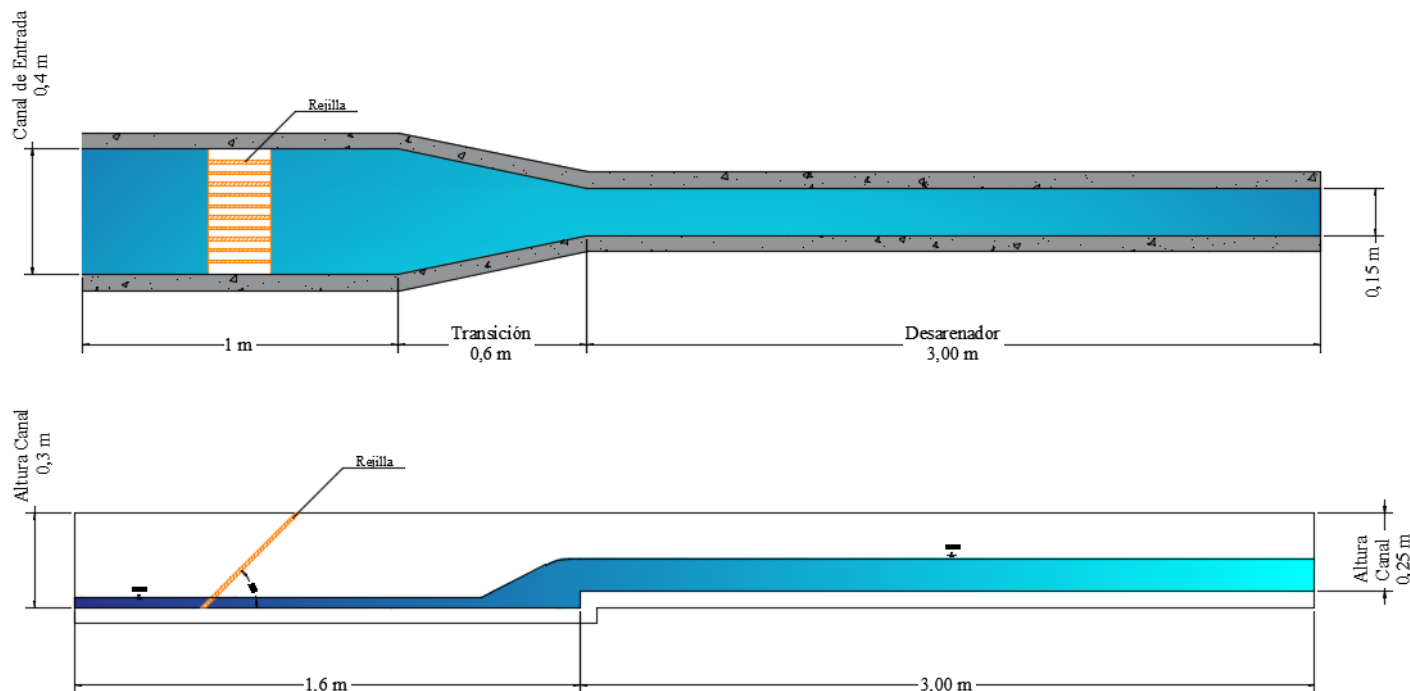
# DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



Tren de Tratamiento  
Tra. Preliminar - Primario - Secundario  
ESC: \_\_\_\_\_ 1:20

