ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

“Evaluación y rediseño del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de la Brigada de Selva N° 19 “NAPO”. Pto. Fco. de Orellana, Orellana.”

AUTORES:

TNTE E Orozco Sánchez Vinicio Israel

TNTE E Sánchez Rodríguez Johnny Javier

TUTOR :

Ing. Darío Roberto Bolaños Guerrón, PhD.

Sangolquí, 6 de agosto 2026



INTRODUCCIÓN

- El saneamiento es esencial para la salud pública y el ambiente.
- El Coca presenta precipitaciones excesivas, suelos húmedos saturados que dificultan el funcionamiento del alcantarillado.
- La Brigada de Selva N.° 19 "Napo" requiere un sistema sanitario eficiente.
- Se propone evaluar y rediseñar el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar y rediseñar el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, de la Brigada de Selva N°19 "Napo".





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN



Levantar la información topográfica, cartográfica, uso de suelo y puntos de descarga de la zona de estudio.

EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA



Evaluar el estado de la infraestructura, servicio del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales existente.

CARACTERIZACIÓN DE AGUAS



Caracterizar de las aguas residuales y aguas superficiales de la zona.

PROPUESTA DE SANIAMIENTO



Proponer el saneamiento integral para la Brigada de Selva No 19 “NAPO” en Puerto Francisco de Orellana.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Brigada de Selva No 19 "NAPO

Ubicación

Ubicación estratégica

Confluencia de los ríos Napo, Coca y Payamino.

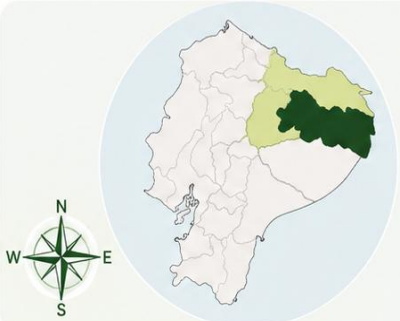


Cabecera cantonal

Puerto Francisco de Orellana (El Coca)

Cantón / provincia

Orellana



Datos relevantes

Población actual

724 personas (personal militar y civil).

Coordenadas

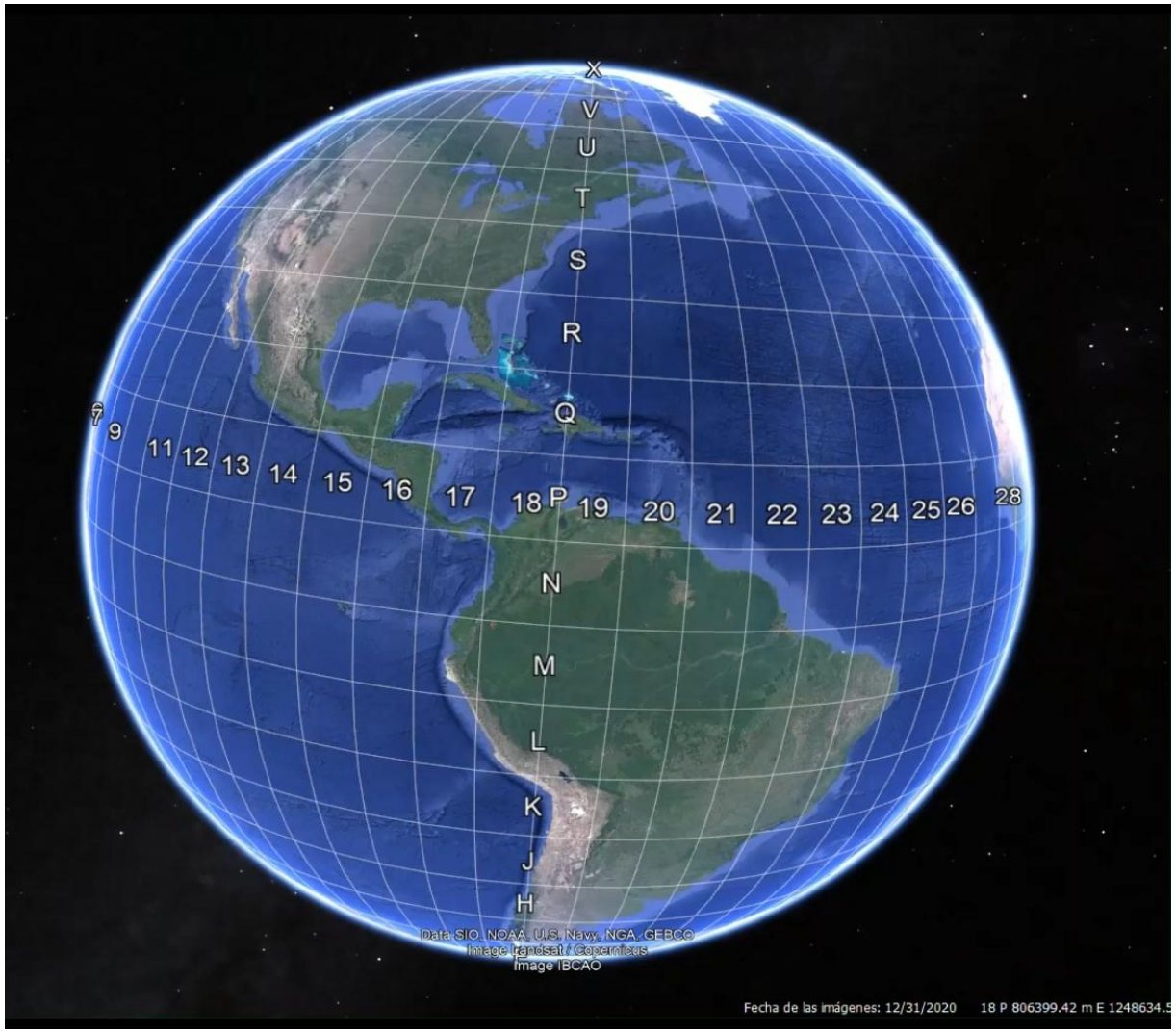
9946680 N
279700 E

Área total

30 hectáreas.

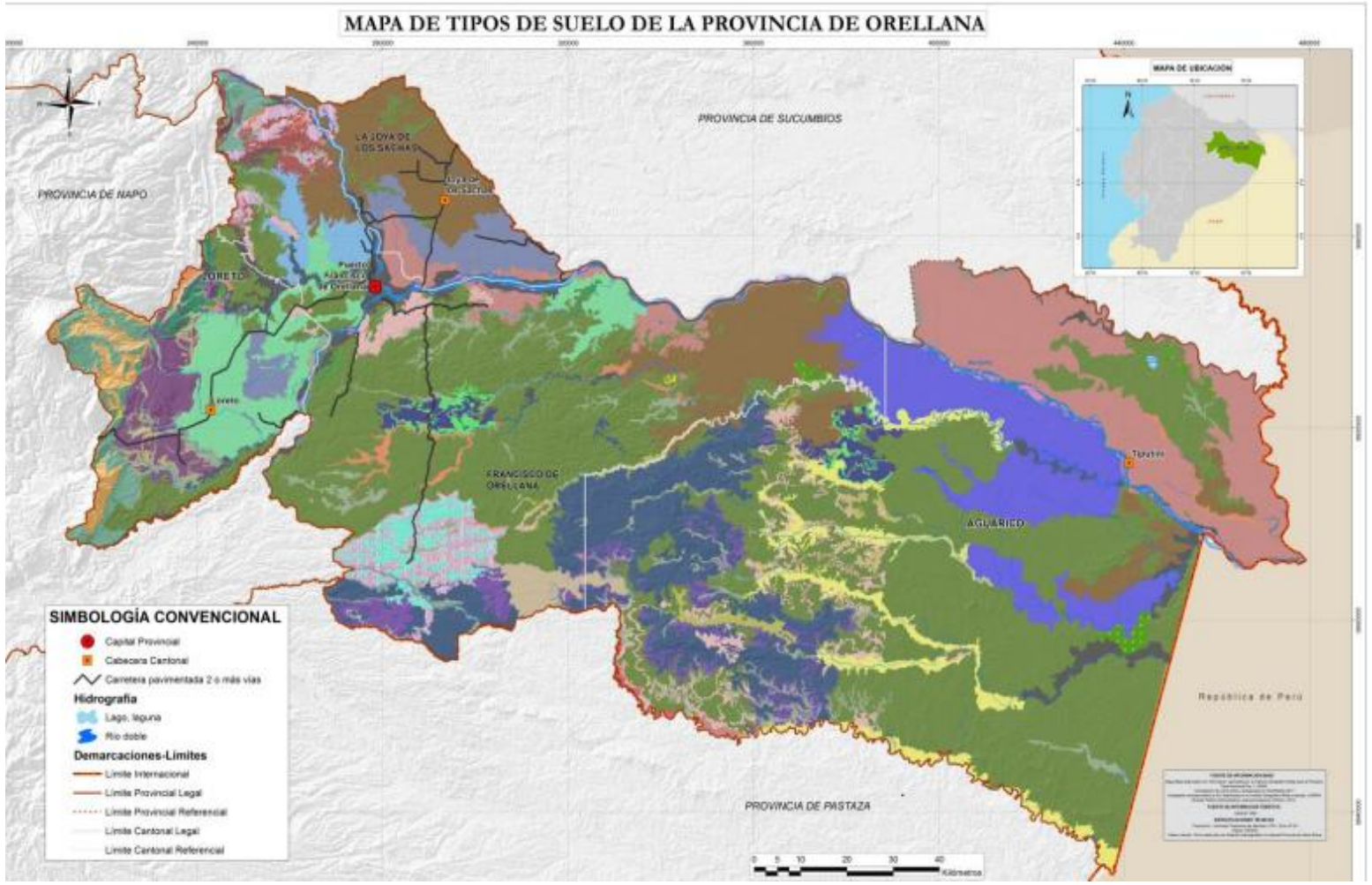
Clima

Tropical húmedo, cálido y lluvioso.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TIPO DE SUELO Y FACTORES CLIMÁTICOS



Suelo

- Arcillas y limos de alta plasticidad (**MH y CH**).
- Arena limosa y arcillosa (**M** y **SC).**
- Suelos orgánicos como la turba **(PT)**

Factores Climáticos

- Temperatura 26 a 31 C°
- Humedad 75% a 80%
- Precipitación 3000 mm al año

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS



Energía eléctrica



Transporte y Vías



Agua potable



Salud



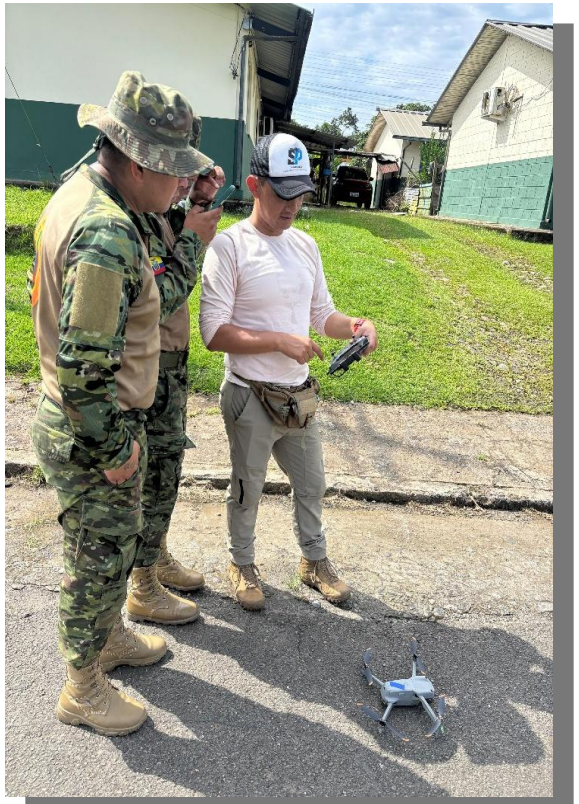
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS: TOPOGRAFÍA



- Fotogrametría con dron.
- Sistema RTK –NTRIP
- Modelo Digital del Terreno
- Curvas de Nivel cada 0.50 m





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Evaluación del sistema de alcantarillado existente

- Catastro de red existente
- 44 pozos de revisión
- 5 pozos con sedimentación
- 3 pozos con daño estructural
- Tuberías PVC corrugado.
- Velocidades de hasta 6 m/s
- Red únicamente sanitaria
- No hay tratamiento de aguas residuales



Sistema de Alcantarillado existente

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Periodo de diseño:
25 años

PTAR:
15 años

Población Actual
724 Hab

Población por Saturación
1104 Hab

Caudal de aguas domésticas

$$Q = \frac{CR * D * P}{86400}$$

$$Dotación = 250 \frac{l}{hab*día}$$

$$Q = \frac{0.80 * 250 * 1104}{86400}$$

$$Q_{med} = 2{,}56 \ ^{l}/_{s}$$

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SISTEMA DE ALCANTARRILLADO SANITARIO

Q max horario

$$Q_{MH} = K * Q_{med}$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{1104/1000}}$$

$$K = 3{,}77$$

$$Q_{MH} = 3{,}77 * 2{,}56\ l/s$$

$$Q_{MH} = 9{,}64\ L/s$$

Caudales Extras

$$Q_{ext} = Q_{inf} + Q_{ili} + Q_{inst}$$

$$Q_{ext} = 0{,}46 + 0{,}69 + 0{,}43\ [l/s]$$

Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = Q_{MH} + Q_{inf} + Q_{ili} + Q_{int}$$

$$Q_{diseño} = 9{,}64 + 0{,}46 + 0{,}69 + 0{,}43\ [l/s]$$

$$Q_{diseño} = 11{,}24\ l/s$$

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Caudal de diseño pluvial

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \Rightarrow Q = 8{,}50 \frac{m^3}{s}$$