# PRETRATAMIENTO

## Canal de entrada – Rejilla - Desarenador



Tratamiento Preliminar  
Canal de Entrada-Rejilla-Transición-Desarenador

ESC: \_\_\_\_\_ 1:50

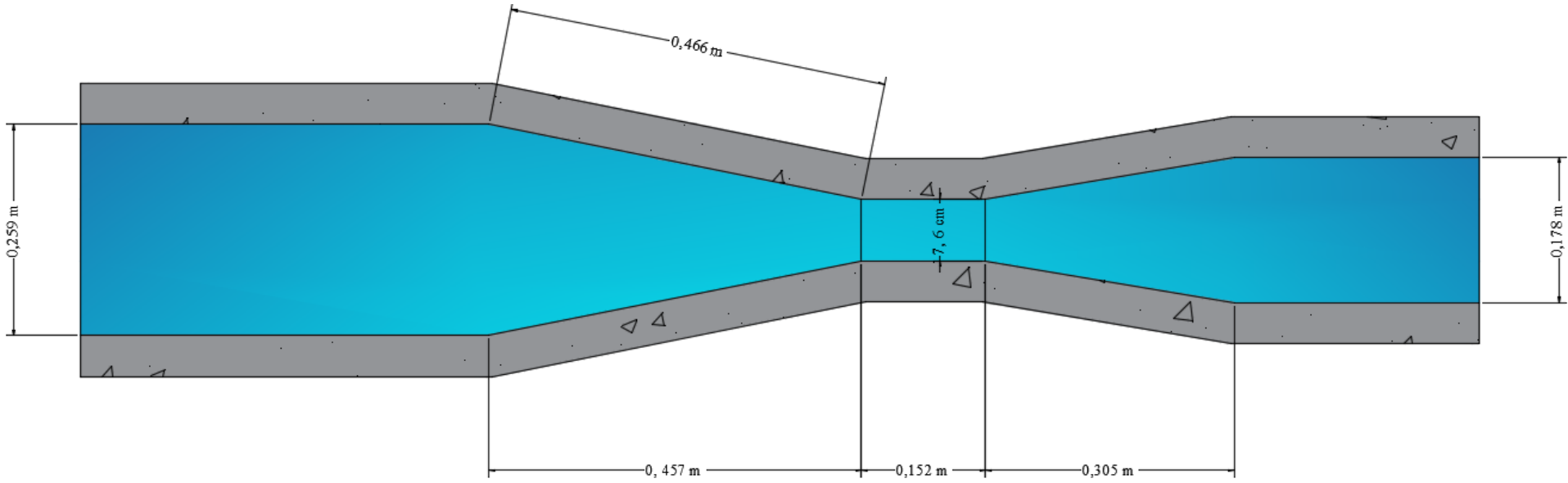
Canal de Entrada	
Base Canal	0,40 m
Altura de Calado	0,30 m

Rejas	
Inclinación	45°
Separación entre Barras	2,50 cm
Velocidad	0,30 m/s
Número de Barras	10 u

Desarenador	
Caudal medio	0,0068 m <sup>3</sup> /s
Velocidad de asentamiento	0,02 m/s
Ancho	0,15 m
Altura	0,30 m
Longitud	3,00 m

# PRETRATAMIENTO

## Canaleta Parshall



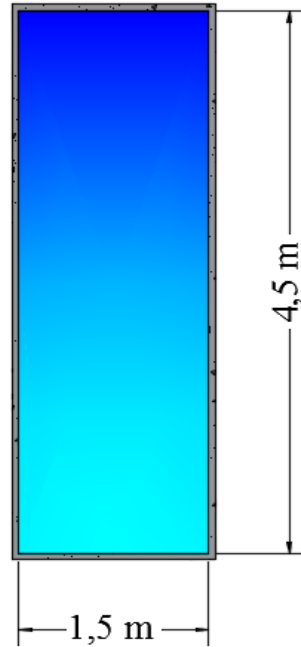
Canaleta Parshall  
ESC: \_\_\_\_\_ 1:150