Coeficiente de escorrentía

0.65

Área

30 Ha

Intensidad de lluvia

Estación:
M0293 Palmoriente

$$i = 668{,}8093 * T^{0{,}1971} * t^{-0{,}6529}$$

$$i = 668{,}8093 * 50^{0{,}1971} * 30^{-0{,}6529}$$

$$i = 156{,}9 \, {}^{mm}/_{h}$$

Tiempo de concentración

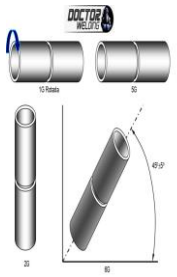
Tc = 15 min

Periodo de retorno

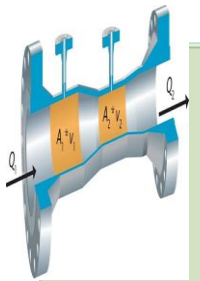
T = 50 años

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

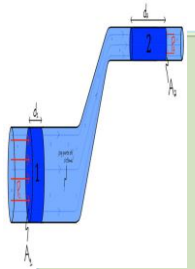
PARÁMETROS DE DISEÑO A CONSIDERAR



Diámetro Interno



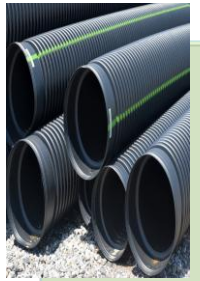
Velocidad Máxima



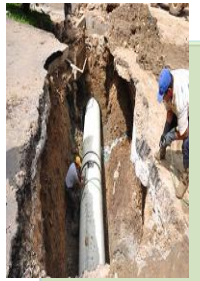
Velocidad Mínima



Capacidad de tubería



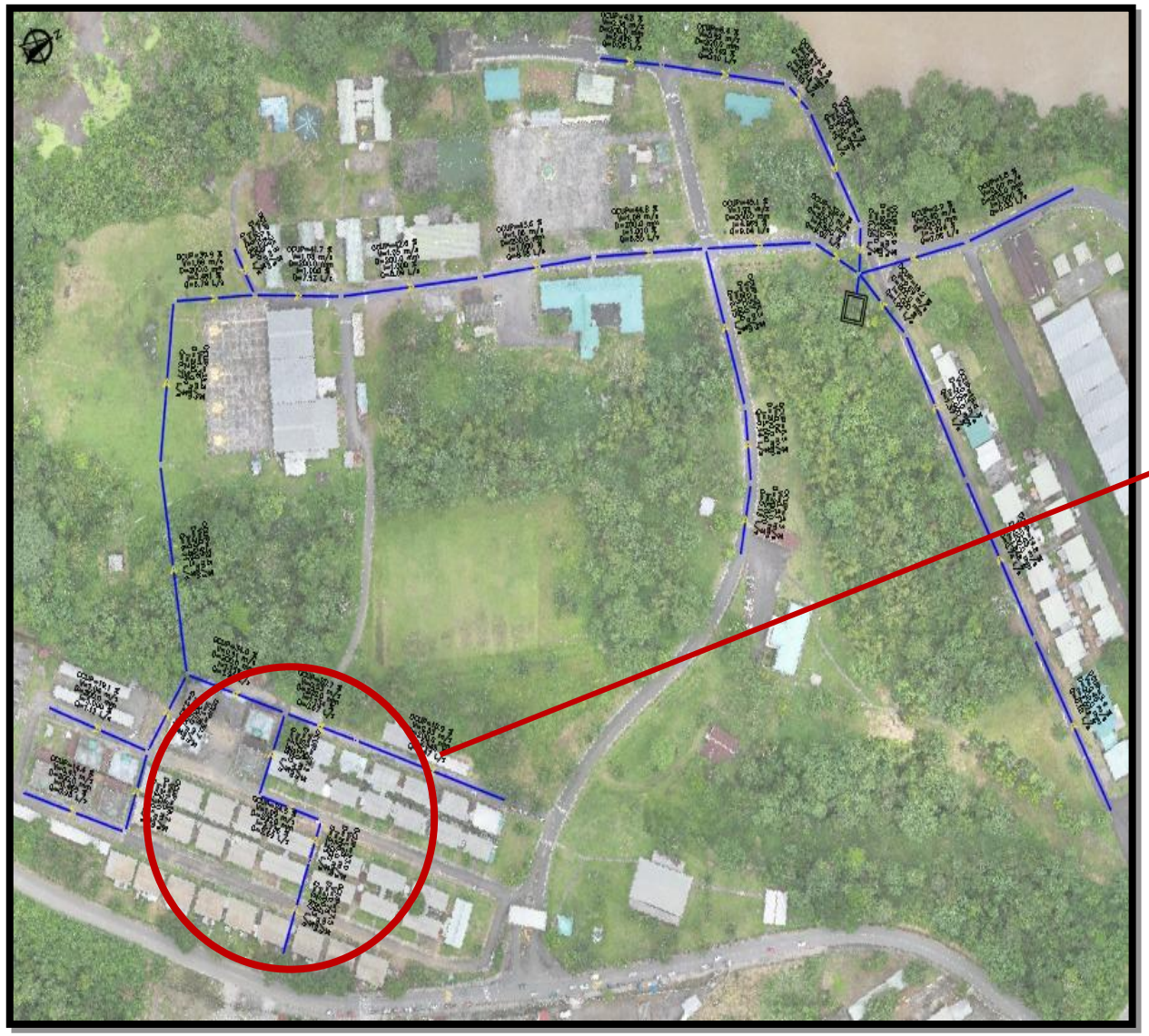
Material de la tubería



Distancia entre pozos

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

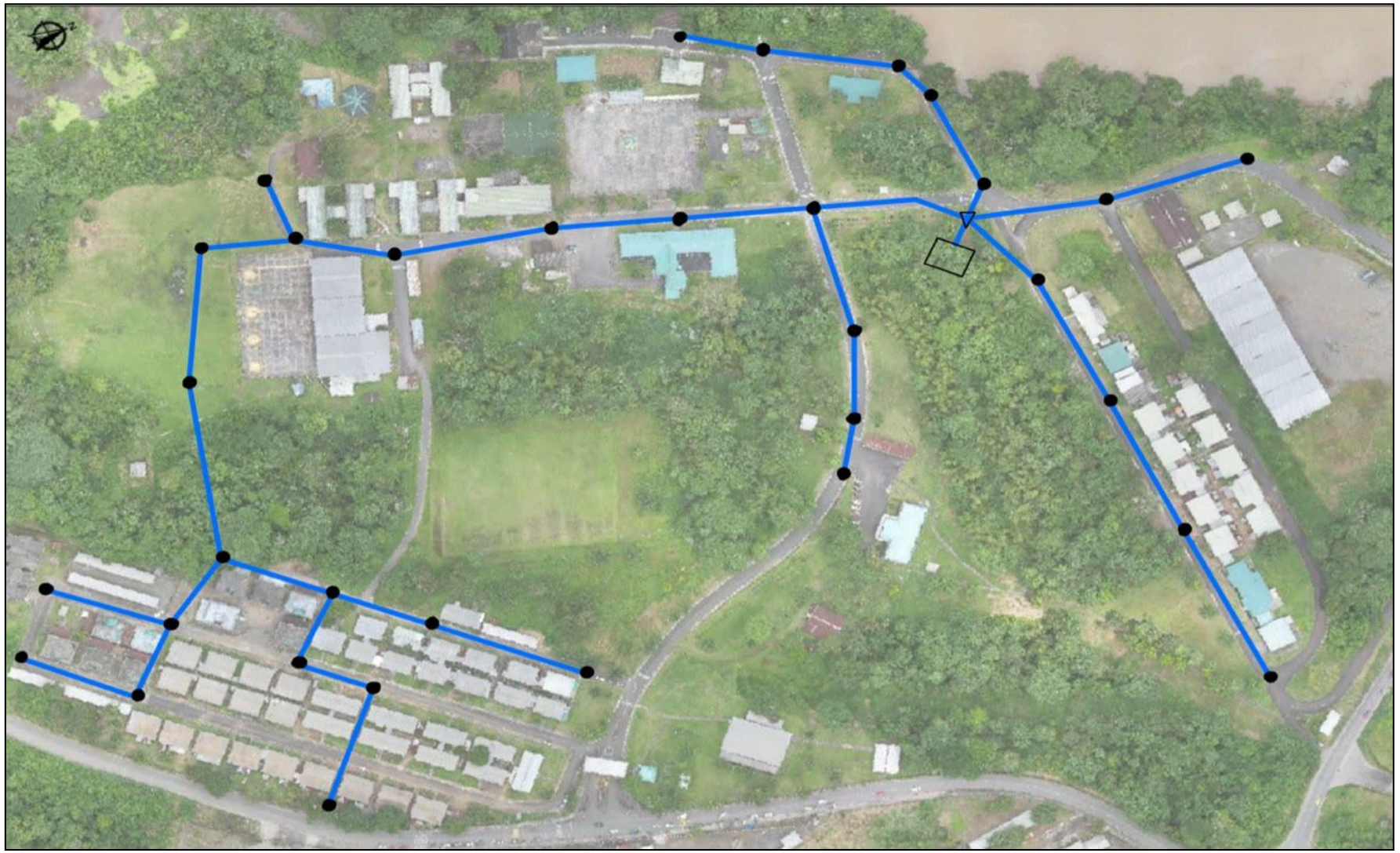
Diseño de la nueva red de alcantarillado Sanitario





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño de la nueva red de alcantarillado Sanitario



Diámetro del Conducto

Color Coding Legend
Conduit: Diameter (mm)

<= 200,0

Other

Parámetro
Norma
<1000 hab. 200 mm

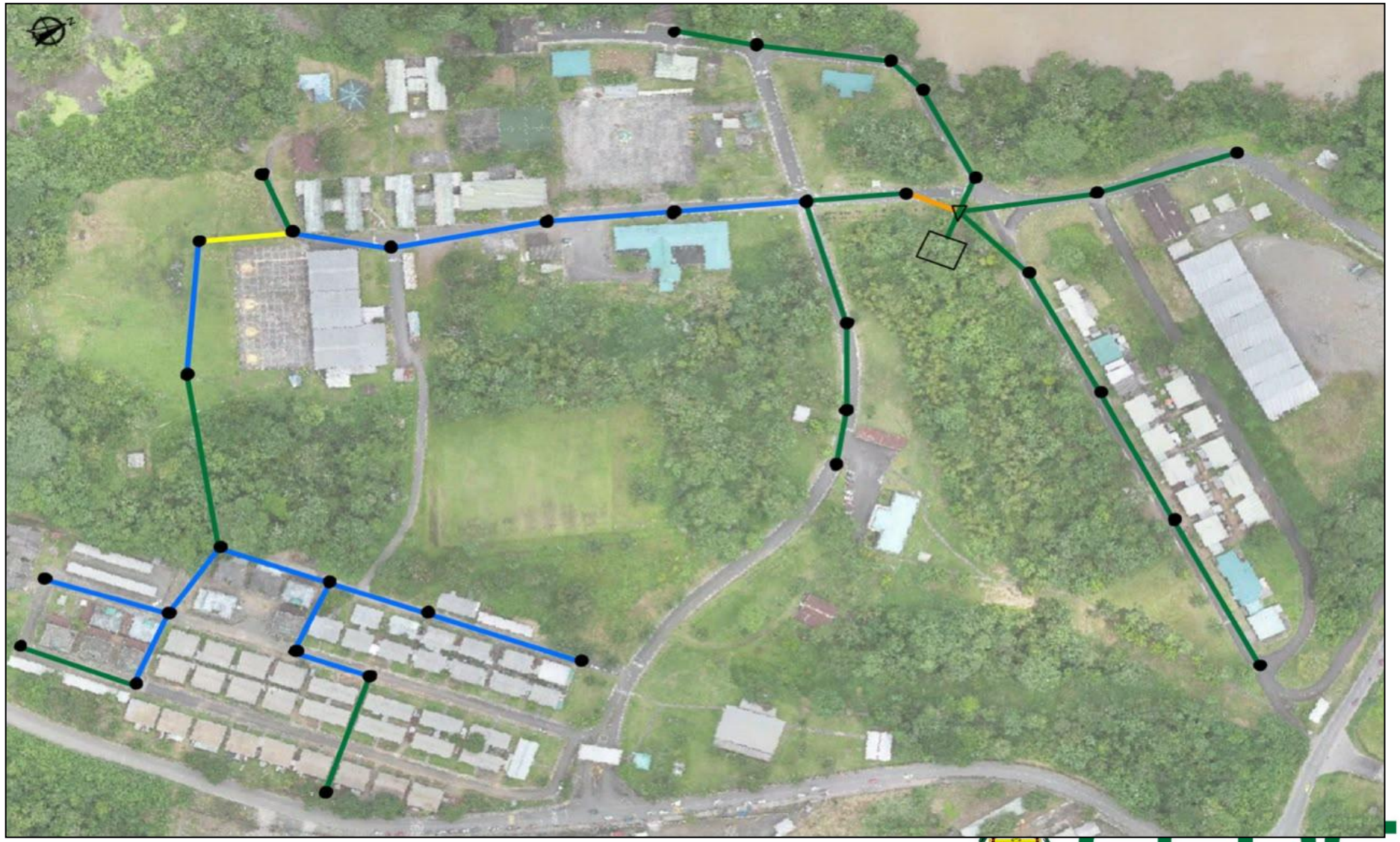
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño de la nueva red de alcantarillado Sanitario

Velocidades del Conducto

Color Coding Legend
Conduit: Velocity (m/s)

<=	1,00
<=	1,50
<=	2,00
<=	2,50
	Other

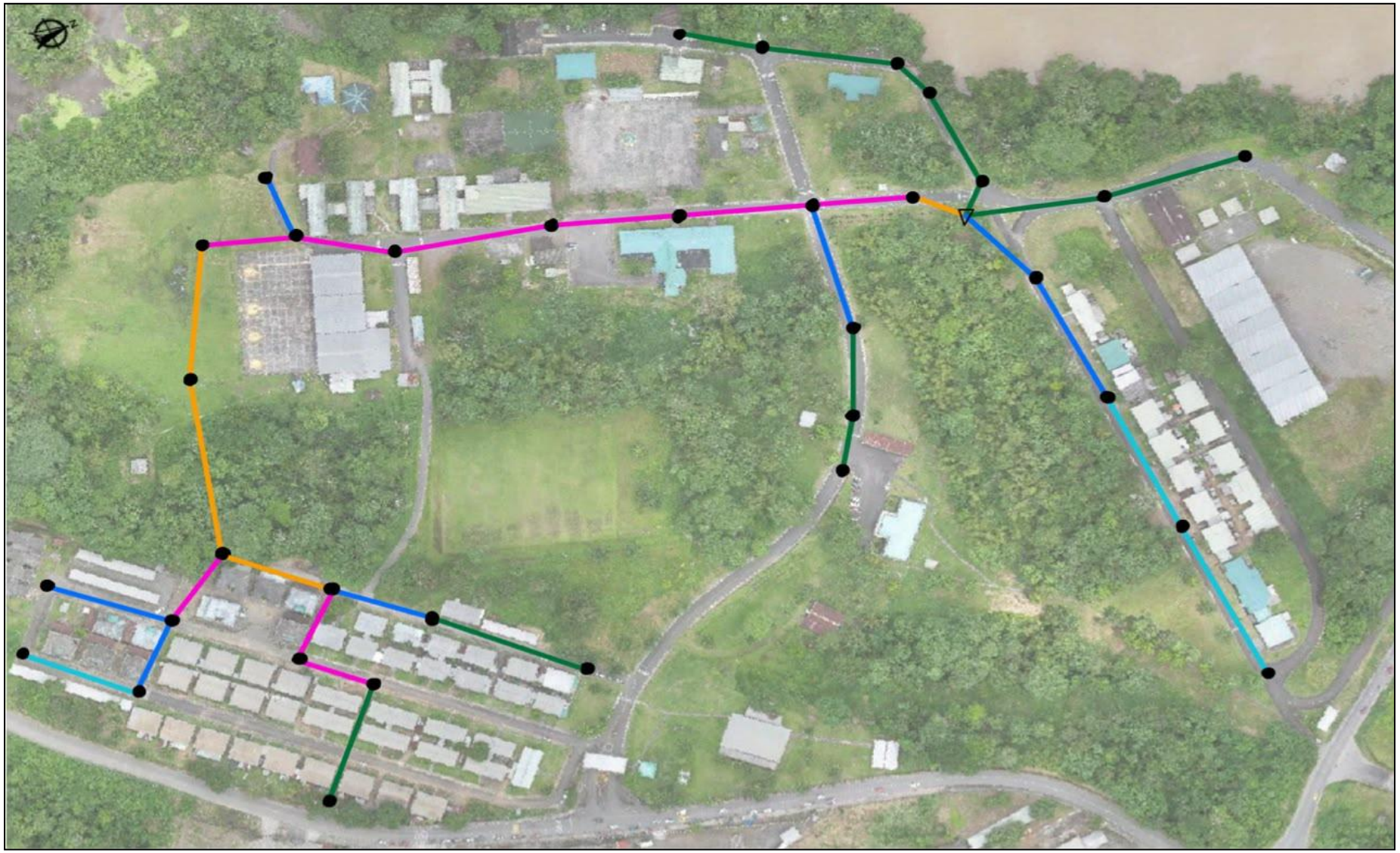


Parámetro establecido

0,60 m/s - 2,45 m/s

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño de la nueva red de alcantarillado Sanitario



Nivel de Ocupación

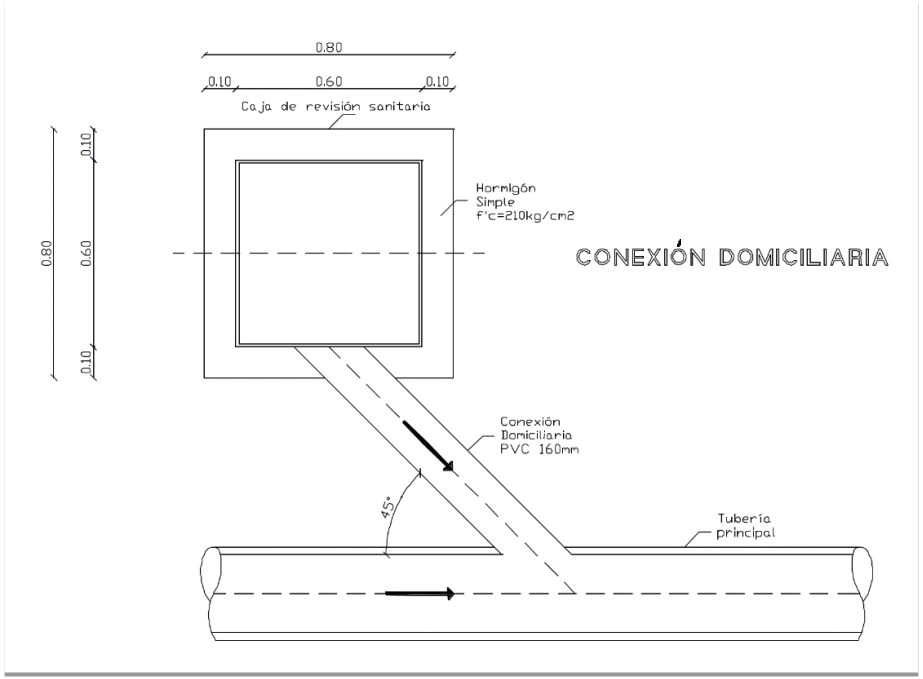
Color Coding Legend
Conduit: Depth/Rise (%)

<=	19,8
<=	35,8
<=	51,8
<=	67,8
<=	79,0
	Other

Parámetro establecido
80%

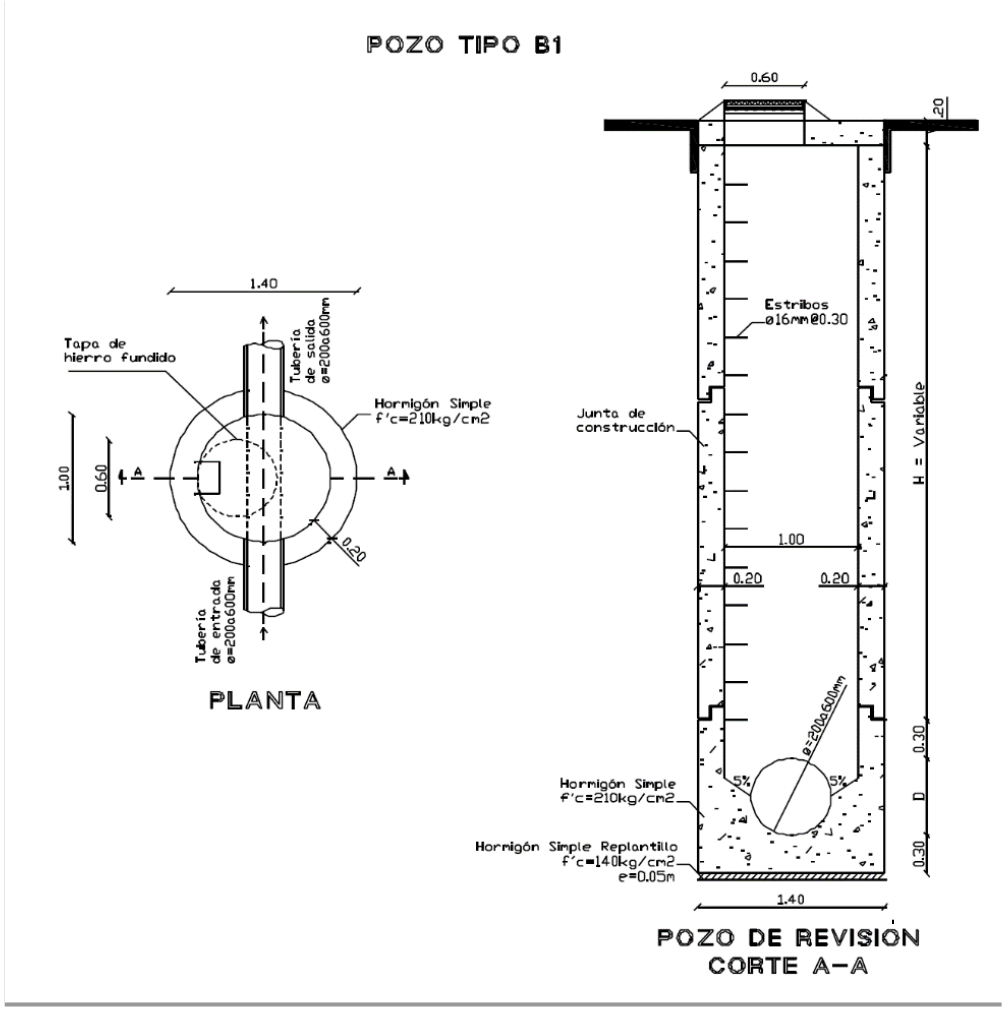
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Resultados del Sistema de Alcantarillado Sanitario