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# TRATAMIENTO PRIMARIO

## Tanque Sedimentador



Tanque de sedimentación	
Largo	4,50 m
Ancho	1,50 m
Profundidad	2,00 m

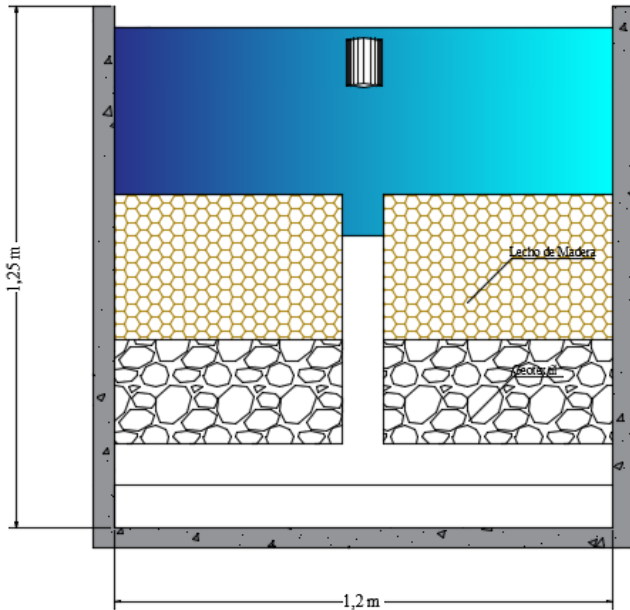
Tratamiento Primario  
Sedimentador  
Vista en Planta

ESC: \_\_\_\_\_ 1:10

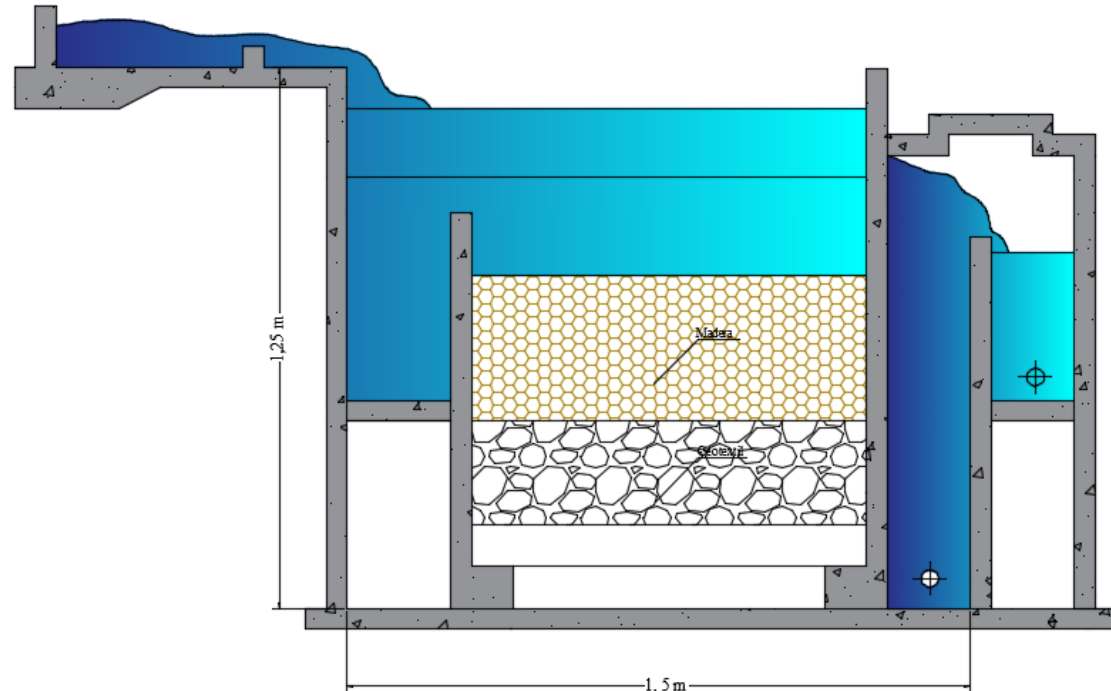


# TRATAMIENTO SECUNDARIO

## Filtro Biológico



Tratamiento Secundario  
Filtro Biológico  
Vista en Elevación-Frente  
ESC: \_\_\_\_\_ 1:75



Tratamiento Secundario  
Filtro Biológico  
Vista en Elevación-Perfil  
ESC: \_\_\_\_\_ 1:75

En el tanque de sedimentación se obtuvo un porcentaje de remoción de DBO de 41,47% pero para el diseño del filtro se utiliza un 30% para tener un factor de seguridad debido a la incertidumbre en los ensayos de laboratorio.

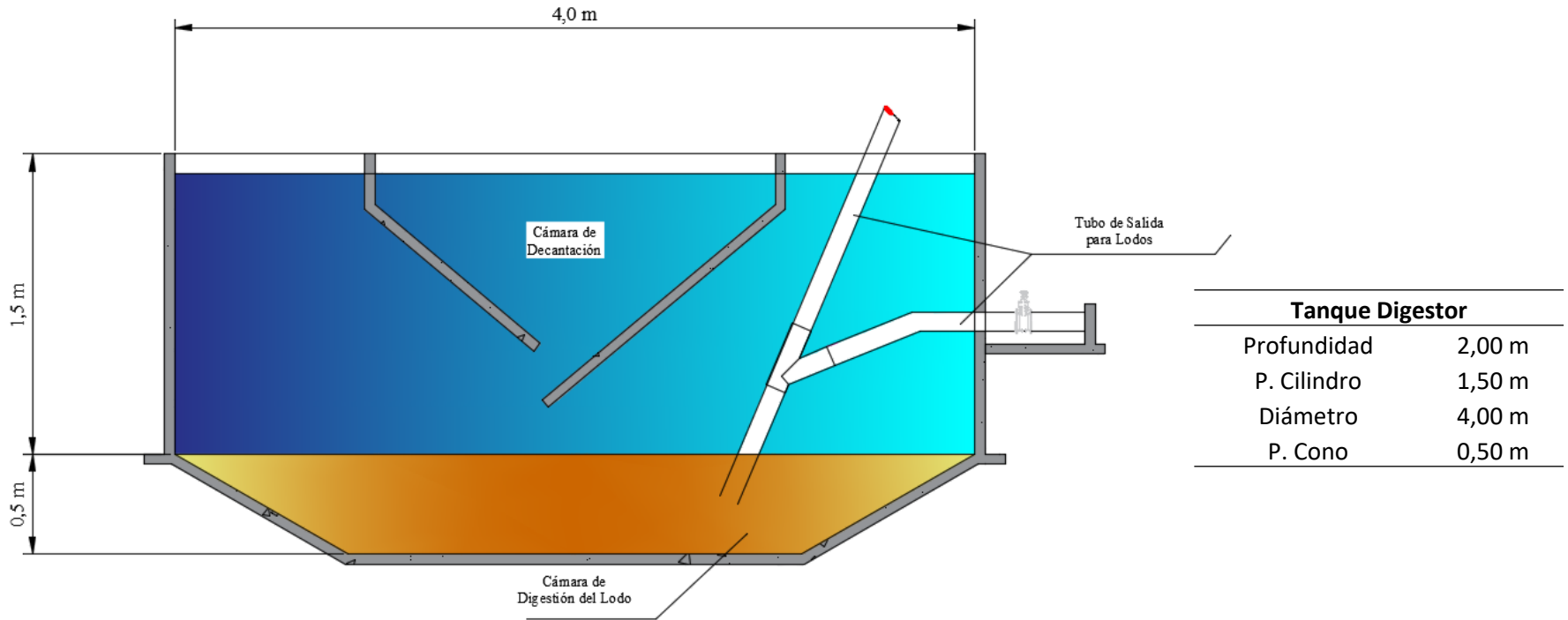
Filtro Biológico	
Ancho	1,20 m
Largo	1,50 m
Profundidad	1,25 m





# TRATAMIENTO SECUNDARIO

## Tanque Digestor



Tanque Digestor	
Profundidad	2,00 m
P. Cilindro	1,50 m
Diámetro	4,00 m
P. Cono	0,50 m