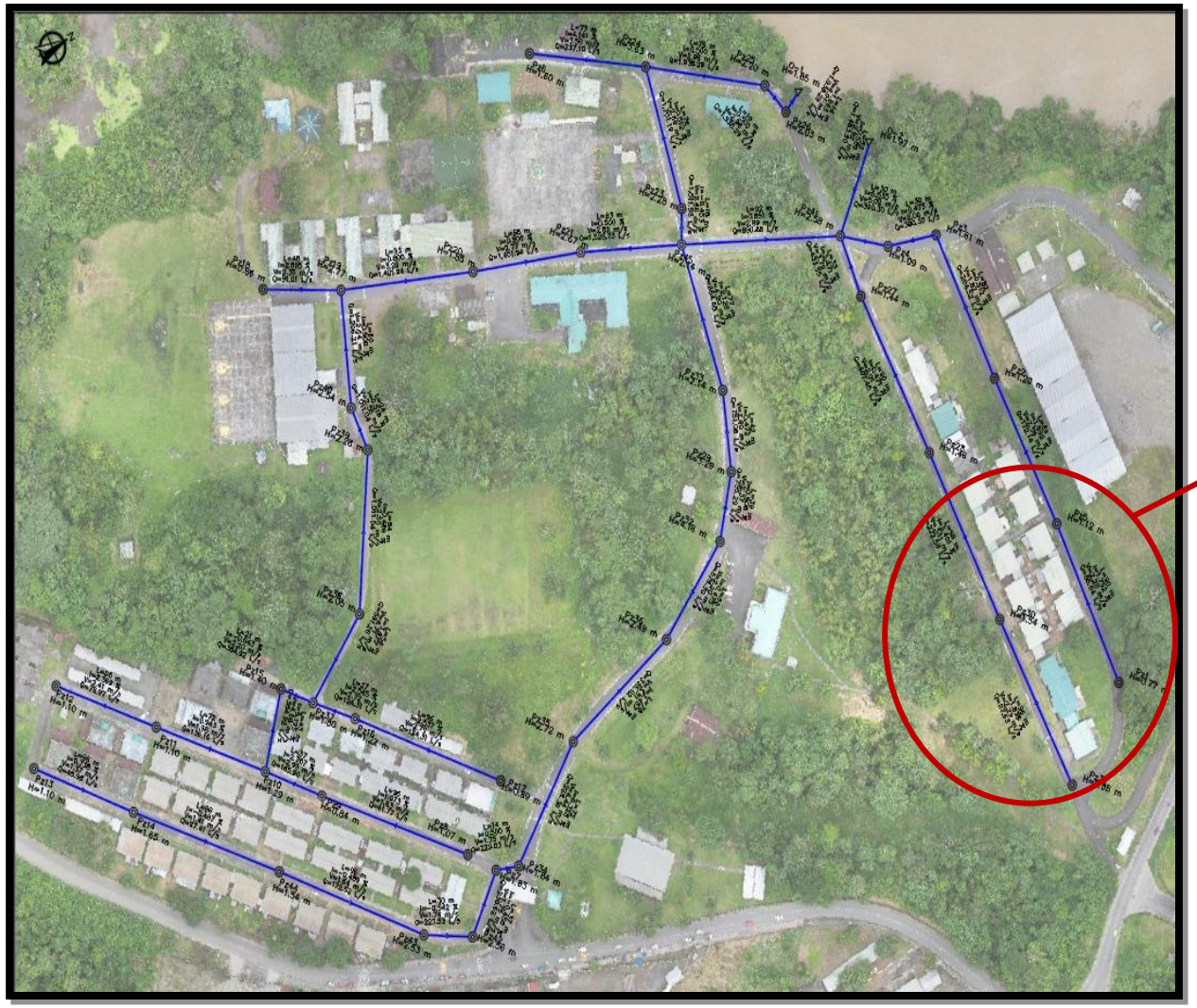
Longitud total de tubería PVC: 2008 mts

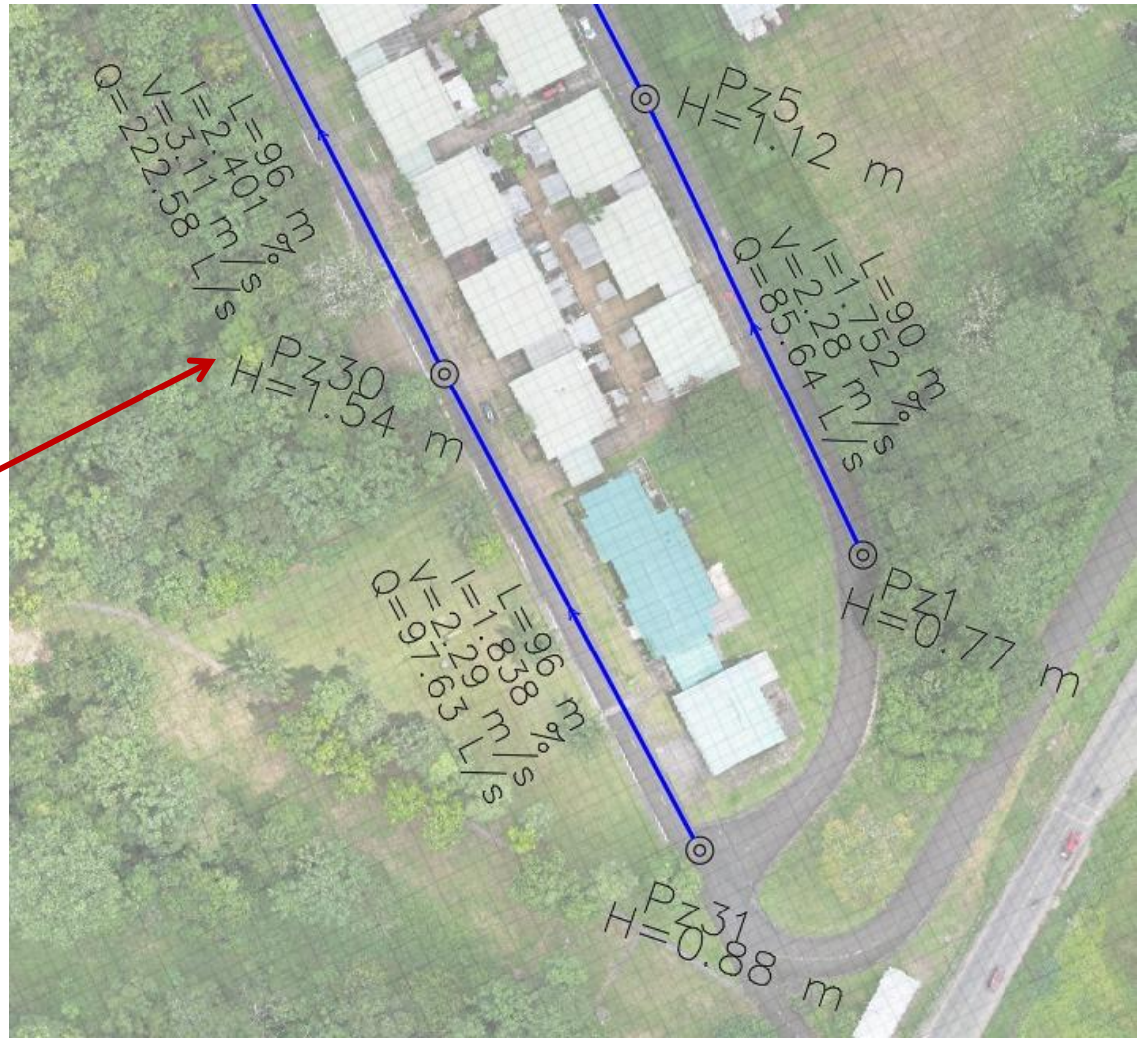
Pozos tipo B1: 29



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño de la nueva red de alcantarillado Pluvial





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

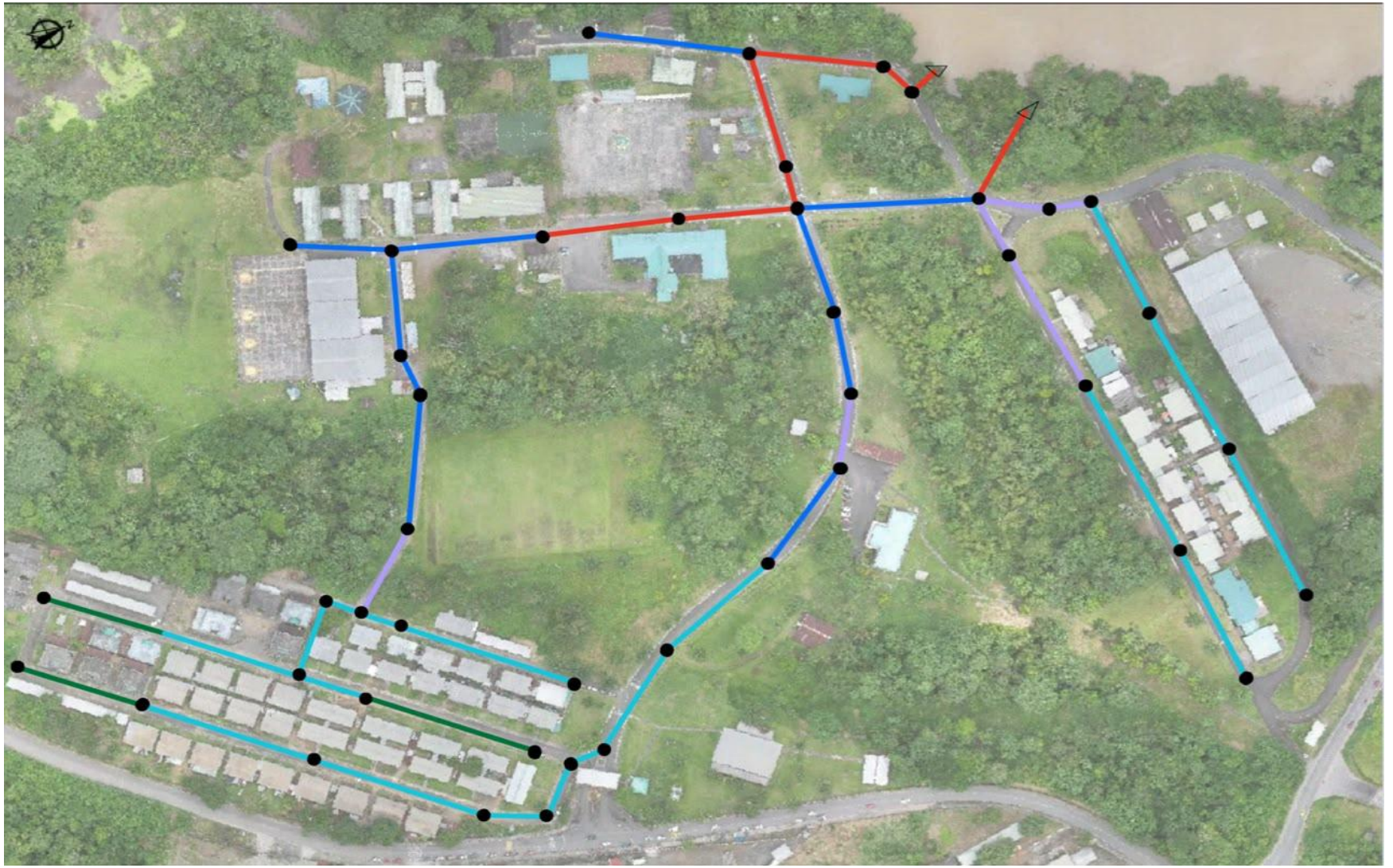
Diseño de la nueva red de alcantarillado Pluvial

Diámetro del Conducto

Color Coding Legend
Conduit: Diameter (mm)

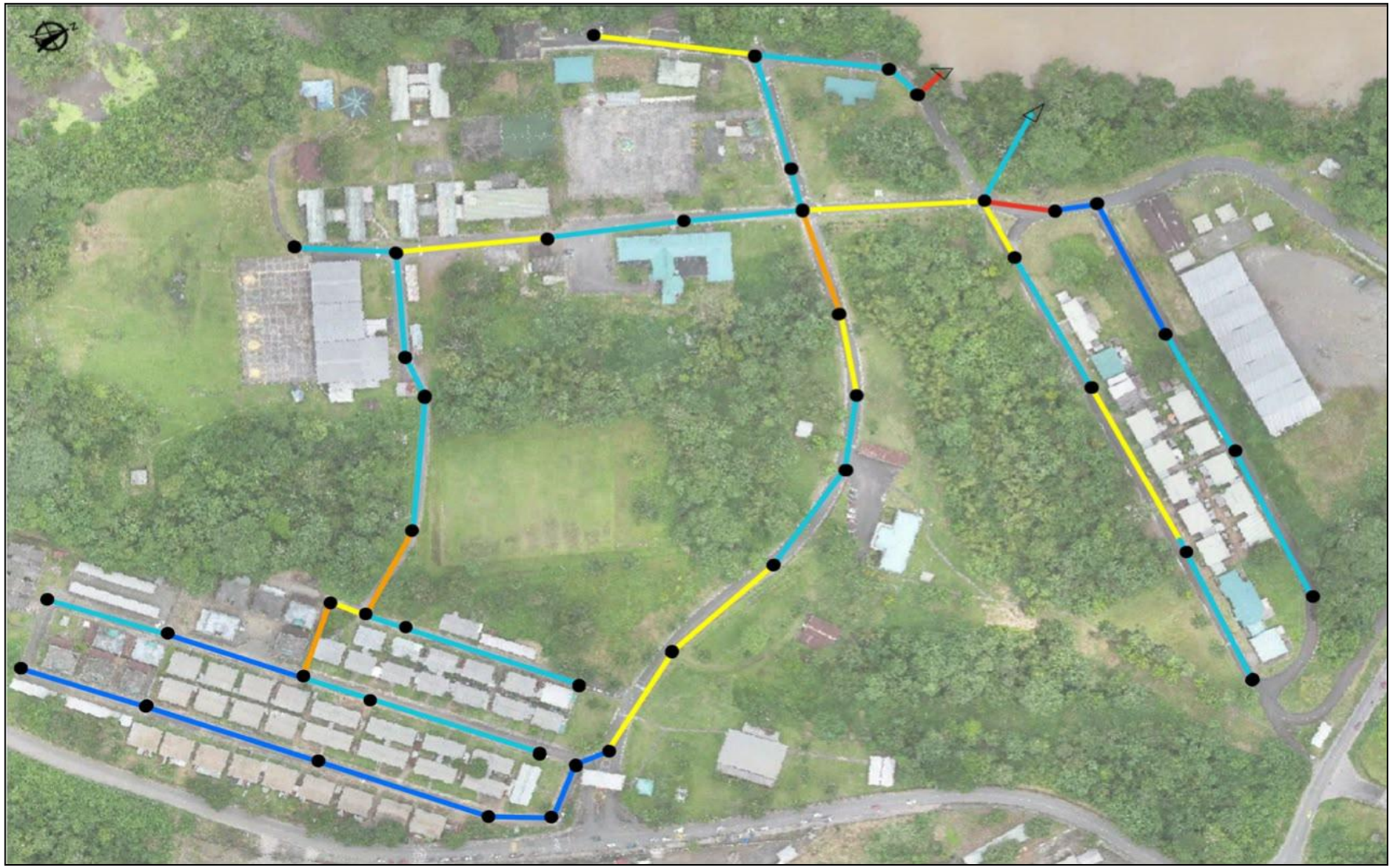
<=	300,0
<=	500,0
<=	700,0
<=	900,0
<=	1.100,0

Parámetro establecido
300 mm – 1050 mm



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño de la nueva red de alcantarillado Pluvial



Velocidades del Conducto

Color Coding Legend
Conduit: Velocity (m/s)

<=	1,00
<=	2,00
<=	3,00
<=	4,00
<=	5,00
	Other

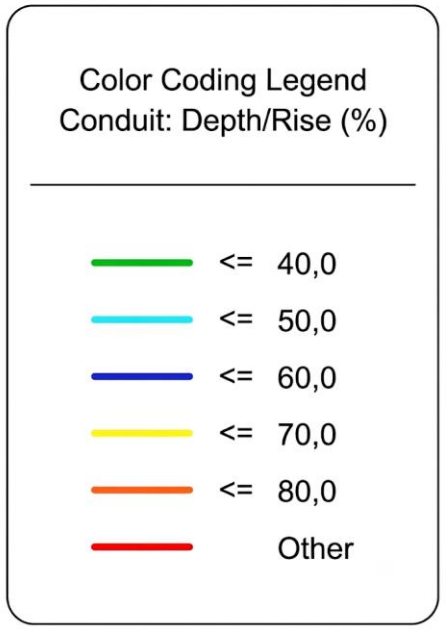
Parámetro establecido

1,2m/s – 5 m/s

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

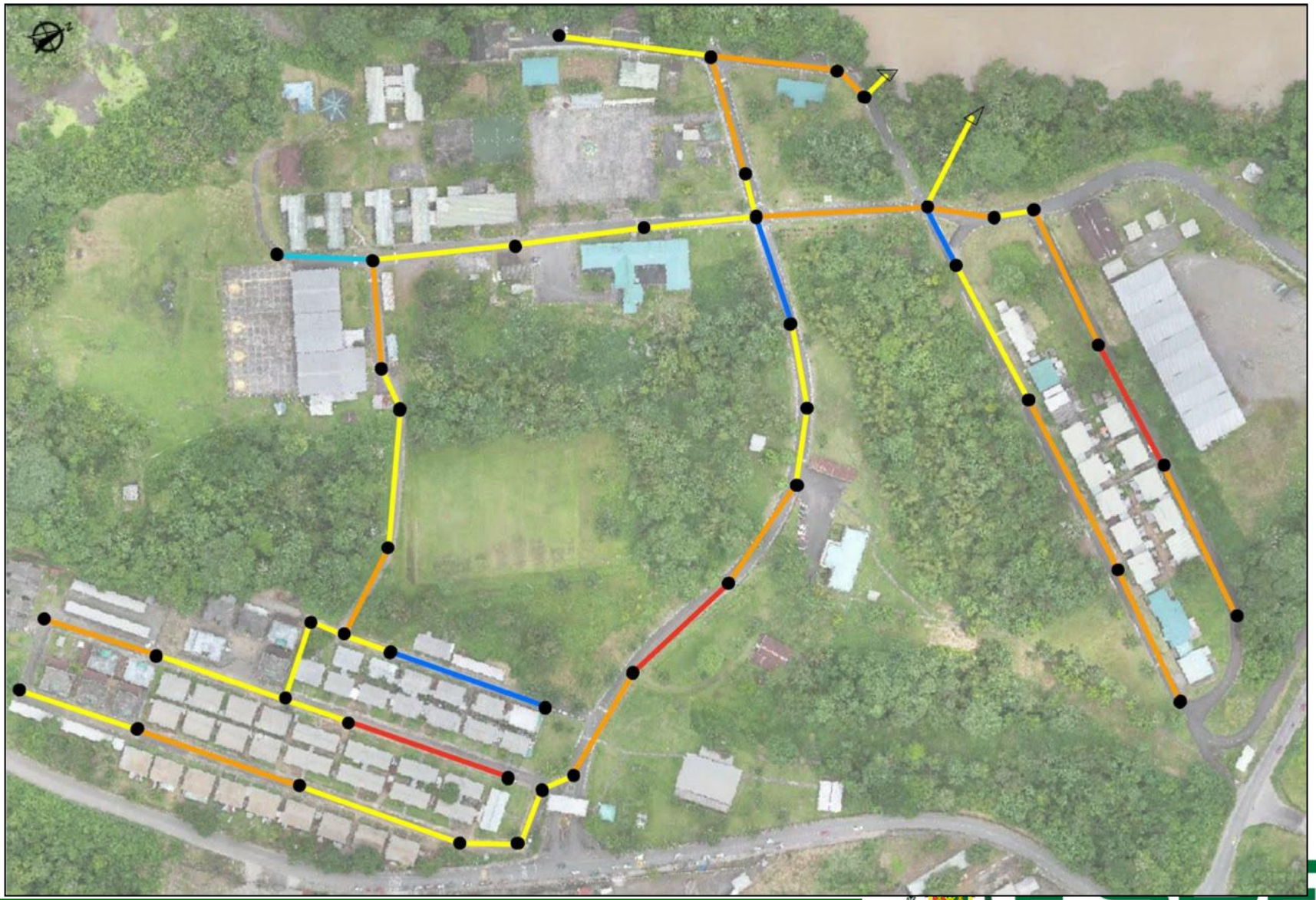
Diseño de la nueva red de alcantarillado Pluvial

Capacidad de la tubería



Parámetro establecido

30% y 75%

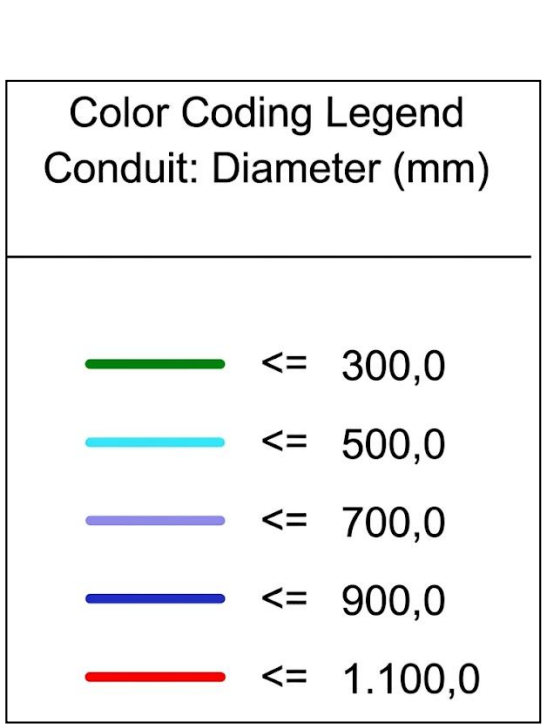


UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

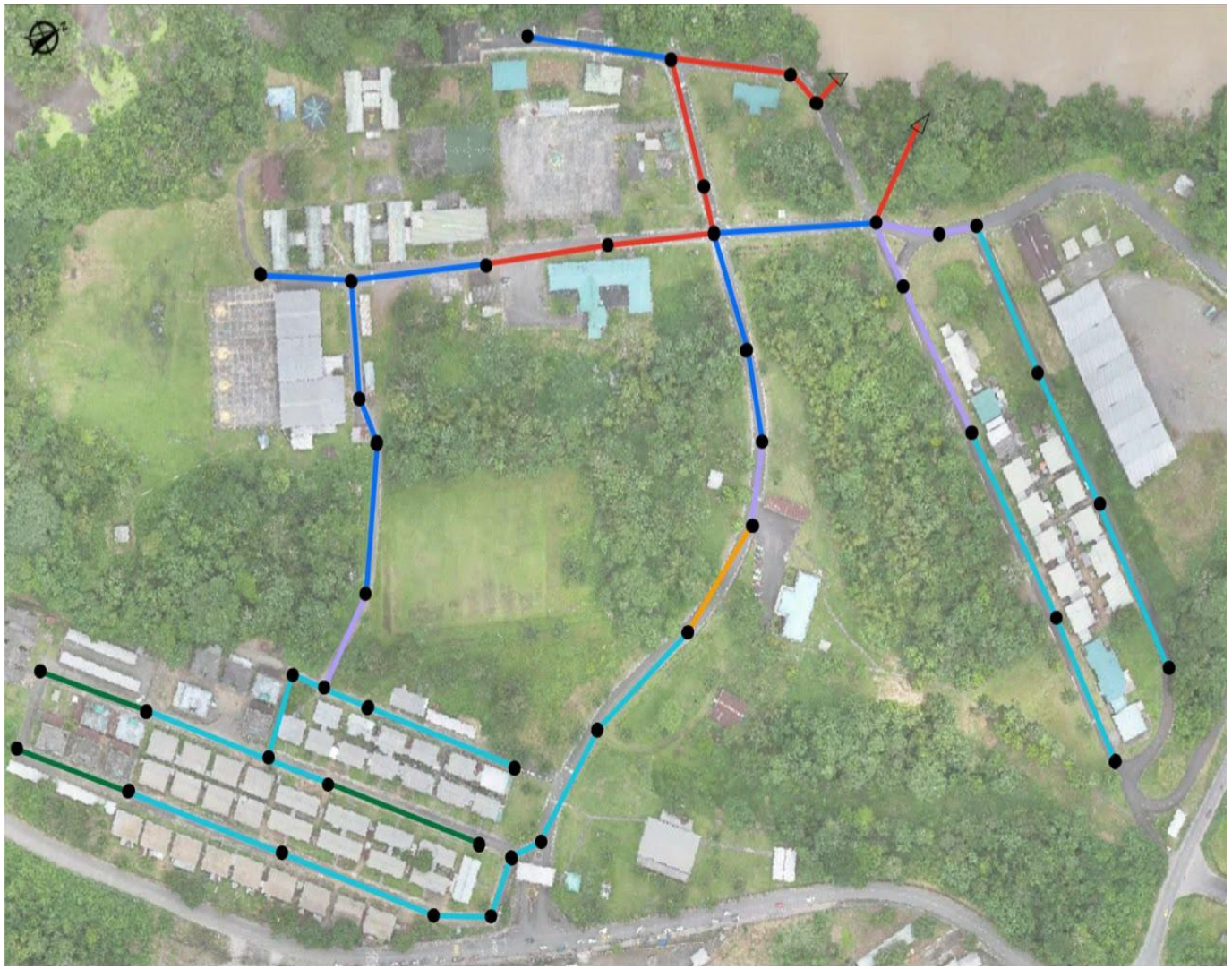
Resultados del Sistema de Alcantarillado Pluvial

Diámetros de tubería (mm)

- ✓ Tub. 315: 66 mts.
- ✓ Tub. 400: 186 mts.
- ✓ Tub. 440: 534 mts.
- ✓ Tub. 540: 588 mts.
- ✓ Tub. 650: 141 mts.
- ✓ Tub. 760: 177 mts.
- ✓ Tub. 875: 320 mts.
- ✓ Tub. 975: 330 mts.
- ✓ Tub. 1050: 300mts.



TOTAL
2.685 metros



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Resultados de la muestra

Ítem	Análisis solicitados	Unidad	Código de muestra a 38 594	Límite máximo Permisible	Límite máximo
1	Sólidos totales	mg/L	932	1 600	CUMPLE
2	Nitrógeno total	mg/L	20	50	CUMPLE
3	Sólidos suspendidos	mg/L	146	130	NO CUMPLE
4	Demanda bioquímica de oxigeno	mg/L	145	100	NO CUMPLE
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	420	200	NO CUMPLE
6	Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,6x10^9	2 000	NO CUMPLE
7	Nitrógeno amoniacal	mg/L	6,6	30	CUMPLE





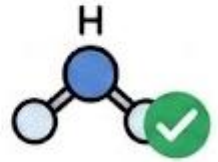
Filtro



Total N



Coliforms



Ammonia N

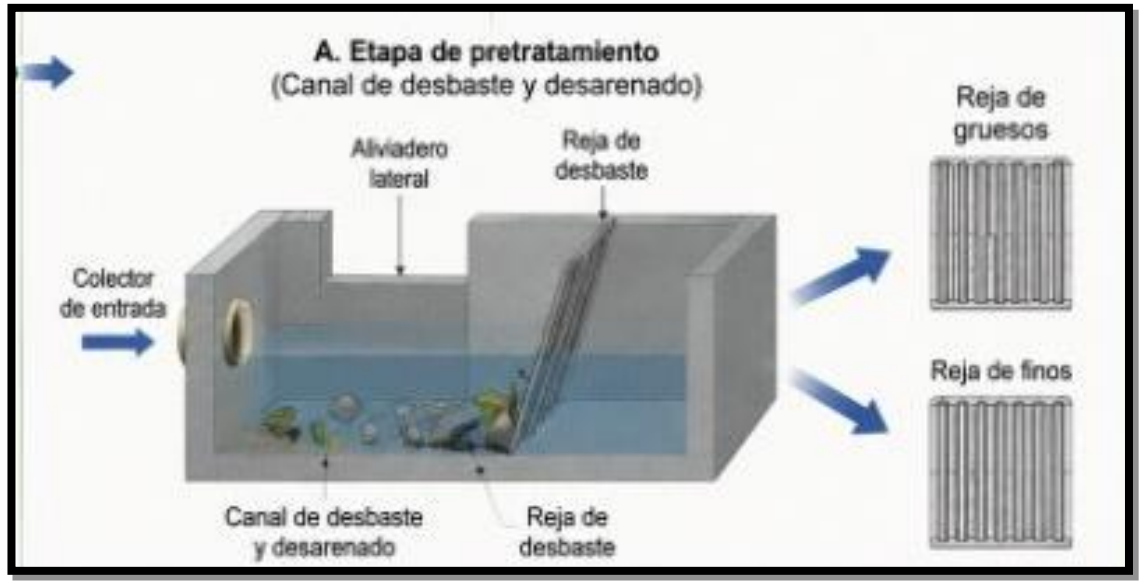
Nota: Resultados tomados en el laboratorio **LABSU** de la ciudad de El Coca.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Pretratamiento

Canal de desbaste



$$Ancho\ canal = 0{,}3\ m$$

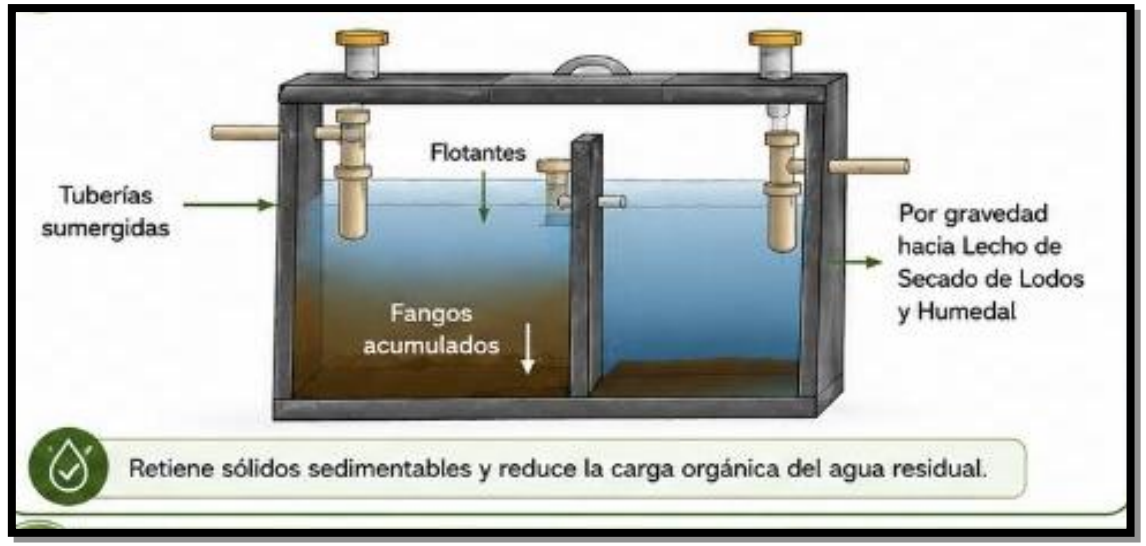
$$L = 1{,}5\ m$$

$$H\ canal\ 0{,}45\ m$$

$$Vel\ de\ paso = 0{,}3\ m/s$$

Tratamiento primario

Tanque de sedimentación



$$T\ retención = 2\ horas$$

$$Profundidad\ útil = 3\ m$$

$$Largo = 10\ m$$

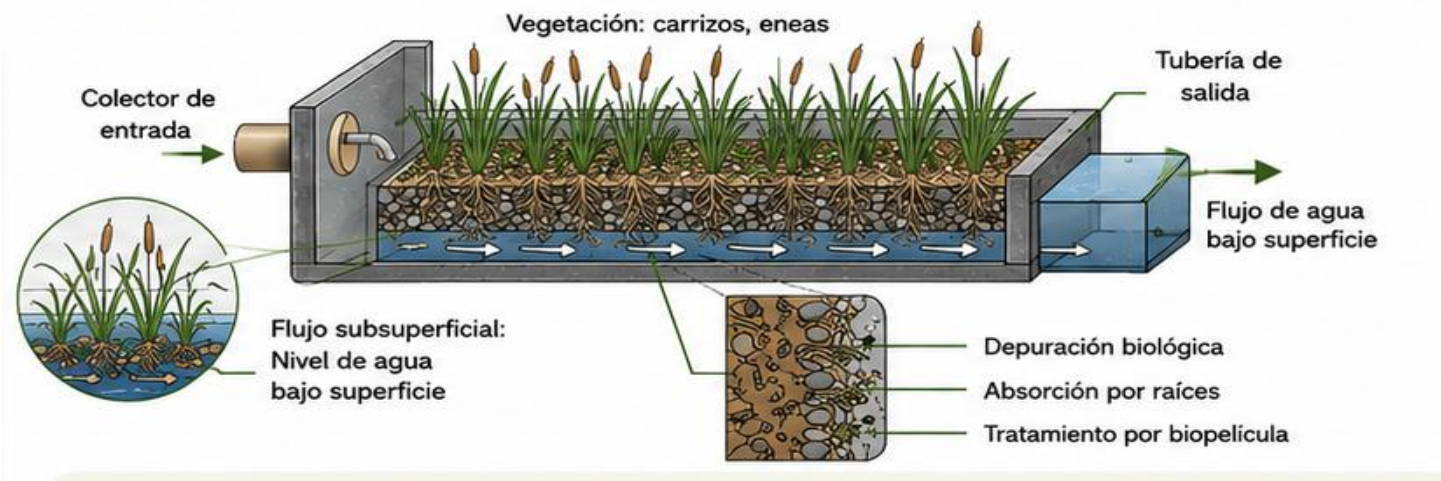
$$Ancho = 2{,}5\ m$$

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Tratamiento secundario

Humedal horizontal



$h = 0{,}5\ m$

$Longitud = 16{,}70\ m$

$Ancho = 10{,}80\ m$

$Gravas = 1{,}5\ pulg$



Heliconia psittacorum (Platanillo)



Colocasia esculenta (Papa china)

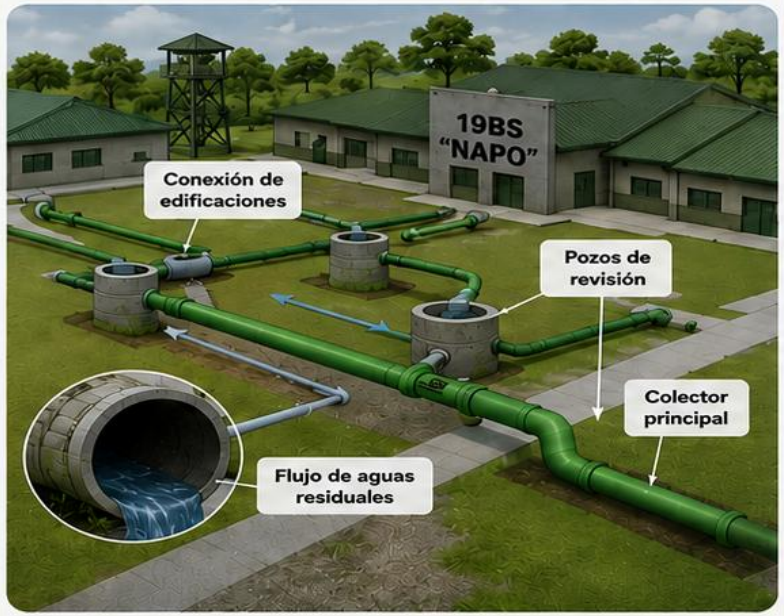


Cyperus alternifolius (Papiro)

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario



$197.883,67 — **20,65 %**

Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado pluvial



$687.004,50 — **71,66 %**

Presupuesto referencial de la planta de tratamiento



$73.975,16 — **7,70 %**

DISCIPLINA · HONOR · LEALTAD

Presupuesto total
$958.863,33

Infraestructura eficiente para el bienestar del personal militar y la protección del medio ambiente.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES

Diagnóstico Técnico:



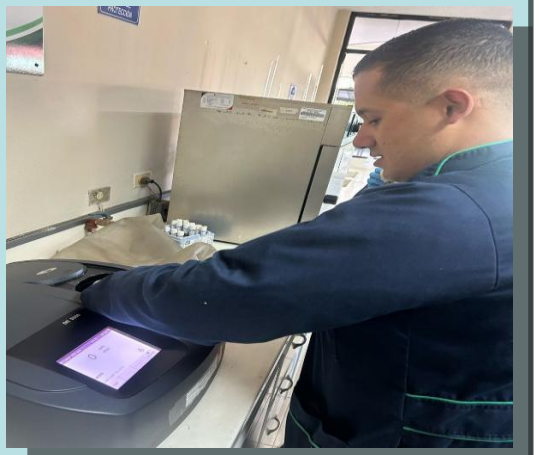
Infraestructura actual colapsada y obsoleta; se justificó el reemplazo total por redes independientes

Diseño Hidráulico e Independiente:



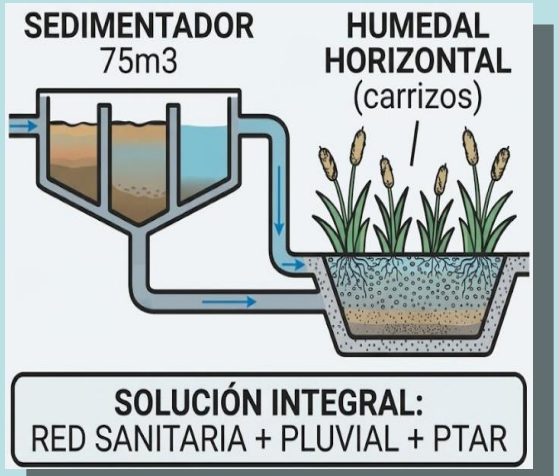
- Red Sanitaria: $2.008\ \mathrm{m}$ $(Ø100 - 150\ \mathrm{mm})$.
- Red Pluvial: $2.685\ \mathrm{m}$ $(Ø300 - 1.050\ \mathrm{mm})$.

Caracterización del Agua:



Niveles críticos de contaminación (DBO_5, DQO, Coliformes Fecales) que incumplen la norma AM 097-A y afectan al río Napo.

Propuesta Integral Sostenible:



PTAR con sedimentador y Humedal Horizontal, garantizando el tratamiento de las aguas residuales.

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Video esquemático

https://drive.google.com/file/d/1Nw3ho2HATG-J5qlrEb5GKRUwvuXJba29/view?usp=sharing

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS











ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Evaluación y rediseño del sistema de alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales la Brigada de Selva N° 19 “NAPO”. Puerto Francisco de Orellana.

AUTORES:

TNTE E Sánchez Rodríguez Johnny Javier

TNTE E Orozco Sánchez Vinicio Israel

TUTOR :

Ing. Darío Roberto Bolaños Guerrón, PhD.

Sangolquí, 6 de agosto 2026