Tratamiento Secundario  
Tanque digestor  
Vista en Elevación

ESC: \_\_\_\_\_ 1:30

# PRESUPUESTO REFERENCIAL

<b>DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO IASA I</b>					
CÓD	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. NITARIO	TOTAL
S-1	Replanteo y nivelación	m	4800	1,16	5.558,98
S-2	Excavación zanja a máquina h=0.00-2.75m	m3	4628,796	13,38	61.936,80
S-3	Excavación zanja a máquina h=2.76-3.99m	m3	2469,889	15,56	38.428,41
S-4	Excavación zanja a máquina h=4.00-8.00m	m3	3460,435	16,61	57.473,22
S-5	Entibado de zanja	m	8.474,80	7,33	62.141,89
S-6	Cama de arena para tuberías	m3	183,96	3,83	704,82
S-7	Desalojo de material	m3	7176,354	2,22	15.918,98
S-8	Tubería PVC alcantarillado ø 250 mm	m	3183	37,00	117.778,42
wS-9	Tubería PVC alcantarillado ø 315 mm	m	441,1	52,71	23.249,07
S-10	Tubería PVC alcantarillado ø 335 mm	m	613,3	54,06	33.155,02
S-11	Pozo revisión H.S. f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> , h = 1.50 - 3.00 m (tapa cerco peldaños)	u	53,00	443,62	23.511,67
S-12	Pozo revisión h.s. f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> , h = 3.00 - 6.00 m (tapa cerco peldaños)	u	16,00	546,87	8.749,86
S-13	Relleno compactado de zanja	m3	10031,16	4,04	40.516,91
S-14	Limpieza final de la obra	m2	3.679,15	8,85	32.547,08
<b>TOTAL</b>					<b>521.671,15</b>



# PRESUPUESTO REFERENCIAL

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL IASA I					
CÓD	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
P-1	Replanteo y nivelación	m	4.584,10	2,12	9.740,48
P-2	Excavación zanja a máquina h=0.00-2.75m	m3	6.245,23	10,22	63.832,71
P-3	Excavación zanja a máquina h=2.76-3.99m	m3	7.484,69	15,56	116.452,43
P-4	Excavación zanja a máquina h=4-10m	m3	1.519,54	16,61	25.237,60
P-5	Entibado de zanja	m	9.168,20	7,33	67.226,28
P-6	Cama de arena para tuberías	m3	493,81	3,83	1.891,99
P-7	Desalojo de material	m3	9.426,28	2,22	20.909,89
P-8	Tubería PVC alcantarillado ø 335 mm	m	1.701,40	54,39	92.538,27
P-9	Tubería PVC alcantarillado ø 400 mm	m	1.396,10	102,40	142.957,68
P-10	Tubería PVC alcantarillado ø 440 mm	m	80,00	62,34	4.987,09
P-11	Tubería PVC alcantarillado ø 540 mm	m	211,70	94,20	19.942,17
P-12	Tubería PVC alcantarillado ø 760 mm	m	221,30	180,61	39.968,40
P-13	Tubería PVC alcantarillado ø 975 mm	m	973,60	224,36	218.434,59
P-14	Pozo revisión h.s. F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> , h = 1.50 - 3.00 m (tapa cerco peldaños)	u	38,00	499,01	18.962,47
P-15	Pozo revisión h.s. F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> , h = 3.00 - 10.00 m (tapa cerco peldaños)	u	28,00	624,54	17.487,24
P-16	Sumidero incluye rejilla	u	90	174,56	15.710,78
P-17	Relleno compactado de zanja	m3	13.108,69	3,98	52.157,85
P-18	Limpieza final de la obra	m2	4.938,06	8,85	43.683,88
<b>TOTAL</b>					<b>972.121,80</b>



# PRESUPUESTO REFERENCIAL

DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES IASA I					
CÓD	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
PTR-1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	2.063,43	1,18	2.437,74
PTR-2	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	2.063,43	2,94	6.057,55
PTR-3	EXCAVACIÓN DE SUELO A MÁQUINA	m3	825,37	3,49	2.876,98
PTR-4	HORMIGON SIMPLE F'C=210KG/CM2	m3	46,50	146,49	6.811,84
PTR-5	REJILLA DE HIERRO FUNDIDO	u	1,00	36,23	36,23
PTR-6	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	24,86	11,70	290,93
PTR-7	GEOTEXTIL PARA DRENAJE	m2	160,00	6,33	1.012,23
PTR-8	MALLA ELECTROSOLDADA 6 X 15 X 15	m2	268,00	23,18	6.211,33
PTR-9	ENLUCIDO VERTICAL CON IMPERMEABILIZANTE-MORTERO 1:3 E= 2 CM.	m2	24,86	11,69	290,63
PTR-10	ARENA	m3	13,95	1,77	24,67
PTR-11	GRAVA	m3	13,95	5,45	75,96
PTR-12	CERRAMIENTO	m	45,42	48,90	2.221,10
<b>TOTAL</b>					<b>28.347,18</b>



# CONCLUSIONES

- La topografía disponible del sitio correspondió con el área donde se va a desarrollar el proyecto, la información se encuentra completa y actualizada por lo que no fue necesario realizar otro levantamiento topográfico sobre la misma zona de estudio que hubiese arrojado resultados similares. El terreno en la zona del proyecto es irregular, presenta pendientes entre 1% y 17% regularmente llegando a tener una máxima pendiente del 30% entre el punto más alto y el más bajo.
- La inspección realizada en la Hacienda el Prado IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, mostró el gran deterioro que presenta el sistema del alcantarillado sanitario y pluvial, así como la pérdida o inexistencia de dicho sistema en algunas zonas del complejo. El sistema aún cuenta con tuberías de hormigón, por lo cual, se diseñó utilizando el tipo de tubería PVC considerando los diámetros existentes en el mercado ecuatoriano.

# CONCLUSIONES

- El nuevo sistema de alcantarillado sanitario cuenta con una longitud de tubería PVC de 4,24 km, además de un diámetro mínimo de 250 mm y un máximo de 335 mm. Otro parámetro importante es la pendiente en las tuberías, que se cumple con un valor mínimo por norma de 0,80 m/s. Solo existe un punto de descarga que fue colocado cerca del Módulo de avicultura, ya que es el punto más bajo dentro del IASA I.
- El nuevo sistema de alcantarillado pluvial, por otro lado, fue diseñado para tener dos puntos de descarga, puesto que el agua lluvia no requiere de un tratamiento para ser descargada al cuerpo receptor. El sistema pluvial cuenta con una longitud total de 4,58 km, utilizando tubería PVC comprendida entre 300 mm y 900 mm de diámetro, que le permite mantener al sistema velocidades de 0,77 m/s y 4,96 m/s, valores que están debajo de los especificados por la normativa EMAAP-Q para diseño de redes alcantarillado sanitario y pluvial.

# CONCLUSIONES

- El sistema de tratamiento para las aguas residuales de Hacienda el Prado IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” contempló los siguientes tratamientos: canal de entrada, rejas, desarenador, canaleta Parshall, tanque de sedimentación, filtros biológicos y un tratamiento de lodos.



# RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el mantenimiento anual de la red de alcantarillado para retirar grasas, sedimentos, materiales pétreos que puedan generar obstrucciones en los conductos.
- Para garantizar la vida útil de los sistemas de saneamiento deben seguirse los diseños hidráulicos planteados, ya que se han realizado cumpliendo con éxito con todos los parámetros normativos

# RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimientos periódicos para quitar todos los sedimentos en los diferentes conductos de la planta de tratamiento.
- Se sugiere el pavimentado de los caminos antes de construir los sistemas de alcantarillado, de esta manera se evitará problema de infiltración y daño en la tubería, garantizando el periodo de vida útil del alcantarillado.

# ¡GRACIAS!



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA