



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**“DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA  
COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA  
MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

---

**AUTOR:** Héctor Alejandro Toscano Masabanda

**TUTOR:** Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

**AMBATO – ECUADOR**

**Enero – 2023**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, elaborado por el Sr. Hector Alejandro Toscano Masabanda, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805177225, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, enero 2023



---

**Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás**

**TUTOR**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, **Hector Alejandro Toscano Masabanda** con C.I. 1805177225, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: “**DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**”, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, enero 2023



---

**Hector Alejandro Toscano Masabanda**

**C.I. 1805177225**

**AUTOR**

## DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, enero 2023



---

**Hector Alejandro Toscano Masabanda**

**C.I. 1805177225**

**AUTOR**




## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Hector Alejandro Toscano Masabanda, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**.

Ambato, enero 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Mg. Wladimir José Ramírez Cabrera

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Rene y Mónica, para quienes desde pequeño me educaron y forjaron de valores, que con su lucha día tras día y enseñanzas, superación y trabajo honesto hicieron de mí una persona de bien. Todo su esfuerzo está reflejado en esta mi vida profesional.*

*Alejandro Toscano*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida y en ella la capacidad para superarme, por ser mi guía en este camino y permitir compartir esta meta con mi familia.

A mi hermana Odalys, por ser mi soporte emocional y estar siempre apoyándome, sobre todo en los momentos más difíciles.

A la Universidad Técnica de Ambato la cual me brindo profesionales y estructura de calidad, la cual formó gran parte de este proceso, y me lleno de conocimientos necesarios para ejercer mi carrera profesional.

Al Ingeniero Lenin Silva, que aportó los conocimientos esenciales, para materializar mi proyecto de grado.

A mi tutor Ingeniero Galo Núñez, el cual dedicó tiempo para revisar este proyecto, y proporcionó las herramientas adecuadas para cumplir los parámetros requeridos.

Y finalmente, a mis compañeros, quienes supieron ser mi segunda familia, brindarme siempre su apoyo y con ello fomentar una verdadera amistad.

*Alejandro Toscano*

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE LA INVESTIGACION</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DEL AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE FIGURAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xviii</b>
<b>CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Antecedentes .....	1
1.1.2. Justificación.....	2
1.1.3. Fundamentación Teórica.....	3
1.1.3.1. Derecho al agua y al saneamiento.....	3
1.1.3.2. Derecho a un Ambiente Sano .....	3
1.1.3.3. Provisión del SAPS.....	4
1.1.3.4. Aguas Residuales.....	5
1.1.3.5. Sistema de alcantarillado sanitario .....	6
1.1.3.6. Criterios Técnicos .....	6
1.1.3.7. Clasificación de los alcantarillados.....	7
1.1.3.8. Sistema de Tratamiento de aguas residuales domésticas.....	11
1.1.3.8.1. Parámetros de aguas residuales .....	11
1.1.3.8.2. Componentes básicos de tratamiento de aguas residuales .....	14

1.1.3.9.	Criterios generales de diseño .....	15
1.1.3.10.	Planta de Tratamiento .....	17
1.1.4.	Objetivos .....	18
<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA .....</b>		<b>19</b>
2.1.	Metodología y Materiales .....	19
2.1.1.	Estación Total .....	19
2.1.2.	Prisma Topográfico.....	19
2.1.3.	GPS .....	19
2.1.4.	Calculadora .....	20
2.1.5.	Laptop .....	20
2.1.6.	Memory Flash .....	20
2.1.7.	Impresora .....	20
2.1.8.	Programas de Computación .....	20
2.1.9.	Materiales De Baja Relevancia.....	21
2.2.	Método Aplicado a cada fase de Diseño .....	21
2.2.1.	FASE 1: Preliminar.....	22
2.2.1.1.	Inspección Del Lugar .....	22
2.2.1.2.	Aplicación de un Muestreo Poblacional .....	22
2.2.1.3.	Cualidades del Terreno .....	22
2.2.1.4.	Características del Sistema de Saneamiento .....	23
2.2.1.5.	Plan de recolección de datos .....	25
2.2.2.	FASE 2: Diseño del Sistema de Alcantarillado .....	26
2.2.2.1.	Estimación del Periodo de Diseño .....	26
2.2.2.2.	Datos de la población de diseño.....	26
2.2.2.3.	Cálculo de la tasa de incremento.....	27
2.2.2.4.	Cálculo de la densidad poblacional.....	28

2.2.2.6. Dotación Futura.....	29
2.2.2.8. Caudal Medio Diario.....	31
2.2.3. FASE 3: Diseño de la Planta De Tratamiento .....	38
2.2.3.1. Caudal Medio Diario de Agua Potable .....	38
2.2.3.2. Caudal Medio Diario Sanitario .....	39
2.2.3.2.1 Medición de caudales .....	39
2.2.3.3. Diseño de Rejillas .....	53
2.2.3.4. Diseño de Trampas de grasas y aceites .....	54
2.2.3.5. Diseño de Tanque Séptico.....	55
2.2.4. FASE 4 Fase Técnica.....	60
a. Elaboración de Planos .....	60
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>61</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	61
3.1.1 Determinación del índice de crecimiento poblacional .....	61
3.1.1.1 Método aritmético .....	62
3.1.1.2 Método geométrico .....	64
3.1.1.3 Método exponencial.....	66
3.1.1.4 Resumen de Resultados.....	68
3.1.1.5 Calculo de la Población de diseño o futura.....	68
3.1.1.5.1 Método Aritmético .....	68
3.1.1.5.2 Densidad Poblacional de Diseño .....	68
3.1.1.5.3 Dotación Poblacional de Diseño .....	69
3.1.1.5.4 Cálculo del Caudal Medio Diario de Agua Potable (QmdAp) P1- P2.....	69
3.1.1.6 Cálculo del Caudal medio diario de evacuación.....	69

3.1.1.6.1 Coeficiente de retorno .....	69
3.1.1.6.2 Cálculo del Coeficiente de Mayoración .....	69
3.1.1.6.3 Cálculo del Caudal Instantáneo (QI) .....	70
3.1.1.6.4 Cálculo del Caudal por Infiltración .....	71
3.1.1.6.5 Cálculo del Caudal por Conexiones Erradas .....	71
3.1.1.7 Análisis de muestra de agua residual .....	72
3.1.1.8 Análisis comparativo de los resultados .....	76
3.1.1.9 Remoción real .....	77
3.1.1.10 Remoción teórica .....	78
3.1.1.11 Medidas geométricas de las unidades - estado actual de la PTAR ...	79
3.1.1.11.1 Tanque repartidor .....	79
3.1.1.11.2 Tanque Séptico .....	80
3.1.1.11.3 Lecho de lodos.....	82
3.1.1.11.4 Filtro Biológico .....	83
3.1.1.12 Diagnóstico de la PTAR actual .....	85
3.1.1.12.1 Diagnóstico del tanque repartidor .....	85
3.1.1.12.2 Diagnóstico del tanque séptico.....	85
3.1.1.12.3 Diagnóstico del lecho de secado de lodos .....	89
3.1.1.12.4 Diagnóstico del filtro biológico ascendente .....	93
3.1.1.13 Propuesta de mejora de la PTAR .....	98
3.1.1.13.1 Determinación del caudal de diseño de la PTAR.....	99
3.1.1.13.2 Dimensionamiento de la rejilla del tanque repartidor. ....	99
3.1.1.13.3 Diseño del tanque de grasas .....	99
3.1.1.13.4 Diseño del tanque séptico.....	102
3.1.1.13.5 Diseño del lecho de secado de lodos .....	106
3.1.1.13.6 Diseño del filtro anaerobio ascendente.....	109

3.1.1.13.7 Cálculo del humedal subsuperficial de flujo horizontal .....	112
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>116</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	116
4.1 Conclusiones .....	116
4.2 Recomendaciones .....	117
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
ANEXO 1 ENCUESTA .....	120
ANEXO 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	122
ANEXO 3 PLANTA DE TRATAMIENTO .....	123
ANEXO 4 ENSAYOS.....	124
ANEXO 5 PLANOS.....	126



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Velocidad y coeficiente.....	6
Tabla 2 Limites descarga al sistema de alcantarillado público.....	12
Tabla 3 Porcentaje de cobertura y déficit del sistema de alcantarillado en el cantón Quero.....	15
Tabla 4 Metodología aplicada para la ejecución del proyecto.....	22
Tabla 5 Ubicación del lugar.....	23
Tabla 6 Partes de la planta de tratamiento.....	24
Tabla 7 Plan de recolección de datos.....	26
Tabla 8 Tasa de crecimiento.....	27
Tabla 9 Ecuaciones de la población futura.....	28
Tabla 10 Ecuación densidad poblacional.....	28
Tabla 11 Dotación de Agua Potable.....	29
Tabla 12 Dotación Futura.....	30
Tabla 13 Caudales de Diseño.....	30
Tabla 14 Caudal Medio Diario.....	31
Tabla 15 Caudal Medio Diario Sanitario.....	31
Tabla 16 Caudal Máximo Instantáneos.....	32
Tabla 17 Coeficiente de Mayoración.....	33
Tabla 18 Constantes Según el tipo de Tubería.....	33
Tabla 19 Caudal de infiltración.....	34
Tabla 20 Caudal por conexiones erradas.....	35
Tabla 21 Pendiente Hidráulica.....	35
Tabla 22 Diámetro de la Tubería.....	36
Tabla 23 Velocidades.....	36
Tabla 24 Caudal Medio Diario de Agua Potable.....	38
Tabla 25 Caudal Medio Diario Sanitario.....	39
Tabla 26 Toma de Caudales en lt/s – Lunes 03 de enero 2022.....	40
Tabla 27 Toma de Caudales en lt/s – Lunes 10 de enero 2022.....	40
Tabla 28 Toma de Caudales lt/s – Lunes 17 de enero 2022.....	41
Tabla 29 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Martes 04 de enero 2022.....	42

Tabla 30 Toma de Caudales en lt/s – Martes 11 de enero 2022 .....	43
Tabla 31 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Miércoles 05 de enero 2022.....	44
Tabla 32 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Miércoles 12 de enero 2022.....	45
Tabla 33 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Jueves 06 de enero 2022 .....	46
Tabla 34 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Jueves 13 de enero 2022 .....	47
Tabla 35 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s –Viernes 07 de enero 2022 .....	48
Tabla 36 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s –Viernes 14 de enero 2022 .....	49
Tabla 37 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Sábado 08 de enero 2022.....	50
Tabla 38 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Sábado 15 de enero 2022.....	50
Tabla 39 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Domingo 09 de enero 2022.....	51
Tabla 40 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Domingo 16 de enero 2022.....	52
Tabla 41 Diseño de Rejillas .....	53
Tabla 42 Cálculos trampa de grasa y aceite .....	54
Tabla 43 Diseño de Tanque Séptico.....	55
Tabla 44 Diseño Lecho de Secado de Lodos .....	57
Tabla 45 Fórmulas para el Diseño Lecho de Secado de Lodos .....	57
Tabla 46 Fórmulas para el Diseño del Filtro Biológico.....	58
Tabla 47 Censo Poblacional.....	61
Tabla 48 Resumen.....	68
Tabla 49 Cálculo Caudal.....	71
Tabla 50 Resultado de Análisis.....	73
Tabla 51 Resultado - Salida .....	74
Tabla 52 Resultado 2 Salida.....	75
Tabla 53 Análisis comparativo.....	77
Tabla 54 Remoción real .....	77
Tabla 55 Remoción teórica .....	78
Tabla 56 Tanque repartidor.....	79
Tabla 57 Tanque Séptico.....	80
Tabla 58 Lecho de lodos .....	82
Tabla 59 Filtro biológico.....	83
Tabla 60 Remoción teórica del tanque séptico .....	85
Tabla 61 Determinación del tiempo de retención del tanque séptico .....	87

Tabla 62 Determinación de la tasa de acumulación de lodos digeridos .....	87
Tabla 63 Cálculo del volumen útil actual del tanque séptico.....	89
Tabla 64 Volumen de lodos a extraerse del tanque.....	91
Tabla 65 Área actual del lecho de secado de lodos.....	93
Tabla 66 Tiempo de retención hidráulica teórica.....	97
Tabla 67 Componentes PTAR .....	98
Tabla 68 Propuesta de mejora de la PTAR .....	98
Tabla 69 Diseño del tanque de grasas .....	102
Tabla 70 Tiempo de retención de acuerdo con la contribución del agua residual	
TABLA E.7.2 RAS2000. ....	103
Tabla 71 Dimensiones propuestas.....	106
Tabla 72 Diseño del lecho de secado de lodos.....	106
Tabla 73 Diseño del lecho de secado de lodos.....	108
Tabla 74 Diseño del Filtro anaerobio de flujo ascendente.....	112
Tabla 75 Cálculo del humedal subsuperficial de flujo horizontal.....	112

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de Aguas Residuales .....	5
Figura 2 Alcantarillado separado .....	7
Figura 3 Alcantarillado pluvial y sanitario.....	8
Figura 4 Alcantarillado pluvial y sanitario.....	8
Figura 5 Alcantarillado simplificado .....	9
Figura 6 Alcantarillado condominiales .....	10
Figura 7 Alcantarillado sin arrastre de sólidos.....	10
Figura 8 Componentes de tratamiento .....	14
Figura 9 SN Canales.....	38
Figura 10 Gráfica lunes.....	42
Figura 11 Gráficas martes .....	44
Figura 12 Gráficas miércoles .....	46
Figura 13 Gráficas jueves.....	48
Figura 14 Gráficas viernes .....	49
Figura 15 Gráficas días Sábado.....	51
Figura 16 Gráficas días Domingo .....	53
Figura 17 Datos censales.....	63
Figura 18 Datos Censales.....	65
Figura 19 Datos Censales.....	67
Figura 20 Cálculo del tirante normal .....	72
Figura 21 Remoción real.....	78
Figura 22 Vista en planta del tanque repartidor .....	79
Figura 23 Vista corte lateral.....	80
Figura 24 Tanque séptico.....	81
Figura 25 Vista corte lateral.....	81
Figura 26 Vista en planta del tanque.....	82
Figura 27 Vista en planta del tanque.....	83
Figura 28 Vista en planta del filtro .....	84
Figura 29 Vista corte lateral.....	84

## RESUMEN

En este proyecto la planta de tratamiento de la Comunidad Hualcanga Santa Anita, no abastece a todo el sector debido al crecimiento poblacional, y del mismo modo existe un deterioro de la planta de tratamiento lo cual ha afecta a la calidad de vida de los habitantes del sector.

Para cumplir con el objetivó se recolectó información relevante para el proyecto como; levantamiento topográfico de los pozos y redes de tubería, adicional a esto se realizó un censo poblacional para determinar el crecimiento poblacional, infraestructura física sanitaria, y ensayos de laboratorio para determinar la funcionalidad de la planta de tratamiento.

Se realizó un rediseño con las especificaciones de la norma TULSMA 2015, y además de esto se añadió una trampa de grasas y un humedal artificial con el fin de mejorar el proceso de la PTAR; del mismo modo, se elaboró un diseño hidráulico sanitario del sistema de alcantarillado, el cual cumple con la normativa haciéndolo más eficiente, debido a que se cambió las tuberías de hormigón a PVC, y se aumentó nuevos ramales para abastecer a más familias de la comunidad.

Los resultados obtenidos en el proyecto demostraron que, es necesario realizar un mantenimiento de la planta de tratamiento del sector.

Palabras clave: Alcantarillado sanitario, Planta de tratamiento, Tuberías PVC, Trampa de grasas. Humedal artificial, Aguas residuales.

## **ABSTRACT**

In this project, the treatment plant of the Hualcanga Santa Anita Community does not supply the entire sector due to population growth, and in the same way there is a deterioration of the treatment plant, which has affected the quality of life of the inhabitants of the sector.

To meet the objective, relevant information for the project was collected, such as; topographical survey of the wells and pipe networks, in addition to this a population census was carried out to determine population growth, physical sanitary infrastructure, and laboratory tests to determine the functionality of the treatment plant.

A redesign was carried out with the specifications of the TULSMA 2015 standard, and in addition to this, a grease trap and an artificial wetland were added in order to improve the WWTP process; In the same way, a sanitary hydraulic design of the sewage system was prepared, which complies with the regulations, making it more efficient, due to the fact that the concrete pipes were changed to PVC, and new branches were increased to supply more families in the community.

The results obtained in the project showed that it is necessary to carry out maintenance of the treatment plant in the sector.

Keywords: Sanitary sewerage, Treatment plant, PVC pipes, Grease trap. Constructed wetland, Wastewater.

# CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

### 1.1.1. Antecedentes

A través de la revisión de varios estudios se evidenció la existencia de investigaciones relacionadas con el tema propuesto, las cuales se detallan a continuación:

La investigación realizada por Carrera y Sanabria (2017), en Colombia con el tema: Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para la inspección Municipal de San Joaquín en el Municipio de la Mesa – Cundinamarca. Este proyecto surgió debido a que en este sector el tratamiento de aguas residuales era escaso, y estas aguas eran vertidas directamente en el río. Así, con esta investigación se demostró que el río estaba siendo contaminado debido al mal manejo de aguas residuales esto quedó demostrado a través de los planos del acueducto y de alcantarillado. Del mismo modo, a través de las encuestas realizadas a la población se evidenció el desconocimiento del manejo de aguas residuales. Asimismo, se demostró la importancia del proyecto dado que brindó un beneficio no solo para la población sino también para el ecosistema. [1]

Por otro lado, a través de una investigación realizada en Cuenca por Bravo y Solís (2018), con el tema: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca. Esta investigación surge debido a que, en este sector el 100% de la población presentó problemas de salud dado que tenían un alcantarillado deficiente. Por esta razón se priorizó la construcción de alcantarillado sanitario, el cual benefició a 48 familias, y se proporcionó un ambiente limpio y seguro. Del mismo modo, se disminuyó la proliferación de enfermedades debido a las aguas residuales. Para la realización del proyecto se utilizó tubería PVC debido a las ventajas frente a las tuberías de hormigón. Finalmente, se logró desarrollar un sistema de alcantarillado el cual trabajaba por gravedad sin necesidad de elementos de bombeo en ningún punto. [2]

Asimismo, investigaciones realizadas en Ambato por Tibán (2021), con el tema: Diseño del alcantarillado sanitario, para mejorar la calidad de vida de la comunidad de Hualcanga la dolorosa, del cantón Quero, provincia de Tungurahua. La cual, surge debido a la presencia de inconvenientes en la comunidad de Hualcanga, en el área de

saneamiento por la existencia de problemas en recolección y transporte de las aguas residuales, debido a la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario. A través de este proyecto se logró mejorar el transporte y evacuación de aguas residuales de manera segura con el fin de no afectar al ecosistema. Para este proyecto se planteó el uso de tubería PVC debido a las ventajas que proporciona este material. Del mismo modo, este sistema contribuyó a la mejora de condiciones sanitarias de los habitantes.[3]

### **1.1.2. Justificación**

En el cantón Quero existe un déficit de servicios básicos es así como en el sector urbano el 72,85% tiene el agua potable y en el sector rural tan solo el 27.83% [4]. Asimismo, en la parroquia La Matriz, en el sector urbano, entre los diferentes medios de evacuación de excretas, el 20,48%, indicador que representa a la mayoría cuenta con servicio de alcantarillado, mientras que el indicador mínimo es de 0,03% quienes hacen uso de letrinas. Dentro de la zona rural solamente el 9,71% de la población cuenta con el servicio de alcantarillado conectado a una red pública, mientras que la mayoría representada por el 41,58% indica que se ven en la necesidad de construir un pozo ciego como medio de evacuación [4] Del mismo modo, el tratamiento de los desechos líquidos urbanos e industriales es casi inexistente y se observa que las aguas del alcantarillado desembocan en las quebradas, por lo que es importante que se apliquen las normas ambientales establecidas en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA). Estas normas deben ser aplicadas debido a que forma parte de la legislación establecida por el Ministerio del Ambiente, en este texto se explican las normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado. En consecuencia, el presente proyecto tendrá como fuente principal las normas establecidas por el Ministerios del Ambiente con el fin de proteger el consumo de agua humano y uso doméstico, la preservación de la vida acuática y silvestre, el uso agrícola o de riego, uso pecuario, recreativo y estético. Por esta razón, es necesario realizar un diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en el sector Hualcanga - Santa Anita el cual cumpla con lo establecido en TULSMA, debido a que, este sector no cuenta con las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento, ya que, el sistema de alcantarillado sanitario aparentemente ha cumplido con su vida útil, por tanto, se



propone desarrollar un diseño actualizado de acuerdo con todos los parámetros que intervienen como: caudal de agua residuales, aspectos demográficos entre otros; por otro lado, en base a las normas de diseño se buscará la alternativa más adecuada para dotar de un sistema de depuración de aguas residuales apropiada para la comunidad en estudio.

El crecimiento poblacional produce desechos que por el ineficiente manejo de los residuos líquidos se descargan en quebradas y cursos de agua, causando grave deterioro al ambiente y a la salud humana. De este modo, se espera evitar problemas de salubridad que perjudiquen a la comunidad. En consecuencia, resulta imperativo ejecutar esfuerzos entre sectores públicos y privados para lograr distribuir estos servicios en todos los sectores para tener una mejor calidad de vida entre comunidades y promover el desarrollo.

### **1.1.3. Fundamentación Teórica**

#### **1.1.3.1. Derecho al agua y al saneamiento**

La gobernabilidad del agua implica que el abastecimiento a estos servicios sea pública para todos, sin embargo no se puede lograr esto sin la privatización de este, y pese a ellos aparecen problemas por la administración y distribución hacia todos los sectores ya que esto implica que debe existir equidad entre comunidades [5]. De forma general, según el reconocimiento del derecho al agua provee de mecanismos legales o políticos para empoderar a los que no cuentan con este bien, por lo que en el mismo artículo se resume que la solución no solo depende de fondos públicos para llevar a cabo infraestructura sino también depende de todos sus actores sociales y de la actuación jurídica.

#### **1.1.3.2. Derecho a un Ambiente Sano**

En el Ecuador se ha establecido el derecho a un ambiente sano desde la Constitución de la República del Ecuador (CRE) de 1998 dado que en el artículo 86 se establecía: “El Estado protegerá el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable” [6]. Mientras que, en la CRE 2008 el derecho a un ambiente sano forma parte de los derechos de tercera generación, es decir, se encuentra asociado a los derechos colectivos debido que afecta directamente a la sociedad, y

forma parte de artículo 14 de la CRE, en el cual se establece el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado con el fin de garantizar la sostenibilidad y el buen vivir.

Del mismo modo, estos derechos son de gran importancia a nivel individual y colectivo debido a que garantiza un derecho humano y se encuentra íntimamente ligado al derecho a la vida que poseen todos los seres humanos. Los derechos del Buen Vivir o Sumak Kawsay es la idea central de la Constitución de la República del Ecuador del 2008, el cual engloba saberes ancestrales de tribus indígenas y su finalidad es la armonía entre el ser humano y la naturaleza lo cual conlleva al equilibrio.

Asimismo, dentro de estos derechos se garantiza el cuidado del agua, debido a que es un recurso natural y es esencial para la vida, es el medio por el cual se desarrolla gran parte de la flora y la fauna. Así lo establece la CRE 2008 en el artículo 411: “El Estado es el encargado de garantizar la conservación, recuperación y el debido uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, el consumo humano y la sustentabilidad de ecosistemas serán prioritarios al momento de regular el uso y aprovechamiento del agua.” [6]. En consecuencia, el Estado garantiza un ambiente sano para el pleno desarrollo de los ciudadanos, por tal razón, protege el medio ambiente y sus recursos.

### **1.1.3.3. Provisión del SAPS**

Según los datos de la OMS la diarrea aguda, malaria o la difteria es una de las enfermedades derivadas de un deficiente consumo de agua y esto es una consecuencia de las decadentes administraciones, además anexado a las malas prácticas de higiene y saneamiento de la población hacen que las cifras se incrementen.[7]. Latinoamérica es un claro ejemplo de la indebida administración de los recursos hídricos en el eje de prestación de SAPS, pues desde sus inicios se han ejecutado obras de agua y alcantarillado desordenadas dentro de la cobertura urbana y más aún en las pocas que existen en las zonas rurales por lo que la eficiencia de estos sistemas es muy cuestionada por los organismos internacionales. [7]

Otro ámbito que abarca es que en las zonas rurales se han implantado sistemas de saneamiento in situ construidos de forma artesanal por sus habitantes, estos son letrinas o pozos sépticos sobre sus propiedades o de manera ilícita donde su funcionamiento no son técnicamente apropiadas pues se producen desborden cuando han superado su

capacidad o porque los sitios de desfogue de han redirigido a ríos o quebradas lo que impacta negativamente a los ecosistemas y que de igual forma desatan la proliferación de enfermedades y que se convierte en un problema de salud pública, por lo que a la final sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades [8]

#### 1.1.3.4. Aguas Residuales

El término aguas residuales hace referencia a las aguas usadas en vehículo de desechos, estas deben ser tratadas para evitar problemas de contaminación, y se conducen por una red de saneamiento y son tratadas en PTAR. [9]. Del mismo modo, un punto importante es la contaminación debido a que desestabiliza la relación entre el hombre y el medio. Así, la contaminación de los causes receptores superficiales y subterráneos tiene su origen en; la precipitación atmosférica, escorrentía agrícola y zonas verdes, escorrentía superficial de zonas urbanizadas, vertidos de aguas procedentes del uso doméstico, y descargas de vertidos industriales. [9].

Por otro lado, se puede identificar la contaminación por la procedencia; drenaje, escorrentía, domésticas (fecales, limpieza), industriales (comerciales e industriales), agrarias (agrícolas y ganaderas). A partir de lo mencionado, las aguas contaminadas además se clasifican de la siguiente manera.

Aguas pluviales	Aguas Blancas	Aguas Negras o Urbanas	Aguas Industriales	Aguas Agrarias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de la escorrentía superficial provocada por precipitaciones atmosféricas</li> <li>• Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la atmósfera y por el lavado de superficies y terrenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de la escorrentía superficial y de drenajes</li> <li>• Está determinada por la aportada con los caudales drenados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de las aglomeraciones urbanas vertidos de la actividad humana doméstica</li> <li>• Sus volúmenes son menores que las aguas blancas y sus caudales y contaminación mucho más regulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de las actividades industriales (elaboración de productos, preparación de materias primas, entre otros.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de actividades agrícolas y ganaderas</li> <li>• La contaminación perjudica sensiblemente al cauce o medio receptor.</li> </ul>

**Figura 1** Clasificación de Aguas Residuales

**Fuente:** Manual de Depuración Uralita, 2004

### 1.1.3.5. Sistema de alcantarillado sanitario

El término sistema de alcantarillado hace referencia a una serie de tuberías que se encargan de guiar, recibir y evacuar las aguas residuales de la población. [6]. La ausencia de este sistema podría generar un gran peligro para la salud de una población dado que ocasionaría enfermedades epidemiológicas, y además provocaría pérdidas materiales. Asimismo, estos sistemas cuentan con tuberías de grandes diámetros que facilitan la operación del sistema, en este punto, es importante tomar en cuenta los parámetros que definen el caudal; densidad poblacional y su estimulación futura, mantenimiento inadecuado o nulo.[8]. Como se puede ver, es necesario que la población cuente con sistemas de alcantarillado sanitario para mantener una adecuada calidad de vida.

### 1.1.3.6. Criterios Técnicos

Para asegurar adecuados efectos de auto limpieza se debe diseñar el sistema de alcantarillado con una velocidad mínima de 0,30 m/s para tubería parcialmente llena. Mientras que, en las velocidades máximas a tubo lleno adoptará las siguientes velocidades y coeficiente de rugosidad.[10]

**Tabla 1** Velocidad y coeficiente

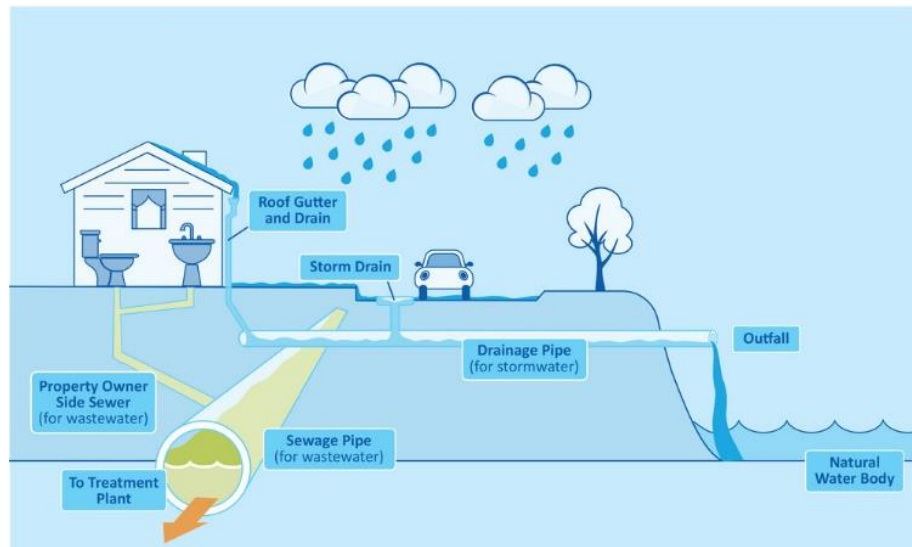
<b>MATERIAL</b>	<b>Velocidad Máxima a tubo lleno m/s</b>	<b>Coefficiente de rugosidad.</b>
Tuberías		
De hormigón simple con uniones de mortero.	3.5	0.013
	4.0	0.013
Comuniones mecánicas	6.0	0.013
De hormigón armado	4.5	0.011
De Asbesto-cemento	4.5	0.011
De P.V.C		
	4.5	0.017
Colectores		
De hormigón ciclópeo	5.5	0.015
	7.0	0.015
De hormigón simple		
De hormigón armado		

**Fuente:** Plan de ordenamiento territorial 2021

### 1.1.3.7. Clasificación de los alcantarillados

El sistema de alcantarillado puede clasificarse en dos tipos; convencionales y no convencionales. Por un lado, los sistemas de alcantarillado convencionales tienen una subclasificación [5]:

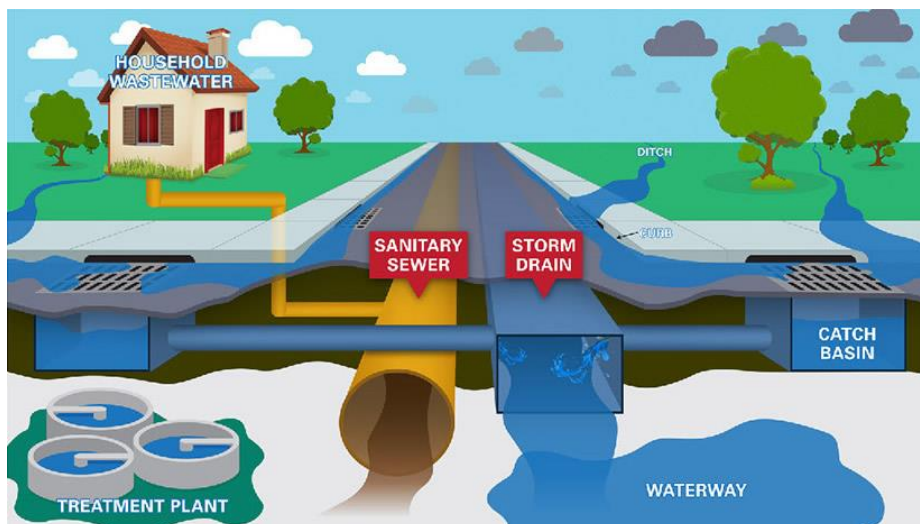
- a) **Alcantarillado separado:** En este tipo de alcantarillado se desvincula la evacuación de aguas residuales y lluvia.



**Figura 2** Alcantarillado separado

**Fuente:** Seattle Public Utilities, 2013

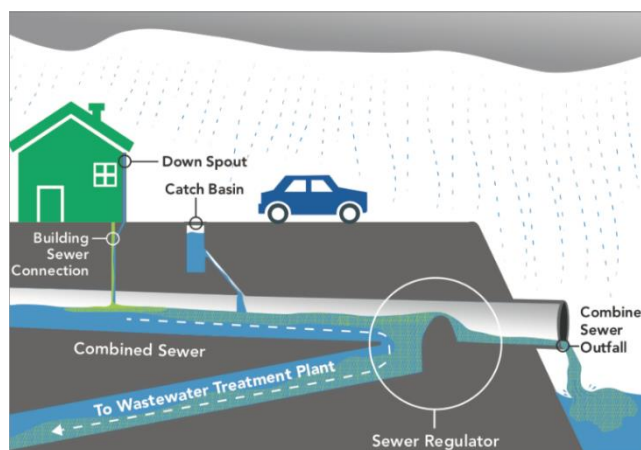
- **Alcantarillado sanitario:** Este sistema está diseñado para recoger únicamente las aguas residuales domésticas e industriales.
- **Alcantarillado pluvial:** Sistema diseñado para la evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.



**Figura 3** Alcantarillado pluvial y sanitario

**Fuente:** Seattle Public Utilities, 2013

- b) **Alcantarillado combinado:** Guía conjuntamente las aguas residuales, domesticas e industriales, y las aguas de lluvia.



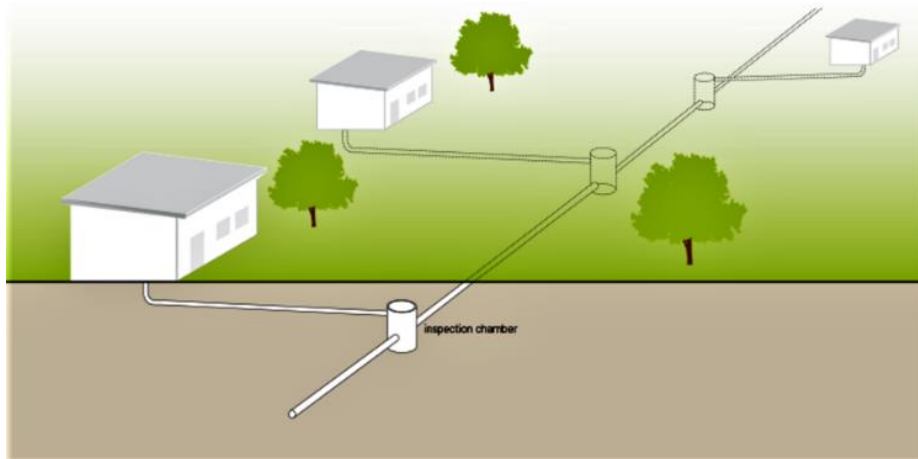
**Figura 4** Alcantarillado pluvial y sanitario

**Fuente:** Seattle Public Utilities, 2013

Mientras que, los sistemas de alcantarillado no convencionales de acuerdo con el tipo de tecnología aplicada y se limita a la evacuación de las aguas residuales [5]:

- a. **Alcantarillado simplificado:** Sistema con similares lineamientos de un alcantarillado convencional, pero adicionalmente, se podría reducir diámetros

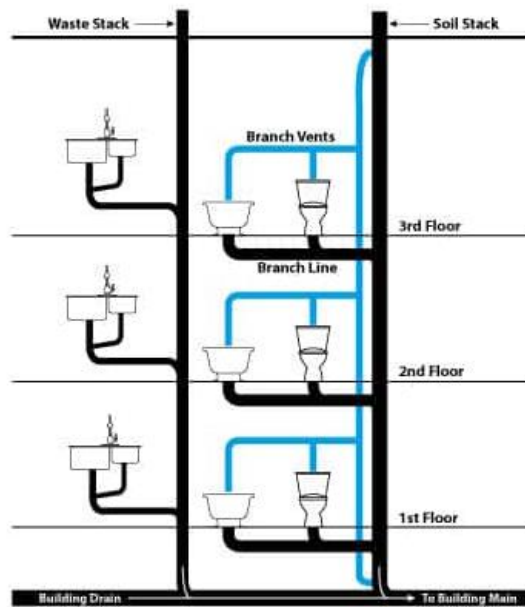
y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.



**Figura 5** Alcantarillado simplificado

**Fuente:** Seattle Public Utilities, 2013

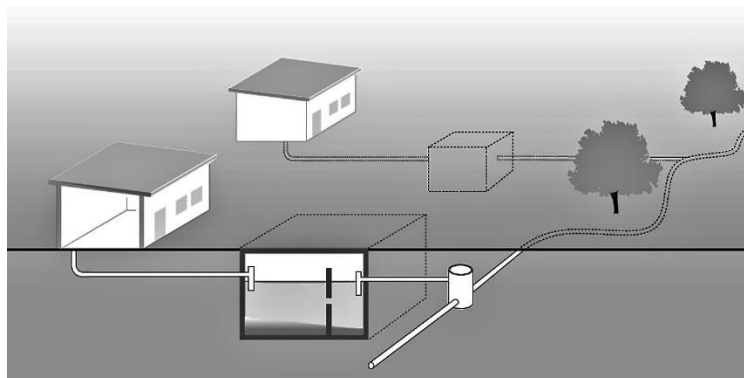
- b. Alcantarillado condominiales:** Sistema que se encarga de recolectar las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.



**Figura 6** Alcantarillado condominiales

**Fuente:** Seattle Public Utilities, 2013

- c. **Alcantarillado sin arrastre de sólidos:** Sistema de alcantarillado de arrastre o a presión, se encarga de la evacuación de los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones.



**Figura 7** Alcantarillado sin arrastre de sólidos

**Fuente:** Seattle Public Utilities, 2013



### **1.1.3.8.Sistema de Tratamiento de aguas residuales domésticas**

Ecuador cuenta con escasas ciudades con sistemas de tratamiento de aguas residuales, el 62% de los 215 municipios del país trata el agua residual, y el resto no realiza ningún tipo de tratamiento. En este punto es necesario mencionar que la Sierra posee el mayor número de plantas de tratamiento con un 50% del total del país [6]. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales tienen varios métodos y etapas, estos generan un efluente reutilizable en el ambiente.

#### **1.1.3.8.1. Parámetros de aguas residuales**

De acuerdo con el TULSMA (2017), el cual contiene normas técnicas ambientales que están dictadas bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental y estas son de aplicación obligatoria y rigen en todo el territorio nacional del Ecuador. Así, en la legislación se establece los siguientes puntos [10]:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua

Así, la norma señala que está prohibido descargar en un sistema público de alcantarillado cualquier objeto o sustancia que pueda obstruir los colectores o sus accesorios, tales como; fragmentos de piedra, basuras, fibras, resinas sintéticas, plásticos, residuos de malta, gasolina, aceites vegetales y animales, fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, entre otros. [10]. Por lo mencionado, toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir con los diferentes valores presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 2** Limites descarga al sistema de alcantarillado público

<b>PARAMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio	Sustancias solubles en hexano	mg/l	No detectable Cero
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	No detectable Cero
Aluminio	Al	mg/l	No detectable Cero
Arsénico total	As	mg/l	No detectable Cero
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado
Cianuro total	CN	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr +6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q. O	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total	N	mg/l	40
Kjedahl			
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos		mg/l	220
Totales			
Solidos totales		mg/l	1600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0

Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

**Fuente:** Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, 2015

Del mismo modo, la norma permite que los municipios definan las cargas máximas permisibles las cuales deben ser justificadas técnicamente y deben ser revisadas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Nacional.

Para la carga máxima permisible para una descarga se realiza una relación desarrollada a través del balance de masa. [11]

$$Q_e \cdot C_e = (Q_e + Q_r) C_c - Q_r C_r$$

En donde:

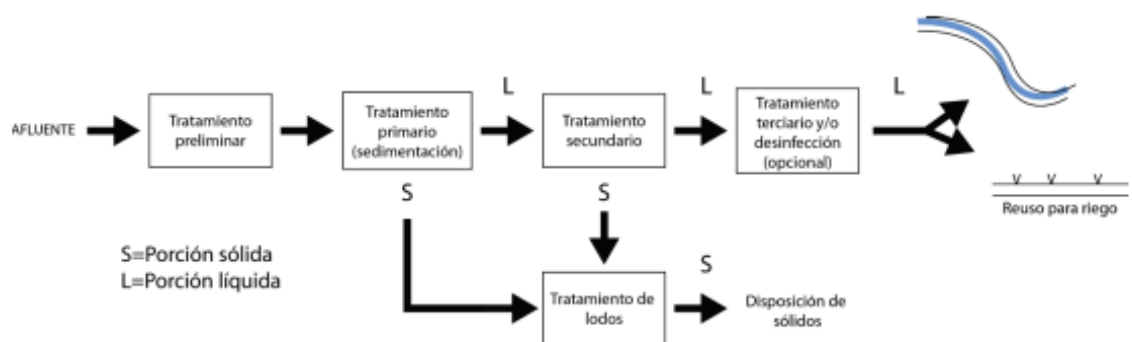
- $C_e$  = concentración media diaria (del contaminante) máxima permitida en la descarga (o efluente tratado), para mantener el objetivo de calidad en el tramo aguas abajo de la descarga, en condiciones futuras.
- $C_c$  = concentración media diaria igual al criterio de calidad para el uso asignado en el tramo aguas abajo de la descarga.
- $C_r$  = concentración del contaminante en el tramo aguas arriba de la descarga, cuyo valor debe ser menor que la concentración que el criterio de calidad  $C_c$ .
- $Q_r$  = caudal crítico de cuerpo receptor, generalmente correspondiente a un período de recurrencia de 10 años y siete días consecutivos o caudal con una garantía del 85%, antes de la descarga o caudal ambiental.
- $Q_e$  = Caudal de la descarga en condiciones futuras (generalmente se considera de 25 años, período que es el utilizado en el diseño de las obras de descontaminación)

La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.[11]

### 1.1.3.8.2. Componentes básicos de tratamiento de aguas residuales

Este proceso está compuesto por 4 etapas las cuales se detallan a continuación:

- **Tratamiento Preliminar:** Esta etapa consiste en la separación de los sólidos gruesos (rejillas, trituradores, desarenadores, tanque desgrasador, desnatadora, aireación preliminar)
- **Tratamiento Primario:** En esta etapa se realiza la separación de sólidos sedimentables y materia orgánica gruesa o grande (sedimentador, tanque Imhoff, fosa séptica, pozo absorbente, precipitación química).
- **Tratamiento Secundario:** En esta etapa se realiza la degradación biológica de compuestos orgánicos (lodos activados, filtración biológica, lagunas de estabilización).
- **Tratamiento Terciario:** Esta es la etapa final en la cual se produce la remoción de nutrientes, desinfección y compuestos tóxicos (floculación, filtración, desinfección).



**Figura 8** Componentes de tratamiento

**Fuente:** Belzona, 2010

Por otro lado, existen otras alternativas de tratamiento para zonas sin acceso a la red de alcantarillado, como, por ejemplo: pozos sépticos, baños ecológicos, letrinas,

descarga en cuerpos hídricos o sobre el terreno. A continuación, se detalla el porcentaje de cobertura y déficit del sistema de alcantarillado en el cantón Quero.

**Tabla 3** Porcentaje de cobertura y déficit del sistema de alcantarillado en el cantón Quero.

SECTOR	QUERO		RUMIPAMPA		YANAYACU		COBERTURA	DÉFICIT
	COBERTURA	DEFICIT	COBERTURA	DEFICIT	COBERTURA	DEFICIT		
<b>URBANO</b>	20.48	1.06	7.62	6.95	20.67	2.98	28.34	71.66
<b>RURAL</b>	9.71	68.75		85.43	29.05	47.3		
<b>TOTAL</b>	30.19	69.81	7.62	92.38	49.72	50.28		

**Fuente:** Plan de ordenamiento territorial 2021

#### 1.1.3.9. Criterios generales de diseño

De acuerdo con las normas establecidas por el INEN (2010), mencionan lo siguiente [10]:

- a) La red de alcantarillado sanitario se diseñará de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0,30 m, cuando ellas sean paralelas y de 0,20 cuando se crucen.
- b) Siempre que sea posible, las tuberías de red sanitaria se colocaran en el lado opuesto de la calzada aquél en el que se ha instalado la tubería de agua potable, o sea, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes, y las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada.
- c) Las tuberías se diseñarán profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad mínima de 1,2m de alto sobre la clave del tubo.

- d) El diámetro mínimo que deberá usarse en sistemas de alcantarillado será 200 cm para alcantarillado sanitario y 250 cm para alcantarillado pluvial.
- e) Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 100 cm para sistemas sanitarios y 150 cm para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1%.
- f) La solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, pues estas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- g) Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- h) Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de posibles saltos, siempre este por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- i) Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que el preferiblemente sea mayor que 0,60m/s para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.
- j) La capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

#### **1.1.3.10. Planta de Tratamiento**

La planta de tratamiento (PTAR) es un conjunto de instalaciones y procesos para tratar aguas residuales. Es decir, se encarga de evacuar los sólidos, y disminuir la materia orgánica y los contaminantes.

Es necesario que las plantas de tratamiento sean rehabilitadas o reemplazadas, de tal forma que el sistema tenga la capacidad para tratar aguas residuales hasta 35.000 m<sup>3</sup>/día y generar un efluente con una cantidad que cumpla los requisitos de descarga. La construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales tiene varias ventajas o beneficios. Por ejemplo, evita que se contaminen ríos, lagos, etc. Protege la fauna y la flora del lugar o zona del proyecto. Asimismo, el efluente que se obtenga puede ser utilizado para el regadío.

En consecuencia, es necesario conocer el nivel de contaminación que tienen las aguas servidas con el fin de aplicar un tratamiento adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente. Por tal, existen parámetros importantes en la caracterización de aguas residuales.

#### **1.1.4. Objetivos**

##### **1.1.4.1. Objetivo General**

- Diseñar una propuesta para el mejoramiento del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales del sector Hualcanga, Quero.

##### **1.1.4.2. Objetivos Especificos**

- Desarrollar un levantamiento de información del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Elaborar un diseño hidráulico sanitario del sistema de alcantarillado.
- Evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y proponer una alternativa de mejora.



## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1. Metodología y Materiales**

El presente proyecto técnico se encargará del diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad de vida de la comunidad Hualcanga Santa Anita, parroquia La Matriz, cantón Quero, provincia de Tungurahua

Para el diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad de vida de la comunidad Hualcanga Santa Anita, parroquia la matriz, cantón quero, provincia de Tungurahua, son necesarios materiales y equipos que son de gran importancia al realizar las actividades de campo entre los principales se encuentran:

#### **2.1.1. Estación Total**

La estación total surge como reemplazo del Teodolito en la topografía, este instrumento es de gran utilidad para medir distancias y realizar cálculos. Del mismo modo, es útil para realizar levantamientos catastrales. Este aparato está formado por un lente telescópico con objetivo laser, teclado, procesador interno para cálculo, pantalla y almacenamiento de datos, cuenta con baterías de litio recargables para su funcionalidad.

#### **2.1.2. Prisma Topográfico**

Este instrumento es necesario en la estación total para la medición topográfica, se encuentra constituido por un conjunto de cristales, su función es proyectar la señal EMD que produce una estación total. Así, se calcula la distancia en base al tiempo que transcurre en ir y venir

#### **2.1.3. GPS**

El sistema de posicionamiento global es un equipo que será de gran utilidad su marca es Garmin, el cual se obtuvo por medios personales, este instrumento proporcionará servicios fiables de posicionamiento, navegación y cronometría, cuenta con un error de aproximadamente de tres metros. Este instrumento será necesario para localizar posiciones de puntos con el fin de transferirlos a un plano.

#### **2.1.4. Calculadora**

Este equipo se lo utilizará en las actividades de campo y de oficina, la marca utilizada es CASIO fx-570 PLUS, la cual cuenta con 417 funciones científicas de conversiones y una memoria de 9 variables la cual es ideal para realizar los cálculos correspondientes para realización para el proyecto.

#### **2.1.5. Laptop**

La computadora portátil es una herramienta necesaria para la realización de esta investigación, dado que, se la utilizará para ejecutar el diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad de vida de la comunidad Hualcanga Santa Anita, parroquia la matriz, cantón quero, provincia de Tungurahua. La marca de la laptop es HP Intel core i7, sistema operativo Windows 11.

#### **2.1.6. Memory Flash**

Este dispositivo cuenta con una capacidad de 32gb, a través de este se respaldará la información necesaria para esta investigación como; planos, cálculos, diseños, entre otros.

#### **2.1.7. Impresora**

El uso de esta herramienta será necesario para la obtención del material físico. La marca de la impresora es EPSON L355 la cual soporta impresiones en A4, para la obtención de planos se utilizará impresoras de alta gama en almacenes de computación aledaños a la institución.

#### **2.1.8. Programas de Computación**

Se utilizará programas como Civil 3D, Word, y Excel, los cuales serán necesarios para la realización de esta investigación, debido a que, trabajan de manera conjunta para establecer características de terreno, ubicación de pozos, tuberías, planta de tratamiento, cálculos, tablas de áreas de aportación del diseño y la realización del escrito como tal.

### **2.1.9. Materiales De Baja Relevancia**

Se utilizará además materiales de oficina como; esferos, lápices, hojas, y otros materiales que son de uso cotidiano para la elaboración de borradores, sobre todo al momento de ejecutar los cálculos a mano que contribuyen a la realización del diseño.

### **2.2. Método Aplicado a cada fase de Diseño**

La modalidad de investigación que se utilizará en el presente proyecto será técnica, la cual englobará las siguientes modalidades; de campo, de laboratorio y bibliográfica. [12]

La investigación de campo es necesaria para analizar el terreno en el cual se llevará a cabo el proyecto. Asimismo, se realizará levantamientos topográficos, a través de esto se medirá y almacenará datos directamente de la zona a investigar, enfocándose en puntos de control basados en curvas de nivel con el fin de detallar el área del proyecto y de interés, para así elaborar planos topográficos necesarios para el diseño. [12]

Por otro lado, se utilizará la investigación bibliográfica, dado que, es necesaria la recolección de fuentes secundarias como; normas técnicas vigentes, libros, tesis, ensayos técnicos, artículos científicos. Del mismo modo, se recopilará información sobre la red existente y se tomará en cuenta aspectos tales como; físicos, características de las tuberías (diámetros, presión, capacidad), cobertura y lugares de descarga.

Del mismo modo, los niveles de investigación que se utilizarán para la ejecución de este proyecto son: exploratorio, descriptivo y explicativo. En este proyecto se utilizará la observación y el registro de todos los datos que serán facilitados por el GAD de “Quero” con el fin de brindar una solución para el sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento.

La investigación que se realizará es de tipo descriptivo, dado que, conlleva un análisis real de la condición de salubridad del sistema de alcantarillado de la comunidad Hualcanga – Santa Anita. Igualmente, se explicará sobre los problemas y necesidades del sector Hualcanga – Santa Anita del cantón Quero provincia Tungurahua, con el fin de mantener las condiciones de vida adecuada para la comunidad. A continuación, se presenta una tabla con la metodología utilizada para cada fase de análisis.

**Tabla 4** Metodología aplicada para la ejecución del proyecto

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y                      PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>	
	
Metodología aplicada para la ejecución del proyecto	
Fase	Investigación aplicada
Fase preliminar	Investigación de campo
Fase de diseño del sistema de alcantarillado	Investigación documental y de campo
Fase de diseño de la planta de tratamiento	Investigación documental y de campo
Fase técnica	Investigación documental
<b>Nivel de investigación:</b> Investigación explicativa	

**Fuente:** Elaboración propia

### **2.2.1. FASE 1: Preliminar**

La fase preliminar consiste en la recolección de datos, los cuales sirven para realizar los cálculos definitivos del diseño, esta fase a su vez cuenta con pasos secuenciales.

#### **2.2.1.1. Inspección Del Lugar**

La ejecución de este proyecto se realizará en el lugar de interés (Hualcanga). Es decir, en un ambiente real y no controlado, del mismo modo, se evaluará las condiciones en las que se encuentra la planta de tratamiento y si cumple con todos los parámetros requeridos. Por ende, se realizará; una encuesta poblacional, con el fin de analizar la situación actual de la población y recolectar datos que servirán de base para realizar el presente proyecto.

#### **2.2.1.2. Aplicación de un Muestreo Poblacional**

Para realizar la encuesta es necesario obtener el número de pobladores y viviendas que forman parte del área a investigar (Anexo 1).

#### **2.2.1.3. Cualidades del Terreno**

Para la obtención de las cualidades del terreno se utilizará la estación total, prisma y el programa Civil 3D. Estos materiales sirven de base para la ejecución de este proyecto. En la siguiente tabla se presenta las cualidades del terreno a trabajar.

**Tabla 5 Ubicación del lugar**

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
<b>Metodología aplicada para la ejecución del proyecto</b>		
<b>Provincia</b>	Tungurahua	
<b>Cantón</b>	Quero	
<b>Comunidad</b>	Hualcanga Santa Anita	
<b>Límites</b>	NORTE	ESTE
	9841063.00	767338.00
	9840373.00	767982.00
		

Fuente: Google Earth

#### **2.2.1.4. Características del Sistema de Saneamiento**

La población de Hualcanga – Santa Anita cuenta con un sistema de alcantarillado para alrededor de 57 beneficiarios, y 28 no cuenta con el servicio de alcantarillado, las personas que carecen de este sistema envían las aguas servidas a un pozo o terrenos del sector. Por otro lado, los beneficiarios cuentan con un sistema de alcantarillado para descargas de agua residual domestica la cual es conducida a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Así, la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra ubicada en Quero en la comunidad Hualcanga – Santa Anita aguas abajo, la misma se encuentra en funcionamiento, la cual fue construida en el 2006 por el Gobierno Autónomo Descentralizado de “Quero” después de un pedido realizado por los pobladores

La PTAR de la comunidad cuenta con varios procesos para realizar la desinfección del agua residual; tanque repartidor, tanque séptico, filtro anaeróbico de flujo ascendente, y un lecho de secado de lodos. Del mismo modo, el estado actual de la planta de tratamiento es deplorable, debido a que la misma no ha recibido un mantenimiento adecuado; el filtro anaeróbico de flujo ascendente no funciona correctamente y la hermeticidad del repartidor y la fosa séptica no son apropiados razón por la cual emite un mal olor.

**Tabla 6 Partes de la planta de tratamiento**

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>	
	
<b>Partes de la planta de tratamiento</b>	<b>Gráfico</b>
<b>Tanque repartidor</b>	
<b>Tanque séptico</b>	
<b>Filtro anaeróbico de flujo ascendente</b>	



**Fuente:** Elaboración propia

### **2.2.1.5. Plan de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizó diferentes preguntas con el fin de cumplir los objetivos planteados al inicio del proyecto. En la siguiente tabla se muestra la serie de preguntas planteadas, las cuales serán de gran utilidad para el desarrollo de la presente investigación.

**Tabla 7** Plan de recolección de datos

<b>Preguntas</b>	<b>Explicación</b>
<b>¿Para qué?</b>	Para realizar el diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad de vida de la comunidad Hualcanga Santa Anita, parroquia La Matriz, cantón Quero, provincia de Tungurahua.
<b>¿Quiénes serán los beneficiados?</b>	Los habitantes de la comunidad Hualcanga Santa Anita donde se realizará el estudio.
<b>¿Dónde se realizará?</b>	En la comunidad Hualcanga Santa Anita, parroquia La Matriz, cantón Quero, provincia de Tungurahua.
<b>¿Quién lo evalúa?</b>	Ing. Mg. Lenin Gabriel Silva Tipantasig
<b>¿Cómo lo realizará?</b>	Sr. Hector Alejandro Toscano Masabanda

Fuente: Elaboración propia

## **2.2.2. FASE 2: Diseño del Sistema de Alcantarillado**

### **2.2.2.1. Estimación del Periodo de Diseño**

El periodo referencial de vida útil de un sistema de alcantarillado es de 10 a 30 años. Mientras que el tiempo de referencia para realizar el diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales se estima para un tiempo de cuatro meses aproximadamente.

### **2.2.2.2. Datos de la población de diseño**


La población a investigar corresponde a la comunidad Hualcanga – Santa Anita los datos fueron obtenidos de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Así, la población total es de 315 habitantes, el cual corresponde 85 familias, de los cuales 57 hogares están conectados al sistema de alcantarillado, mientras que, 28 carecen del sistema de alcantarillado.



### 2.2.2.3. Cálculo de la tasa de incremento

Para realizar el cálculo de la tasa de incremento se utilizará la ecuación con método geográfico, debido a que, se basa en la variación de la población con respecto al tiempo es constante e independiente. En la siguiente tabla se muestra las diferentes ecuaciones que pueden ser utilizadas.

**Tabla 8** Tasa de crecimiento

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
Método	Ecuación	
Aritmético	$r = \frac{\left(\frac{Pf}{Pa}\right) - 1}{t}$	Ecuación (2.1.a)
Geométrico	$r = \left[ \left(\frac{Pf}{Pa}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right]$	Ecuación (2.1.b)
Exponencial	$r = \frac{\ln\left(\frac{Pf}{Pa}\right)}{t}$	Ecuación (2.1.c)
<b>Donde</b>	<b>r</b>	Índice porcentual de crecimiento poblacional
	<b>Pf</b>	Población futura
	<b>Pa</b>	Población actual
	<b>In</b>	Población actual
	<b>t</b>	Diferencia entre años censales

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.4. Población Actual


Se tiene una población actual de 315 Hab.

### 2.2.2.5. Población Futura

Para evaluar la población futura, se lo realizará mediante la aplicación de proyecciones de crecimiento a través del uso de tres métodos, los cuales se presentan a continuación

en la siguiente tabla. Asimismo, para esta investigación se utilizará el método aritmético.

**Tabla 9** Ecuaciones de la población futura


<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
Método	Ecuación	
Aritmético	$Pf = Pa(1 + r * n)$	Ecuación (2.2.a)
Geométrico	$Pf = Pa(1 + r)^n$	Ecuación (2.2.b)
Exponencial	$Pf = Pa * (e)^{r*n}$	Ecuación (2.2.c)
<b>Donde</b>	<b>Pf</b>	Población futura
	<b>Pa</b>	Población actual
	<b>r</b>	índice de crecimiento poblacional
	<b>n</b>	Periodo de diseño
	<b>e</b>	Constante matemática

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.2.2.4. Cálculo de la densidad poblacional

Para el cálculo poblacional se utilizará la siguiente formula.

**Tabla 10** Ecuación densidad poblacional

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
	$Dpob = \frac{P_{fut}}{A}$	(Ecuación 2.3)
<b>Donde</b>	<b>Dpob</b>	Densidad poblacional
	<b>Pf</b>	Población futura
	<b>A</b>	Área en Hectáreas

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.5. Dotación de Agua Potable

La dotación de agua potable hace referencia al volumen de agua potable consumido diariamente en promedio por cada habitante. Para determinar la dotación de agua potable se lo realizará a través de la toma del promedio equivalente entre los dos valores establecidos en la Norma INEN enfocándose en dos parámetros específicos como el clima y población, como se muestra a continuación.

**Tabla 11** Dotación de Agua Potable


<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
<b>POBLACIÓN (habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA</b>
<b>Hasta 5000</b>	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
<b>5000 a 50000</b>	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
<b>Más de 50000</b>	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Normalización, Código de Práctica Ecuatoriano, 2019 [13]

### 2.2.2.6. Dotación Futura

Para realizar el cálculo de la dotación futura es necesaria la aplicación de la siguiente ecuación.

**Tabla 12** Dotación Futura

DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	Ecuación	
	$Df = Da + \left( \frac{1Lt}{Hab} \right) * n$	(Ecuación 2.4)
<b>Donde</b>	<b>Df</b>	Dotación futura
	<b>Da</b>	Dotación Actual Lts/Hab/Dia
	<b>n</b>	Período de Diseño en años

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.7. Caudales de Diseño

Los caudales de diseño se lo obtienen mediante la siguiente ecuación.

**Tabla 13** Caudales de Diseño


DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	Ecuación	
	$Qd = Qi + Qinf + Qe$	(Ecuación 2.5)
<b>Donde</b>	<b>Qd</b>	Caudal de Diseño (lt/seg)
	<b>Qi</b>	Caudal instantáneo (lt/seg)
	<b>Qinf</b>	Caudal de Infiltración (lt/seg)
	<b>Qe</b>	Caudal de conexiones erradas (lt/seg)

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.8. Caudal Medio Diario

Para determinar el caudal medio se utilizará la siguiente ecuación.

**Tabla 14** Caudal Medio Diario


<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO                      SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES                      HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	<b>Ecuación</b>	
	$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400}$	(Ecuación 2.6)
<b>Donde</b>	<b>Qmd</b>	Caudal medio diario de agua potable (lt/seg).
	<b>Pf</b>	Población Futura (hab)
	<b>Df</b>	Dotación Futura (lt/hab/día).
	<b>86400</b>	Número de segundos al día

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.9. Caudal Medio Diario Sanitario

Para determinar el caudal medio diario sanitario se utilizará la siguiente ecuación.

**Tabla 15** Caudal Medio Diario Sanitario

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y                      PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	<b>Ecuación</b>	
	$Q_{m ds} = C * Q_{md}$	(Ecuación 2.7)


<b>Donde</b>	<b>Qmds</b>	= Caudal Medio Diario Sanitario (lt/seg)
	<b>C</b>	Coeficiente de retorno (60% – 80 %)
	<b>Qmd</b>	Caudal Medio Diario de Agua Potable (lt/seg)

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.2.2.10. Caudal Máximo Instantáneos

Para determinar el caudal máximo instantáneo se utilizará la siguiente ecuación.

**Tabla 16** Caudal Máximo Instantáneos


<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	<b>Ecuación</b>	
	$Q_i = Q_{mds} * M$	(Ecuación 2.8)
<b>Donde</b>	<b>Q<sub>i</sub></b>	Caudal de Infiltración (lt/seg)
	<b>Q<sub>mds</sub></b>	Caudal Medio Diario Sanitario (lt/seg)
	<b>M</b>	Coeficiente de mayoración

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.2.2.10. Coeficiente de Mayoración

El coeficiente de mayoración hace referencia a la relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario. El coeficiente puede variar de acuerdo a los mismos factores que influye a la variación de los caudales de abastecimiento de agua potable es decir puede variar de acuerdo al clima, etc. Para determinar el caudal máximo instantáneo se puede utilizar las siguientes ecuaciones.

**Tabla 17** Coeficiente de Mayoración

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>	
	
	<b>Ecuación</b>
	$Q_{max} = k * Q_{promedio}$
<b>Donde</b>	El coeficiente de mayoración se sacó del promedio realizado entre las k de todos los días tomados las muestras.

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Normalización, Código de Práctica Ecuatoriano, 2019

#### 2.2.2.11. Caudal de infiltración


El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra a la red de alcantarillado a través de las paredes de tuberías defectuosas. Para determinar el caudal de infiltración es necesario hacer aforos en el sistema en horas de mínimo consumo. Asimismo, en la siguiente tabla se recomienda algunos caudales de infiltración de acuerdo con el tipo de tubería.

**Tabla 18** Constantes Según el tipo de Tubería

Tipo de unión	TUBO DE HORMIGÓN SIMPLE		TUBO PVC	
	Mortero A/C	Caucho	Pegante	Caucho
N.F. bajo	0.0005	0.0002	0.0001	0.00005
N.F. alto	0.0008	0.0002	0.00015	0.0005

**Fuente:** Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado, 2009[14]

**Tabla 19** Caudal de infiltración

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y                      PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	<b>Ecuación</b>	
	$Q_{inf} = I * L$	(Ecuación 2.11)
<b>PARA TUBERIAS                      EXISTENTES                      AREA &lt; 10 Ha</b>	$10Ha \leq AREA \leq 5000Ha$ $Q_{inf} = \frac{48.5m}{d} \frac{Ha}{d}$	(Ecuación 2.12)
<b>PARA TUBERIAS                      NUEVAS                      AREA &lt; 40.5 Ha</b>	$40.5Ha \leq AREA \leq 5000Ha$ $Q_{inf} = 42.51A^{-0.3}$ $Q_{inf} = 14m^3/Ha/d$	(Ecuación 2.13)
<b>Donde</b>	<b>Q<sub>inf</sub></b>	Caudal de infiltración (lt/seg)
	<b>I</b>	Valor de la infiltración (1/m, 1/km)
	<b>L</b>	Longitud de la tubería (m, km)
	<b>EX - IEOS</b>	(Solo para tuberías de H.S.)


Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.12. Caudal por conexiones erradas

Para el cálculo del caudal por conexiones erradas se debe considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas; así como las conexiones clandestinas las cuales se anexas al sistema de alcantarillado. Por lo general el caudal de conexiones erradas es del 5% al 10% de  $Q_i$ .



**Tabla 20** Caudal por conexiones erradas

DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	Ecuación	
	$Q_e = (0.05 - 0.10) * Q_i$	(Ecuación 2.14)
<b>Donde</b>	<b><math>Q_e</math></b>	Caudal por conexiones erradas (lt/seg)
	<b><math>Q_i</math></b>	Caudal por infiltraciones (lt/seg)
	<b>NOTA</b>	Valor utilizarse 0.05 (5%)

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.13. Diseño Hidráulico

#### 2.2.2.13.1. Pendiente Hidráulica

Para determinar la pendiente hidráulica se utilizará la siguiente ecuación.

**Tabla 21** Pendiente Hidráulica


DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	Ecuación	
	$S = \frac{C_i - C_f}{L}$	(Ecuación 2.15)
<b>Donde</b>	<b>S</b>	Pendiente del Proyecto (m/m)
	<b>C<sub>i</sub></b>	Cota Inicial del Proyecto (m)
	<b>C<sub>f</sub></b>	Cota final del Proyecto (m)

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.13.2. Diámetro de la Tubería

Para determinar el diámetro de la tubería se utilizará la siguiente ecuación.

**Tabla 22** Diámetro de la Tubería

DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	<b>Ecuación</b>	
	$D = \left( \frac{Qd * n}{0.312 * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$	(Ecuación 2.16)
<b>Donde</b>	<b>D</b>	Diámetro (m)
	<b>Qd</b>	Caudal de diseño para cada tramo (lt/seg)
	<b>n</b>	Coeficiente de rugosidad de Manning
	<b>S</b>	Pendiente Hidráulica por tramos


**Fuente:** Elaboración Propia

Para determinar la pendiente mínima se utilizará la siguiente ecuación.

### 2.2.2.13.3. Velocidades

Para determinar la velocidad se utilizará la siguiente ecuación.

**Tabla 23** Velocidades

DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	<b>Ecuación</b>	
Velocidad	$V = \frac{1}{2} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	(Ecuación 2.19)

Sección Totalmente Llena	Caudal	$QTII = \frac{0.312}{n} * D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	(Ecuación 2.20)
	Velocidad	$VTII = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	(Ecuación 2.21)
	Radio Hidráulico (Rh)	$Rh = \frac{D}{4}$	(Ecuación 2.22)
Donde	V		Velocidad (m/seg))
	Rh		Radio Hidráulico (m)
	S		Pendiente (m/m)
	n		Coeficiente de Rugosidad de Manning (Adimensional)
	QTII		Caudal Totalmente Lleno (lt/seg)
	VTII		Velocidad Totalmente Llena (m/seg)
	D		Diámetro (m)

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 9 SN Canales**

**Fuente:** SN Canales


### 2.2.3. FASE 3: Diseño de la Planta De Tratamiento

Para la fase 3 del diseño de la planta de tratamiento se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros.

#### 2.2.3.1. Caudal Medio Diario de Agua Potable

Para calcular el caudal medio diario es necesario el uso de la siguiente fórmula.

**Tabla 24** Caudal Medio Diario de Agua Potable

DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	Ecuación	
	$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400}$	(Ecuación 2.23)
	Q <sub>md</sub>	Caudal medio diario de agua potable (lt/seg)


Donde	Pf	Población Futura (hab)
	Df	Dotación Futura (lt/hab/día).
	86400	Número de segundos al día

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.3.2. Caudal Medio Diario Sanitario

La siguiente fórmula se la empleará para el caudal de diseño de la planta de tratamiento

**Tabla 25** Caudal Medio Diario Sanitario

DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA		
		
	Ecuación	
	$Q_{m\dot{d}s} = Q_{d\dot{p}} = C * Q_{m\dot{d}}$	(Ecuación 2.24)
Donde	$Q_{m\dot{d}s}$	Caudal Medio Diario Sanitario (lt/seg)
	$Q_{d\dot{p}}$	Caudal de diseño de planta de tratamiento (lt/seg)
	C	Coefficiente de retorno (60% – 80 %)
	$Q_{m\dot{d}}$	Caudal Medio Diario de Agua Potable (lt/seg)

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.2.3.2.1 Medición de caudales

Para realizar la medición de caudales de la PTAR de la comunidad Hualcanga – Santa Anita se empleó el método de la medición volumétrica a través de un balde con medida de 5 litros y un cronometro. La medición de los caudales se lo realizo durante 15 días seguidos, y se utilizó el método volumétrico, desde el 03 de enero de 2022 hasta el 17 de enero 2022. La medición se la realizó a cada hora de 6:00 am a 18:00 pm, es decir por un tiempo de 13 horas.

**Tabla 26** Toma de Caudales en lt/s – Lunes 03 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
1	6:00:00 a. m.	3-ene-22	5	138,74	0,036
2	7:00:00 a. m.	3-ene-22	5	56,25	0,089
3	8:00:00 a. m.	3-ene-22	5	15,61	0,320
4	9:00:00 a. m.	3-ene-22	5	35,2	0,142
5	10:00:00 a. m.	3-ene-22	5	24,16	0,207
6	11:00:00 a. m.	3-ene-22	5	20,1	0,249
7	12:00:00 p. m.	3-ene-22	5	48,65	0,103
8	1:00:00 p. m.	3-ene-22	5	7,45	0,671
9	2:00:00 p. m.	3-ene-22	5	40,34	0,124
10	3:00:00 p. m.	3-ene-22	5	26,18	0,191
11	4:00:00 p. m.	3-ene-22	5	26	0,192
12	5:00:00 p. m.	3-ene-22	5	54,43	0,092
13	6:00:00 p. m.	3-ene-22	5	42,29	0,118
					0,195

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27** Toma de Caudales en lt/s – Lunes 10 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
1	6:00:00 a. m.	10-ene-22	5	150,19	0,033
2	7:00:00 a. m.	10-ene-22	5	37,61	0,133
3	8:00:00 a. m.	10-ene-22	5	28,54	0,175
4	9:00:00 a. m.	10-ene-22	5	19,83	0,252
5	10:00:00 a. m.	10-ene-22	5	13,59	0,368
6	11:00:00 a. m.	10-ene-22	5	32,75	0,153
7	12:00:00 p. m.	10-ene-22	5	21,26	0,235

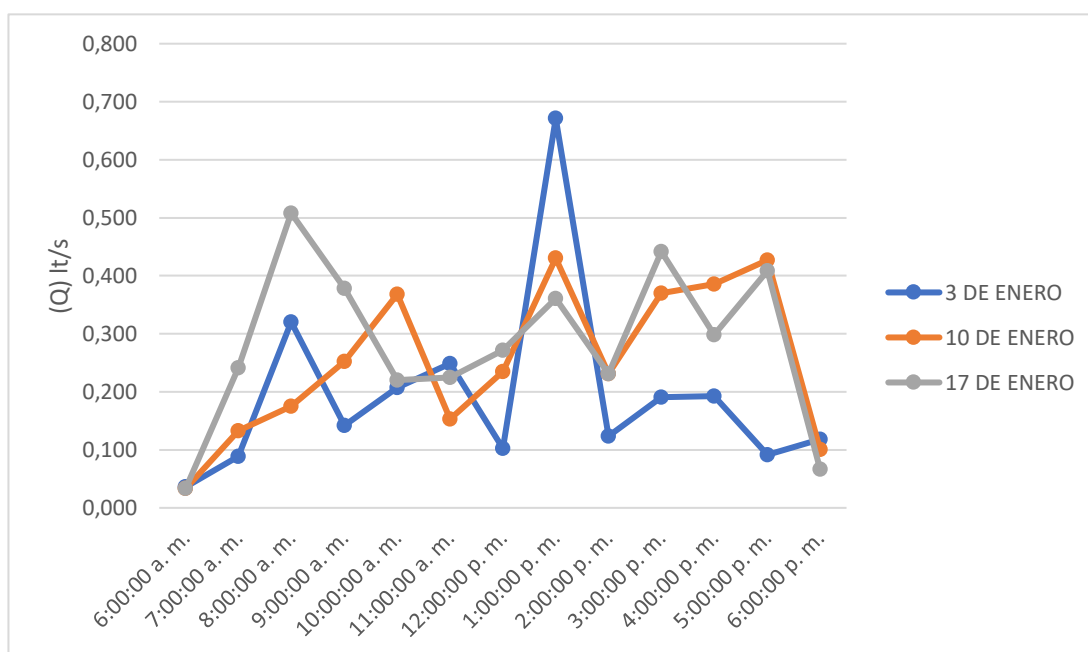
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	10-ene-22	5	11,62	0,430
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	10-ene-22	5	21,63	0,231
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	10-ene-22	5	13,53	0,370
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	10-ene-22	5	12,98	0,385
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	10-ene-22	5	11,71	0,427
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	10-ene-22	5	49,66	0,101
					0,253

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 28** Toma de Caudales lt/s – Lunes 17 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
<b>1</b>	6:00:00 a. m.	17-ene-22	5	149,64	0,033
<b>2</b>	7:00:00 a. m.	17-ene-22	5	20,7	0,242
<b>3</b>	8:00:00 a. m.	17-ene-22	5	9,84	0,508
<b>4</b>	9:00:00 a. m.	17-ene-22	5	13,23	0,378
<b>5</b>	10:00:00 a. m.	17-ene-22	5	22,68	0,220
<b>6</b>	11:00:00 a. m.	17-ene-22	5	22,27	0,225
<b>7</b>	12:00:00 p. m.	17-ene-22	5	18,43	0,271
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	17-ene-22	5	13,85	0,361
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	17-ene-22	5	21,67	0,231
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	17-ene-22	5	11,31	0,442
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	17-ene-22	5	16,78	0,298
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	17-ene-22	5	12,25	0,408
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	17-ene-22	5	74,53	0,067
					0,283

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 10** Gráfica lunes  
**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con lo analizado los días lunes, se puede observar que no existe un pico constante, sin embargo, el lunes 03 de enero existió una pequeña variación a la 1:00 pm, no obstante, no es significativa porque no coincide con el resto de días en los cuales se tomó la muestra. El resto de horas en las cuales se tomó las muestras no existe un pico elevado del caudal debido a que los pobladores se encuentran laborando y por tal motivo no se encuentran en sus viviendas.

**Tabla 29** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Martes 04 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	4-ene-22	5	203,25	0,025
2	7:00:00 a. m.	4-ene-22	5	56,7	0,088
3	8:00:00 a. m.	4-ene-22	5	50,82	0,098
4	9:00:00 a. m.	4-ene-22	5	29,25	0,171
5	10:00:00 a. m.	4-ene-22	5	14,3	0,350
6	11:00:00 a. m.	4-ene-22	5	28,16	0,178
7	12:00:00 p. m.	4-ene-22	5	14,19	0,352



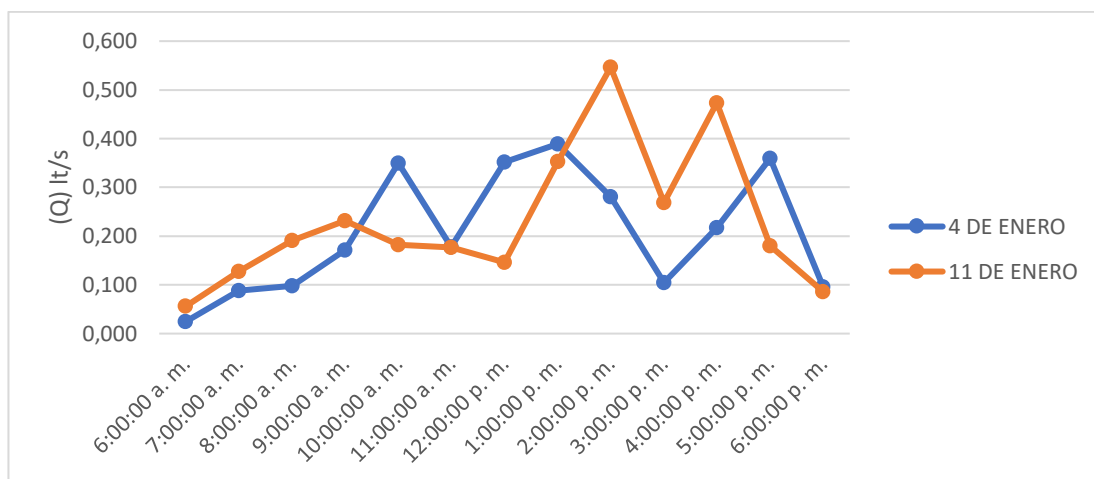
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	4-ene-22	5	12,85	0,389
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	4-ene-22	5	17,79	0,281
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	4-ene-22	5	47,98	0,104
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	4-ene-22	5	22,96	0,218
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	4-ene-22	5	13,9	0,360
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	4-ene-22	5	52,35	0,096
					0,208

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 30** Toma de Caudales en lt/s – Martes 11 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
<b>1</b>	6:00:00 a. m.	11-ene-22	5	89,26	0,056
<b>2</b>	7:00:00 a. m.	11-ene-22	5	39,33	0,127
<b>3</b>	8:00:00 a. m.	11-ene-22	5	26,21	0,191
<b>4</b>	9:00:00 a. m.	11-ene-22	5	21,64	0,231
<b>5</b>	10:00:00 a. m.	11-ene-22	5	27,5	0,182
<b>6</b>	11:00:00 a. m.	11-ene-22	5	28,31	0,177
<b>7</b>	12:00:00 p. m.	11-ene-22	5	34,1	0,147
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	11-ene-22	5	14,17	0,353
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	11-ene-22	5	9,15	0,546
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	11-ene-22	5	18,62	0,269
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	11-ene-22	5	10,56	0,473
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	11-ene-22	5	27,81	0,180
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	11-ene-22	5	58,3	0,086
					0,232

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 11** Gráficas martes

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con lo analizado los días martes, se puede observar que no existe un pico constante, sin embargo, el martes 11 de enero existió una variación a la 3:00pm, no obstante, no es significativa porque no coincide con el resto de los días en los cuales se tomó la muestra. El resto de las horas en las cuales se tomó las muestras no existe un pico elevado del caudal debido a que los pobladores se encuentran laborando y por tal motivo no se encuentran en sus viviendas.

**Tabla 31** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Miércoles 05 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	5-ene-22	5	206,44	0,024
2	7:00:00 a. m.	5-ene-22	5	60,72	0,082
3	8:00:00 a. m.	5-ene-22	5	62,87	0,080
4	9:00:00 a. m.	5-ene-22	5	25,81	0,194
5	10:00:00 a. m.	5-ene-22	5	49,09	0,102
6	11:00:00 a. m.	5-ene-22	5	25,37	0,197
7	12:00:00 p. m.	5-ene-22	5	23,67	0,211
8	1:00:00 p. m.	5-ene-22	5	14,95	0,334
9	2:00:00 p. m.	5-ene-22	5	25,38	0,197
10	3:00:00 p. m.	5-ene-22	5	19,99	0,250
11	4:00:00 p. m.	5-ene-22	5	14,25	0,351

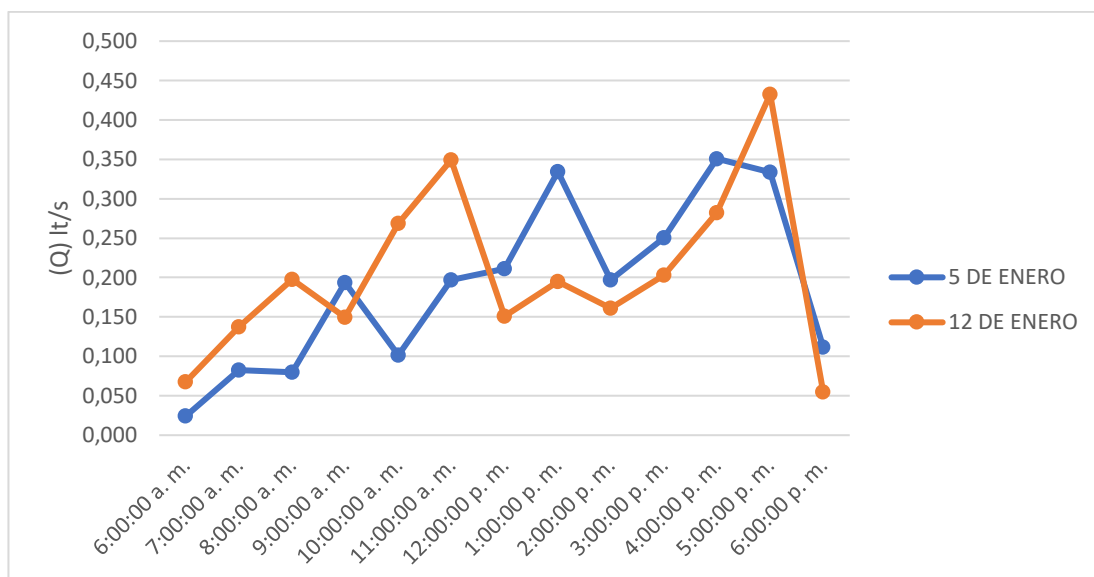
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	5-ene-22	5	14,99	0,334
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	5-ene-22	5	44,78	0,112
					0,190

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 32** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Miércoles 12 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
<b>1</b>	6:00:00 a. m.	12-ene-22	5	74,11	0,067
<b>2</b>	7:00:00 a. m.	12-ene-22	5	36,35	0,138
<b>3</b>	8:00:00 a. m.	12-ene-22	5	25,28	0,198
<b>4</b>	9:00:00 a. m.	12-ene-22	5	33,36	0,150
<b>5</b>	10:00:00 a. m.	12-ene-22	5	18,62	0,269
<b>6</b>	11:00:00 a. m.	12-ene-22	5	14,33	0,349
<b>7</b>	12:00:00 p. m.	12-ene-22	5	33,19	0,151
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	12-ene-22	5	25,63	0,195
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	12-ene-22	5	31,06	0,161
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	12-ene-22	5	24,59	0,203
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	12-ene-22	5	17,72	0,282
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	12-ene-22	5	11,56	0,433
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	12-ene-22	5	91,45	0,055
					0,204

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 12** Gráficas miércoles

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con lo analizado los días miércoles, se puede observar que no existe un pico constante, sin embargo, el miércoles 12 de enero existió una variación a la 5:00pm, no obstante, no es significativa porque no coincide con el resto de días en los cuales se tomó la muestra. El resto de horas en las cuales se tomó las muestras no existe un pico elevado del caudal debido a que los pobladores se encuentran laborando y por tal motivo no se encuentran en sus viviendas.

**Tabla 33** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Jueves 06 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	6-ene-22	5	153,42	0,033
2	7:00:00 a. m.	6-ene-22	5	51,68	0,097
3	8:00:00 a. m.	6-ene-22	5	23,95	0,209
4	9:00:00 a. m.	6-ene-22	5	50,97	0,098
5	10:00:00 a. m.	6-ene-22	5	15,81	0,316
6	11:00:00 a. m.	6-ene-22	5	8,93	0,560
7	12:00:00 p. m.	6-ene-22	5	12,59	0,397
8	1:00:00 p. m.	6-ene-22	5	41,59	0,120

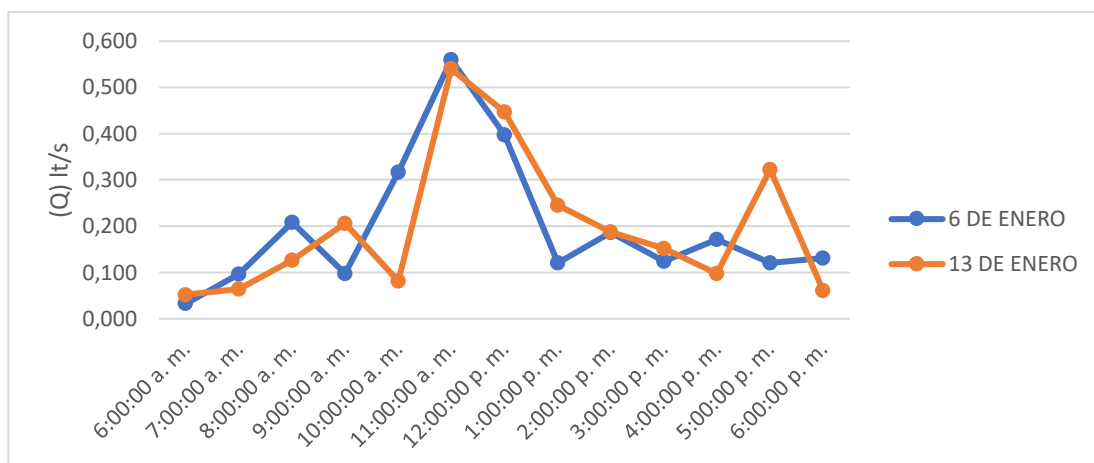
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	6-ene-22	5	26,9	0,186
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	6-ene-22	5	40,41	0,124
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	6-ene-22	5	29,19	0,171
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	6-ene-22	5	41,28	0,121
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	6-ene-22	5	38,22	0,131
					0,197

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 34** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Jueves 13 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
<b>1</b>	6:00:00 a. m.	13-ene-22	5	96,03	0,052
<b>2</b>	7:00:00 a. m.	13-ene-22	5	78,18	0,064
<b>3</b>	8:00:00 a. m.	13-ene-22	5	39,55	0,126
<b>4</b>	9:00:00 a. m.	13-ene-22	5	24,26	0,206
<b>5</b>	10:00:00 a. m.	13-ene-22	5	61,7	0,081
<b>6</b>	11:00:00 a. m.	13-ene-22	5	9,26	0,540
<b>7</b>	12:00:00 p. m.	13-ene-22	5	11,19	0,447
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	13-ene-22	5	20,4	0,245
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	13-ene-22	5	26,65	0,188
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	13-ene-22	5	32,81	0,152
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	13-ene-22	5	51,08	0,098
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	13-ene-22	5	15,48	0,323
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	13-ene-22	5	82,39	0,061
					0,199

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 13** Gráficas jueves

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con lo analizado los jueves, se puede observar que existe un pico constante el jueves 6 y 13 de enero a las 11:00 am. El resto de las horas en las cuales se tomó las muestras no existe un pico elevado del caudal debido a que los pobladores se encuentran laborando y por tal motivo no se encuentran en sus viviendas.

**Tabla 35** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s –Viernes 07 de enero 2022

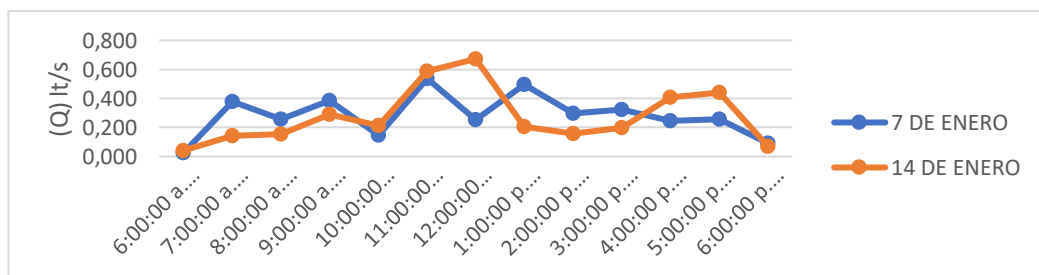
AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	7-ene-22	5	192,94	0,026
2	7:00:00 a. m.	7-ene-22	5	13,17	0,380
3	8:00:00 a. m.	7-ene-22	5	19,59	0,255
4	9:00:00 a. m.	7-ene-22	5	12,94	0,386
5	10:00:00 a. m.	7-ene-22	5	33,94	0,147
6	11:00:00 a. m.	7-ene-22	5	9,32	0,536
7	12:00:00 p. m.	7-ene-22	5	19,7	0,254
8	1:00:00 p. m.	7-ene-22	5	10,09	0,496
9	2:00:00 p. m.	7-ene-22	5	16,93	0,295
10	3:00:00 p. m.	7-ene-22	5	15,42	0,324
11	4:00:00 p. m.	7-ene-22	5	20,36	0,246
12	5:00:00 p. m.	7-ene-22	5	19,56	0,256
13	6:00:00 p. m.	7-ene-22	5	54,73	0,091
					0,284

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s –Viernes 14 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL
			RECIPIENTE	(t) s	(Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	14-ene-22	5	120,23	0,042
2	7:00:00 a. m.	14-ene-22	5	34,79	0,144
3	8:00:00 a. m.	14-ene-22	5	32,45	0,154
4	9:00:00 a. m.	14-ene-22	5	17,24	0,290
5	10:00:00 a. m.	14-ene-22	5	23,46	0,213
6	11:00:00 a. m.	14-ene-22	5	8,52	0,587
7	12:00:00 p. m.	14-ene-22	5	7,44	0,672
8	1:00:00 p. m.	14-ene-22	5	24,36	0,205
9	2:00:00 p. m.	14-ene-22	5	31,59	0,158
10	3:00:00 p. m.	14-ene-22	5	25,38	0,197
11	4:00:00 p. m.	14-ene-22	5	12,23	0,409
12	5:00:00 p. m.	14-ene-22	5	11,31	0,442
13	6:00:00 p. m.	14-ene-22	5	71,03	0,070
					0,276

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14** Gráficas viernes

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo analizado los viernes, se puede observar que existe un pico constante el viernes 7 y 14 de enero a las 12:00 am. Esto podría estar ocasionado debido a que, en el sector existe una quesera la cual desecha el suero de leche a esta hora los viernes. El resto de las horas en las cuales se tomó las muestras no existe un pico elevado del caudal debido a que los pobladores se encuentran laborando y por tal motivo no se encuentran en sus viviendas.

**Tabla 37** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Sábado 08 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	8-ene-22	5	190,30	0,026
2	7:00:00 a. m.	8-ene-22	5	95,84	0,052
3	8:00:00 a. m.	8-ene-22	5	18,07	0,277
4	9:00:00 a. m.	8-ene-22	5	26,66	0,188
5	10:00:00 a. m.	8-ene-22	5	25,61	0,195
6	11:00:00 a. m.	8-ene-22	5	25,06	0,200
7	12:00:00 p. m.	8-ene-22	5	18,29	0,273
8	1:00:00 p. m.	8-ene-22	5	13,7	0,365
9	2:00:00 p. m.	8-ene-22	5	16,42	0,305
10	3:00:00 p. m.	8-ene-22	5	14,08	0,355
11	4:00:00 p. m.	8-ene-22	5	12,17	0,411
12	5:00:00 p. m.	8-ene-22	5	12,74	0,392
13	6:00:00 p. m.	8-ene-22	5	46,18	0,108
					0,242

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Sábado 15 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	15-ene-22	5	172,43	0,029
2	7:00:00 a. m.	15-ene-22	5	54,87	0,091
3	8:00:00 a. m.	15-ene-22	5	38,67	0,129
4	9:00:00 a. m.	15-ene-22	5	16,62	0,301
5	10:00:00 a. m.	15-ene-22	5	28,89	0,173
6	11:00:00 a. m.	15-ene-22	5	17,69	0,283
7	12:00:00 p. m.	15-ene-22	5	16,56	0,302
8	1:00:00 p. m.	15-ene-22	5	8,4	0,595
9	2:00:00 p. m.	15-ene-22	5	19,52	0,256
10	3:00:00 p. m.	15-ene-22	5	15,96	0,313
11	4:00:00 p. m.	15-ene-22	5	19,59	0,255
12	5:00:00 p. m.	15-ene-22	5	9,33	0,536
13	6:00:00 p. m.	15-ene-22	5	46,33	0,108



0,259

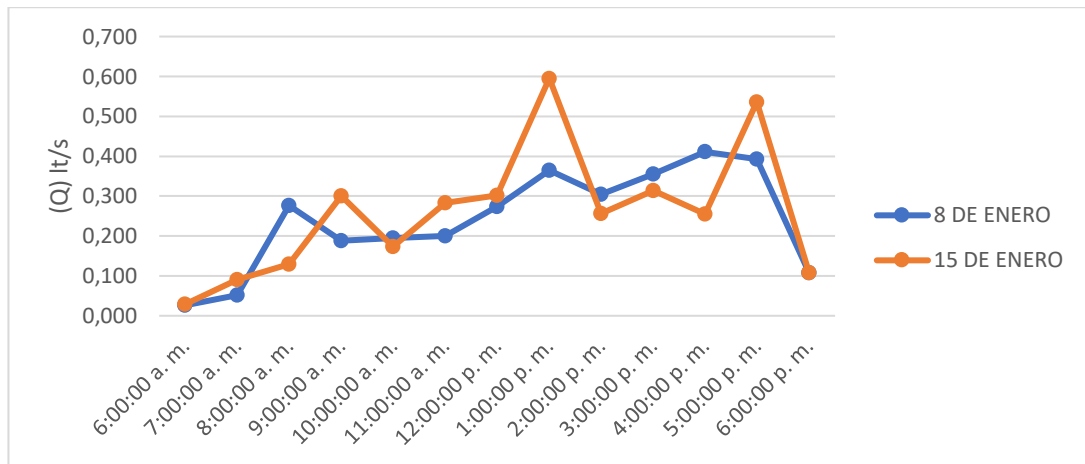
Fuente: *Elaboración propia*

Figura 15 Gráficas días Sábado

Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo con lo analizado los sábados, se puede observar que no existe un pico constante debido a que muchos de los pobladores viajan a Quero para pasar con sus familias y, por ende, el caudal es bajo. Sin embargo, se puede observar el sábado 15 de enero, dado que, durante este transcurso de tiempo los pobladores del sector tienen su hora de almuerzo.

Tabla 39 Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Domingo 09 de enero 2022

AFORO	HORA	FECHA	VOLUMEN RECIPIENTE	TIEMPO (t) s	CAUDAL (Q) lt/s
1	6:00:00 a. m.	9-ene-22	5	235,72	0,021
2	7:00:00 a. m.	9-ene-22	5	149,5	0,033
3	8:00:00 a. m.	9-ene-22	5	55,9	0,089
4	9:00:00 a. m.	9-ene-22	5	47,39	0,106
5	10:00:00 a. m.	9-ene-22	5	32,72	0,153
6	11:00:00 a. m.	9-ene-22	5	23,57	0,212
7	12:00:00 p. m.	9-ene-22	5	35,6	0,140
8	1:00:00 p. m.	9-ene-22	5	33,68	0,148
9	2:00:00 p. m.	9-ene-22	5	47,24	0,106

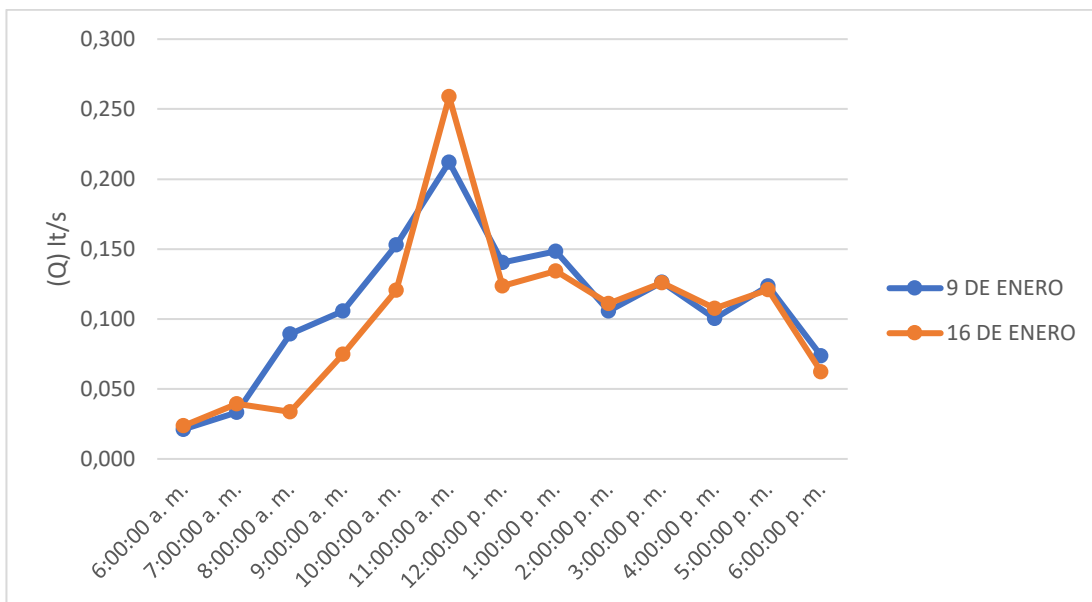
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	9-ene-22	5	39,58	0,126
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	9-ene-22	5	49,91	0,100
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	9-ene-22	5	40,49	0,123
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	9-ene-22	5	67,93	0,074
					0,110

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 40** Toma de Caudales de Ingreso en lt/s – Domingo 16 de enero 2022

<b>AFORO</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>VOLUMEN RECIPIENTE</b>	<b>TIEMPO (t) s</b>	<b>CAUDAL (Q) lt/s</b>
<b>1</b>	6:00:00 a. m.	16-ene-22	5	210,71	0,024
<b>2</b>	7:00:00 a. m.	16-ene-22	5	127,6	0,039
<b>3</b>	8:00:00 a. m.	16-ene-22	5	149,37	0,033
<b>4</b>	9:00:00 a. m.	16-ene-22	5	66,96	0,075
<b>5</b>	10:00:00 a. m.	16-ene-22	5	41,52	0,120
<b>6</b>	11:00:00 a. m.	16-ene-22	5	19,32	0,259
<b>7</b>	12:00:00 p. m.	16-ene-22	5	40,4	0,124
<b>8</b>	1:00:00 p. m.	16-ene-22	5	37,29	0,134
<b>9</b>	2:00:00 p. m.	16-ene-22	5	45,11	0,111
<b>10</b>	3:00:00 p. m.	16-ene-22	5	39,7	0,126
<b>11</b>	4:00:00 p. m.	16-ene-22	5	46,4	0,108
<b>12</b>	5:00:00 p. m.	16-ene-22	5	41,41	0,121
<b>13</b>	6:00:00 p. m.	16-ene-22	5	80,34	0,062
					0,103

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16** Gráficas días Domingo

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con lo analizado los días domingos, se puede observar que no existe un pico constante debido a que muchos de los pobladores viajan a Quero para pasar con sus familias y, por ende, el caudal es bajo.

### 2.2.3.3. Diseño de Rejillas

Para el diseño de rejillas se debe utilizar la siguiente fórmula

**Tabla 41** Diseño de Rejillas

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
	$N = \frac{b + \phi varilla}{e_{asum} + \phi varilla}$	(Ecuación 2.32)
	$e = \frac{b + \phi varilla}{N} - \phi varilla$	
	N	Numero de Barrotes

Donde	<b>b</b>	Ancho del Desarenador (m)
	<b><math>\phi_{varilla}</math></b>	Diámetro del barrote (mm)
	<b><math>e_{asum}</math></b>	Espaciamiento asumido entre barrotes (mm)
	<b>e</b>	Ancho libre entre varillas

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.2.3.4. Diseño de Trampas de grasas y aceites

Para el diseño de las trampas de grasas y aceites es necesario tomar en cuenta algunos criterios para poder dimensionar las medidas de ancho, largo y profundidad de la trampa de grasas. Asimismo, es necesario tener en claro los diámetros de ingreso, salida y los parámetros del diseño.

Del mismo modo, la función principal de las trampas de grasas es no dejar pasar sólidos, por ende, debe contar con dos compartimentos. El primer compartimento es el más grande y separa la grasa del agua, mientras que, la función del segundo compartimento es liberar el agua limpia. Es necesario que la trampa de grasas y aceites cuente con un drenaje y una llave de cierre rápido para mantener una buena limpieza sin utilizar mangueras u otros instrumentos. Debido a la gran utilidad de las trampas de grasa y aceites es necesario incluirla en el proyecto por tal, para el diseño de esta es necesario tomar en cuenta el siguiente procedimiento:

**Tabla 42** Cálculos trampa de grasa y aceite

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
Área de la trampa de grasa	$A_{tg} = \frac{Qd * a}{60 \text{ l}/\text{min}}$	(Ecuación 2.33)
Volumen útil de la trampa de grasas	$V_{utg} = Qd * TR_g$	(Ecuación 2.34)


Profundidad útil de la trampa de grasas	$P_{utg} = \frac{V_{utg}}{A_{tg}}$	(Ecuación 2.36)
Profundidad propuesta de la trampa de grasa	$P_{tg} = P_{utg} + P_s$	
Donde	Qd	Caudal de diseño
	$A_{tg}$	Área de la trampa de grasa (m <sup>2</sup> )
	$a$	Área por cada l/s
	$V_{utg}$	Volumen útil de la trampa de grasas
	TRg	Tiempo de retención (s)
	$P_{tg}$	Profundidad propuesta de la trampa

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.3.5. Diseño de Tanque Séptico

Para el diseño del tanque séptico es necesario utilizar una serie de fórmulas las cuales se presentan a continuación

**Tabla 43** Diseño de Tanque Séptico


<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
Volumen propuesto de agua residual en el tanque	$V_{uts} = 1000 + N_h * [(q * T) + (K * L_f)]$	
Determinación del tiempo de retención del tanque séptico	$L = q * \#habitantes$	(Ecuación 2.35)

Área propuesta del tanque séptico	$A_{ts} = \frac{V_{uts}}{h_{ts}}$	(Ecuación 2.36)
Ancho propuesto para el tanque séptico	$b_{ts} = \sqrt{\frac{A_{ts}}{3,5}}$	(Ecuación 2.37)
Largo propuesto del tanque séptico	$L_{ts} = 3 * b_{ts}$	(Ecuación 2.38)
Largo propuesto del primer compartimiento	$L_{pc1} = \frac{2}{3} * L_{ts}$	
Largo propuesto del segundo compartimiento	$L_{pc2} = \frac{1}{3} * L_{ts}$	
Altura total del tanque	$H_{Tc} = h_{ts} + \text{borde libre}$	
Donde	$V_{uts}$	Volumen útil del tanque séptico
	$N_h$	Número de habitantes
	$T$	Tiempo de retención
	$K$	Tasa de acumulación de lodos
	$L_f$	Lodo fresco que genera una persona por día
	$L$	Tiempo de retención del tanque
	$A_{ts}$	Área propuesta del tanque séptico
	$h_{ts}$	Altura asumida del tanque séptico
	$b_{ts}$	Ancho propuesto del tanque séptico
	$L_{ts}$	Largo propuesto del tanque séptico
	$L_{pc\#}$	Largo propuesto del primer compartimiento
$H_{Tc}$	Altura total del tanque	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.3.5. Diseño Lecho de Secado de Lodos

**Tabla 44** Diseño Lecho de Secado de Lodos

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
Carga de sólidos que Ingresa al sedimentador	$C = Q * SS * 0.0864$	(Ecuación 2.42)
Donde	Q	Caudal Promedio de Aguas Residuales
	SS	Sólidos en suspensión en el Agua Residual cruda (mg/l)

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 45** Fórmulas para el Diseño Lecho de Secado de Lodos

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
Masa de Sólidos que conforman los lodos	$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$	(Ecuación 2.44)
Volumen diario de lodos digeridos	$Vdl = \frac{Msd}{plodo * (\frac{\%sólidos}{100})}$	(Ecuación 2.45)
Volumen de lodos a extraer del tanque	$Vrt = \frac{Vdl * Td}{1000}$	(Ecuación 2.46)
Área del lecho de secado	$Als = \frac{Vrt}{Ha}$	(Ecuación 2.47)

	$Als = L * B$	$L = B$
<b>Donde</b>	plodo	Densidad de los lodos, igual a 1.04 Kg/lt
	%Sólidos	%de sólidos contenidos en el lodo varía de 8% a 12%
	Td	Tiempo de Digestión en días
	Ha	Profundidad de aplicación, entre 20 y 40 cm
	Vrt	Volumen de lodos a extraer del tanque

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.3.6. Diseño del Filtro Biológico

De acuerdo con el manual de Plantas de tratamiento de agua Uralita, se debe tomar en cuenta el tiempo de retención mínimo el cual se lo asumirá de 12 horas (0.5 días). A pesar de esto, sugiere un tiempo de retención de 80% del tiempo de retención del tanque séptico.

**Tabla 46** Fórmulas para el Diseño del Filtro Biológico

<b>DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUALCANGA SANTA ANITA</b>		
		
	Ecuación	
Volumen del filtro	$V = Qd * TRH$	(Ecuación 2.48)
Altura total del filtro	$H = h1 + hb + hm$	(Ecuación 2.49)
Areas del FAFA	$A = \frac{V}{H}$	(Ecuación 2.50)
Volumen del medio filtrante	$Vmf = A * hm$	(Ecuación 2.51)



Carga volumétrica 1	$COV_1 = \frac{Qmh * S_o}{Vmf}$	(Ecuación 2.52)
Carga volumétrica 2	$COV_2 = \frac{Qmh * S_o}{V}$ $D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$	(Ecuación 2.53)
Eficiencia del filtro	$E = 100[1 - 0,87(TRH)^{-0,5}]$	(Ecuación 2.54)
Volumen real del filtro	$V_{real} = A * H$	(Ecuación 2.55)
Verificación de la carga hidráulica	$CHS = \frac{Qd}{A}$	(Ecuación 2.56)
Donde	V	Volumen del filtro
	THR	Tiempo de retención hidráulica
	H	Altura del filtro
	h1	Altura del borde libre
	Hb	Altura bajo el dren
	hm	Altura del medio filtrante
	A	Área del FAFA
	Vmf	Volumen Del medio filtrante
	COV#	Carga orgánica volumétrica
	D	Diámetro del filtro
	E	Eficiencia del filtro
	Vreal	Volumen real del filtro
CHS	Carga hidráulica superficial	

**Fuente:** Elaboración Propia

#### **2.2.4. FASE 4 Fase Técnica**

##### **a. Elaboración de Planos**

La fase 4 se enfoca por un lado en la elaboración de planos, los cuales se los realizará en el software AutoCAD Civil3D 2020, estos programas colaborarán con la investigación sobre todo en la obtención de planos topográficos, planos del sistema de alcantarillado, con su respectiva planta de tratamiento. Estos planos se los detallará en cada una de las partes que conformarán la presente investigación.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1 Determinación del índice de crecimiento poblacional

La determinación del índice de crecimiento poblacional se realiza en base a los datos establecidos de Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). (Ver Tabla 54).

**Tabla 47** Censo Poblacional

CENSO POBLACION DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA	
AÑO CENSAL	POBLACIÓN (habitantes)
1974	12783
1982	14177
1990	15997
2001	18187
2010	19205

**Fuente:** INEC. Elaboración propia

Para la elaboración del crecimiento poblacional, es necesario determinarlo por tres métodos:

- **Método Aritmético:** También se lo conoce como método del crecimiento lineal el cual es constante.
- **Método Geométrico:** Se refiere al número de habitantes existentes en una población.
- **Método Exponencial:** Es un modelo demográfico para modelizar el crecimiento de una población.

### 3.1.1.1 Método aritmético

$$r = \frac{\left(\frac{Pf}{Pa}\right) - 1}{t}$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 1

Pf: 14177

Pa: 12783

t: 1982 – 1974 = 8

$$r = \frac{\left(\frac{14177}{12783}\right) - 1}{8}$$

$$r = 1.36\%$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 2

Pf: 15997

Pa: 14177

t: 1990 – 1982 = 8

$$r = \frac{\left(\frac{15997}{14177}\right) - 1}{8}$$

$$r = 1.60\%$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 3

Pf: 18187

Pa: 15997

t: 2001 – 1990 = 11

$$r = \frac{\left(\frac{18187}{15997}\right) - 1}{11}$$

$$r = 1.24\%$$

### TASA DE CRECIMIENTO 4

Pf: 19205

Pa: 18187

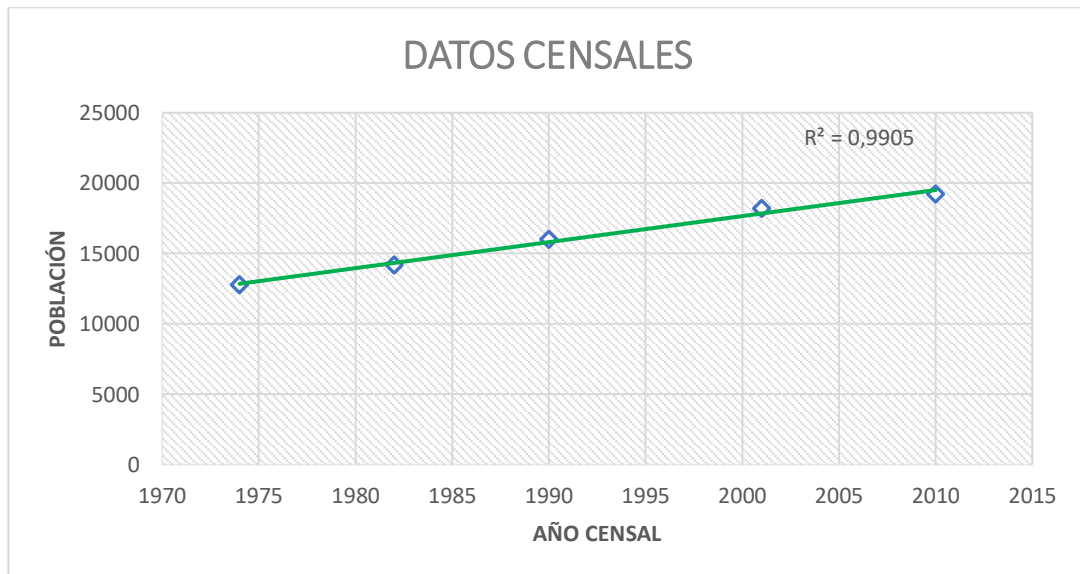
t: 2010 – 2001 = 9

$$r = \frac{\left(\frac{19205}{18187}\right) - 1}{9}$$

$$r = 0.62\%$$

### PROMEDIO

$$r = \frac{1.36 + 1.60 + 1.24 + 0.62}{4} = 1.21\%$$



**Figura 17** Datos censales

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.2 Método geométrico

$$r = \left[ \left( \frac{Pf}{Pa} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right]$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 1

Pf: 14177

Pa: 12783

t: 1982 – 1974 = 8

$$r = \left[ \left( \frac{14177}{12783} \right)^{\frac{1}{8}} - 1 \right]$$

$$r = 1.30\%$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 2

Pf: 15997

Pa: 14177

t: 1990 – 1982 = 8

$$r = \left[ \left( \frac{15997}{14177} \right)^{\frac{1}{8}} - 1 \right]$$

$$r = 1.52\%$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 3

Pf: 18187

Pa: 15997

t: 2001 – 1990 = 11

$$r = \left[ \left( \frac{18187}{15997} \right)^{\frac{1}{11}} - 1 \right]$$

$$r = 1.17\%$$

#### **TASA DE CRECIMIENTO 4**

Pf: 19205

Pa: 18187

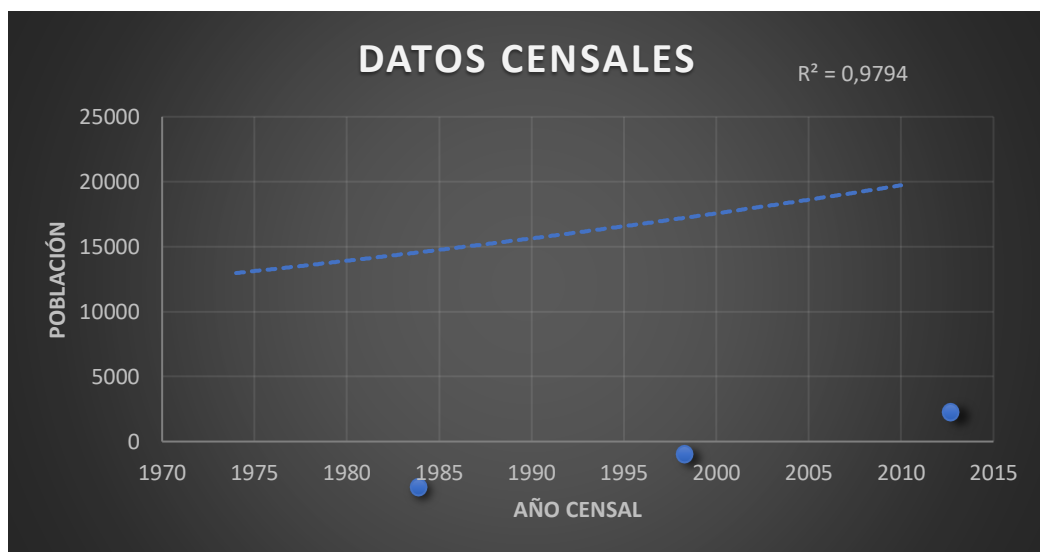
t: 2010 – 2001 = 9

$$r = \left[ \left( \frac{19205}{18187} \right)^{\frac{1}{9}} - 1 \right]$$

$$r = 0.61\%$$

#### **PROMEDIO**

$$r = \frac{1.30 + 1.52 + 1.17 + 0.61}{4} = 1.15\%$$



**Figura 18** Datos Censales

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.3 Método exponencial

$$r = \frac{\ln\left(\frac{Pf}{Pa}\right)}{t}$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 1

Pf: 14177

Pa: 12783

t: 1982 – 1974 = 8

$$r = \frac{\ln\left(\frac{14177}{12783}\right)}{8}$$

$$r = 1.29\%$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 2

Pf: 15997

Pa: 14177

t: 1990 – 1982 = 8

$$r = \frac{\ln\left(\frac{15997}{14177}\right)}{8}$$

$$r = 1.51\%$$

#### TASA DE CRECIMIENTO 3

Pf: 18187

Pa: 15997

t: 2001 – 1990 = 11



$$r = \frac{\ln\left(\frac{18187}{15997}\right)}{11}$$

$$r = 1.17\%$$

#### **TASA DE CRECIMIENTO 4**

Pf: 19205

Pa: 18187

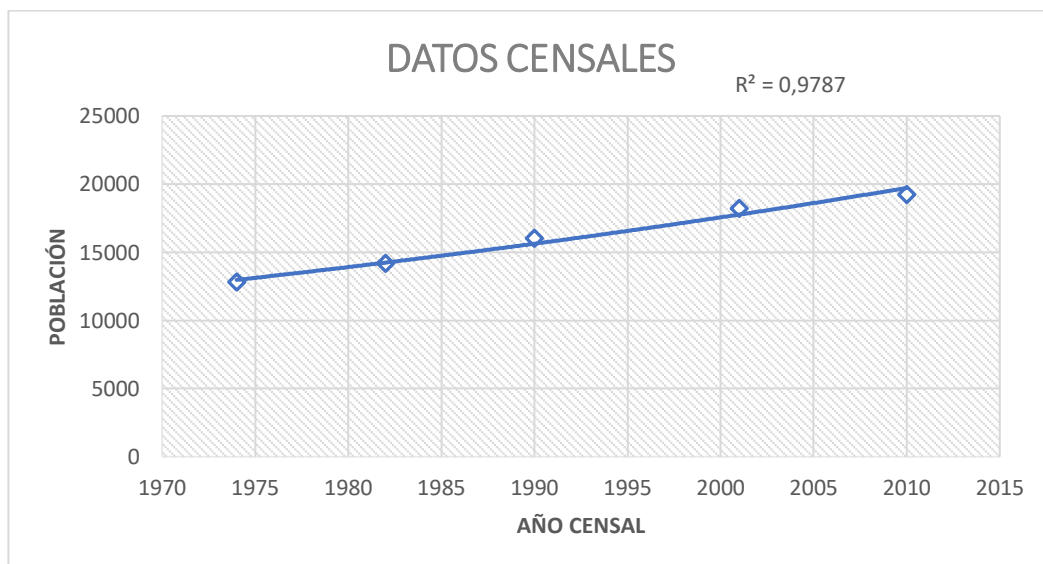
t: 2010 – 2001 = 9

$$r = \frac{\ln\left(\frac{19205}{18187}\right)}{9}$$

$$r = 0.61\%$$

#### **PROMEDIO**

$$r = \frac{1.29 + 1.51 + 1.17 + 0.61}{4} = 1.14\%$$



**Figura 19** Datos Censales

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.4 Resumen de Resultados

**Tabla 48** Resumen

<b>METODO</b>	<b>TASA DE CRECIMIENTO r%</b>	<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R2)</b>
Aritmético	1.21	0.9905
Geométrico	1.15	0.9794
Exponencial	1.14	0.9787

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.5 Calculo de la Población de diseño o futura

Adoptamos el valor de 1.21%

Para el cálculo se tomará en cuenta el periodo de vida de los elementos del sistema, se recomienda periodos de 20 y 25 años

#### 3.1.1.5.1 Método Aritmético

$$Pf = Pa(1 + r * n)$$

$$Pa = 315 \text{ hab}$$

$$r = 0.0121$$

$$t = 25 \text{ años}$$

$$Pf = 315(1 + 0.0121 * 25)$$

$$Pf = 410 \text{ hab}$$

#### 3.1.1.5.2 Densidad Poblacional de Diseño

$$Pf = 410 \text{ hab}$$

$$A = 18.48 \text{ Ha}$$

$$D_{pob} = \frac{P_{fut}}{A}$$

$$D_{pob} = \frac{410 \text{ hab}}{18.48 \text{ ha}}$$

$$D_{pob} = 22.18 \text{ hab/ha}$$

### 3.1.1.5.3 Dotación Poblacional de Diseño

$$D_f = D_a + 1 \text{ lt/ hab /día} * n$$

$$75 + 25 = 100$$

### 3.1.1.5.4 Cálculo del Caudal Medio Diario de Agua Potable (QmdAp) P1-P2

$$PF = 5$$

$$DF = 100$$

$$Q_{mdAp} = (5 * 100) / 86400$$

$$Q_{mdAp} = 0.005787 \text{ lt/seg}$$

### 3.1.1.6 Cálculo del Caudal medio diario de evacuación

#### 3.1.1.6.1 Coeficiente de retorno

Relación entre el agua residual producida y el agua potable consumida. De 60 a 80%

$$Q_{mds} = C * Q_{mdAp}$$

$$0.8 * 0.005787 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 0.004629 \text{ lt/seg}$$

#### 3.1.1.6.2 Cálculo del Coeficiente de Mayoración

Para el coeficiente de mayoracion aplicamos la formula.

$$Q_{max} = k * Q_{promedio}$$

$$k = \frac{Q_{max}}{Q_{promedio}}$$

Del día lunes:

$$k = 3.121$$

Del día martes:

$$k = 2.481$$

Del día miércoles:

$$k = 2.198$$

Del día jueves:

$$k = 2.829$$

Del día viernes:

$$k = 2.402$$

Del día sábado:

$$k = 2.374$$

Del día domingo:

$$k = 2.430$$

Sacando un promedio de todos los “k” obtenemos:

$$(3.121 + 2.481 + 2.198 + 2.829 + 2.402 + 2.374 + 2.340)/7 = 2.55$$

$$K = 2.55$$

### **3.1.1.6.3 Cálculo del Caudal Instantáneo (QI)**

$$Q_i = k * Q_{m\text{ds}}$$

$$Q_i = 2.55 * 0.004629$$

$$Q_i = 0.011805 \text{ lt/seg}$$

### 3.1.1.6.4 Cálculo del Caudal por Infiltración

$$Q_{inf} = I * L$$

$$Q_{inf} = 0.0008 * 55.42$$

$$Q_{inf} = 0.044336 \text{ lt/seg}$$

### 3.1.1.6.5 Cálculo del Caudal por Conexiones Erradas

$$Q_e = (5\% - 10\%) * Q_i$$

$$Q_e = 5\% * 0.011805 \text{ lt/seg}$$

$$Q_e = 0.00059025 \text{ lt/seg}$$

### 3.1.1.6.6 Cálculo del Caudal de Diseño

$$Q_d = Q_i + Q_{inf} + Q_e$$

$$Q_d = 0.011805 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} + 0.044336 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} + 0.00059025 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

$$Q_d = 0.05669 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

Al ser el primer tramo del diseño obtenemos un caudal muy pequeño y por ende no cumple con la velocidad mínima para pasar por la tubería, por lo tanto, tomamos en cuenta lo que nos dice la norma de Quito, y colocamos como caudal de diseño 1.5 lt/seg.

**Tabla 49 Cálculo Caudal**

POZO #	LONG. m	TIPO DE ACUMULADA	A. APORTACION		POBLACION		AGUAS SERVIDAS		CMH	AGUAS LICITAS			AGUAS INFILT.		Q. DISEÑO	CALCULOS HIDRAULICOS				PROYECTO	I	V	Q	y	% D	vd	vd	RADIO HIDRAULICO	TENSION TRACTIVA
			PARCIAL	ACUM.	PAR.	ACUM.	PAR.	ACUM.		Q 1	Q 2	Q 3	I=Q	D		m.s.n.m.	CORTE	m.s.n.m.	o/o										
P1	55,42	55,42	0,22	0,22	5	5	0,005	0,005	2,55	0,012	0,001	0,001	0,044	0,044	1,5000	200	3375,590	1,340	3374,250	6,02	2,56	80,51	1,90	9,50%	0,9	OK	0,010502	6,207224	
P2	72,23	127,65	0,17	0,40	4	9	0,004	0,008	2,55	0,021	0,000	0,001	0,058	0,102	0,1239	200	3372,311	1,400	3370,911	5,68	2,49	78,15	0,95	4,73%	0,5	OK	0,003915	2,180574	
P3	98,11	225,76	0,21	0,60	5	13	0,004	0,012	2,55	0,032	0,001	0,002	0,078	0,181	0,2138	200	3368,160	1,350	3366,810	5,39	2,42	76,16	1,00	5,00%	0,5	OK	0,004921	2,603095	

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de la sección parcialmente llena y demás datos, utilizamos la aplicación SN CANALES, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

**CÁLCULO DEL TIRANTE NORMAL DE UNA SECCIÓN CIRCULAR**

Datos de entrada:

Caudal (Q)=	0.0015	m <sup>3</sup> /s
Diámetro (d)=	0.2	m
Pendiente (S)=	0.0602	m/m
Coeficiente de Manning (n)=	0.013	

CALCULAR LIMPIAR

Datos de salida:

Tirante normal (y)=	0.019	m
Área mojada (A)=	0.0015	m <sup>2</sup>
Perímetro mojado (P)=	0.1252	m
Radio hidráulico (R)=	0.0121	m
Ancho superficial (T)=	0.1171	m
Profundidad hidráulica (D)=	0.0129	m
Velocidad (V)=	0.993	m/s
Número de Froude (NF)=	2.7921	
Tipo de flujo=	Supercrítico	
Energía específica (E)=	0.0692	m-Kg/Kg

La velocidad es la adecuada ya que se encuentra en el rango de 0.6 m/s a 4.5 m/s

Sistema de unidades:  
 Sistema métrico  
 Sistema inglés

COMPARAR CON Y<sub>c</sub>  
MENÚ PRINCIPAL

Figura 20 Cálculo del tirante normal

Fuente: SN Canales

### 3.1.1.7 Análisis de muestra de agua residual

Con el proceso realizado por parte de los laboratorios “Lacuanalisis S.A.” para determinar el análisis físico químico del agua residual de entrada y el agua tratada de salida de la PTAR, se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 50** Resultado de Análisis

<b>RESULTADO DE ANALISIS – ENTRADA</b>				
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>METODO</b>	<b>INCERTIDUMBRE</b>
Aceites y grasas	mg/l	7,95	PRO TEC 053/Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	± 11,44%
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00038 mg/l
DBO5	mg/l	604,07	PRO TEC 066 / HACH 8047, Ed. 10, 2017	± 3,72%
DQO	mg/l	933	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26%
Fosforo Total	mg/l	7,52	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,70%
Nitrogeno Total Kjeldahl***	mg/l	45,23	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	± 0,45 mg/l
pH	mg/l	7,74	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 H+B	± 4,56%
Solidos Sedimentales	mg/l	<9,2	PRO TEC 021 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 F	± 8,23%

Solidos Suspendidos Totales	mg/l	144	PRO TEC 029 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 3,99%
Solidos Totales	mg/l	1475	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	± 18,33%
Sulfuros*	mg/l	0,462	PRO TEC 042 / HACH 8131, Ed. 11, 2018	± 4,89%
Tensoactivos	mg/l	0,066	PRO TEC 075 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 C	± 24,71%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 51** Resultado - Salida

RESULTADO DE ANALISIS - SALIDA				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE
Aceites y grasas	mg/l	32,35	PRO TEC 053/Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	± 11,44%
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00038 mg/l
Color Real***	Pt-Co	400	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C / PA - 75.00	± 9,99 Pt-Co
DBO5	mg/l	1252,07	PRO TEC 066 / HACH 8047, Ed. 10, 2017	± 3,72%
DQO	mg/l	2042	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26%
Fosforo Total	mg/l	20,18	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,70%



Nitrógeno Total Kjeldahl***	mg/l	66,98	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	± 0,45 mg/l
pH	mg/l	4,91	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 H+B	± 4,56%
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	638	PRO TEC 029 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 3,99%
Solidos Totales	mg/l	2532	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	± 18,33%
Sulfuros*	mg/l	6,976	PRO TEC 042 / HACH 8131, Ed. 11, 2018	± 4,89%
Tensoactivos	mg/l	0,139	PRO TEC 075 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 C	± 24,71%
<b>ANALISIS MICROBIOLÓGICO</b>				
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>METODO</b>	<b>INCERTIDUMBRE</b>
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	79	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

Fuente: Elaboración propia

Tras la obtención de dichos resultados, hubo ciertas dudas en cuanto a estos, debido a que los parámetros pasaban sobre el valor límite, por tal motivo se decidió repetir los estudios de ciertos parámetros para poder confirmar dichos valores que en su momento se consideraban erróneos.

Se decidió repetir los estudios junto con la ayuda de los laboratorios de “EMAPA” y se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 52** Resultado 2 Salida

<b>RESULTADO DE ANALISIS - SALIDA</b>				
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>METODO UTILIZADO</b>	<b>NORMA DE REFERENCIA</b> Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE. TULSMA.

				LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	957	Standard Methods – 5210-D	100
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	1744	HACH 8000	200
Fosforo total	mg/l	13.13	HACH – 8048	10.0
Nitrógeno total KJELDAHL (TKN)	mg/l	40.1	HACH – 10242	50.0
Solid. Tot. Suspendidos*	mg/l	320	HACH 8006	130

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.8 Análisis comparativo de los resultados

El agua residual que ingresa a la planta de tratamiento de la comunidad Hualcanga Santa Anita cuenta con varios procesos para su desinfección, estos son: tanque repartidor, tanque séptico, lecho de secado de lodos y filtro biológico ascendente.

Cada una de estas unidades serán analizadas en el presente trabajo.

**Tabla 53** Análisis comparativo

Parámetro	Unidad	Método	Ingreso PTAR	Salida PTAR	Límite Máximo TULSMA 2015	CUMPLE
Aceites y grasas	mg/l	PRO TEC 053/Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	7,95	32,35	30,00	NO
Arsénico***	mg/l	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	<0,008	<0,008	0,1	SI
DBO5	mg/l	PRO TEC 066 / HACH 8047, Ed. 10, 2017	604,07	1252,07	100,00	NO
DQO	mg/l	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	933	2042	200,00	NO
Fósforo total	mg/l	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	7,52	20,18	10,00	NO
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	45,23	66,98	50,00	NO
pH	UpH	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 H+B	7,74	4,91	6-9	SI
Sólidos Suspendidos totales	mg/l	PRO TEC 029 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	144	638	130,00	NO
Sólidos totales	mg/l	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	1475	2532	1600	NO
Sulfuros	mg/l	PRO TEC 042 / HACH 8131, Ed. 11, 2018	0,462	6,976	0,5	NO
Tensoactivos	mg/l	PRO TEC 075 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 C	0,066	0,139	0,5	SI

Fuente: Elaboración propia

**3.1.1.9 Remoción real**

Remoción real (%) de los contaminantes

**Tabla 54** Remoción real

Parámetro	U	Ingreso	Salida	Remoción Real (%)
DBO5	mg /l	604,07	1252,07	-107.27%
DQO	mg/l	933	2042	-118.86%
Sólidos totales	mg/l	1475	2532	-71.66%
Fósforo Total	mg/l	7,52	20,18	-168.35%
Nitrógeno Total	mg/l	45,23	66,98	-48.08%

Tensoactivos	mg/l	0,066	0,139	-110.60%
Aceites y Grasas	mg/l	7,95	32,35	-306.91%

Fuente: Elaboración propia

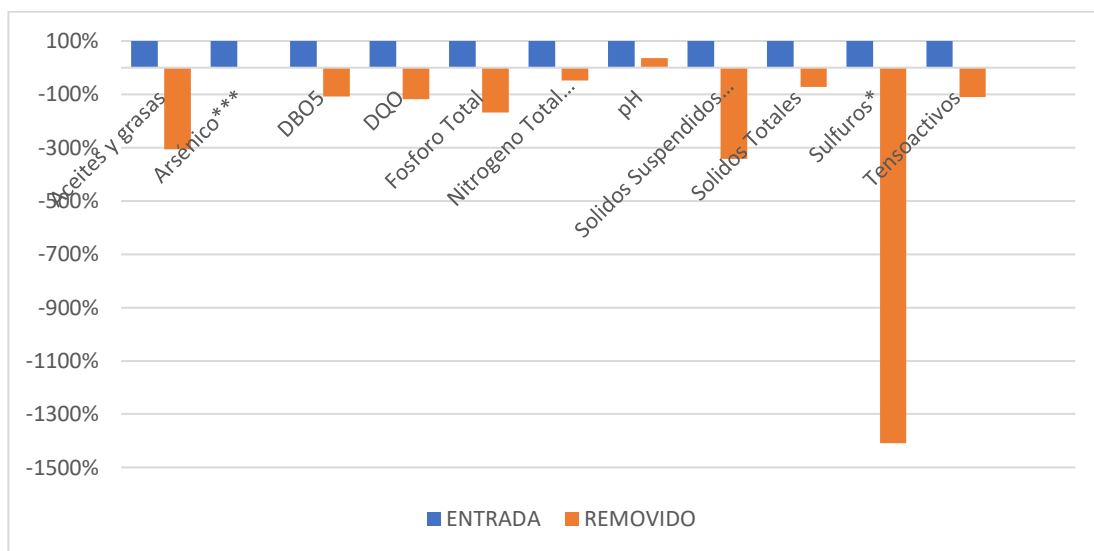


Figura 21 Remoción real

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los resultados, la planta de tratamiento no está funcionando correctamente, ya que sobrepasan los límites normados por el TULSMA 2015. En ese sentido también se requiere realizar la evaluación teórica de cada una de las unidades de tratamiento de la PTAR.

### 3.1.1.10 Remoción teórica

Tabla 55 Remoción teórica

Parámetro	U	Ingreso	Salida	Remoción Real (%)
DBO5	mg /l	604,07	423,36	75,50%
DQO	mg/l	933	373,20	60,00%
Sólidos totales	mg/l	1475	265,50	82,00%
Fósforo Total	mg/l	7,52	4,47	40,50%
Nitrógeno Total	mg/l	45,23	45,23	0,00%
Aceites y Grasas	mg/l	7,95	0,36	95,50%

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1.11 Medidas geométricas de las unidades - estado actual de la PTAR

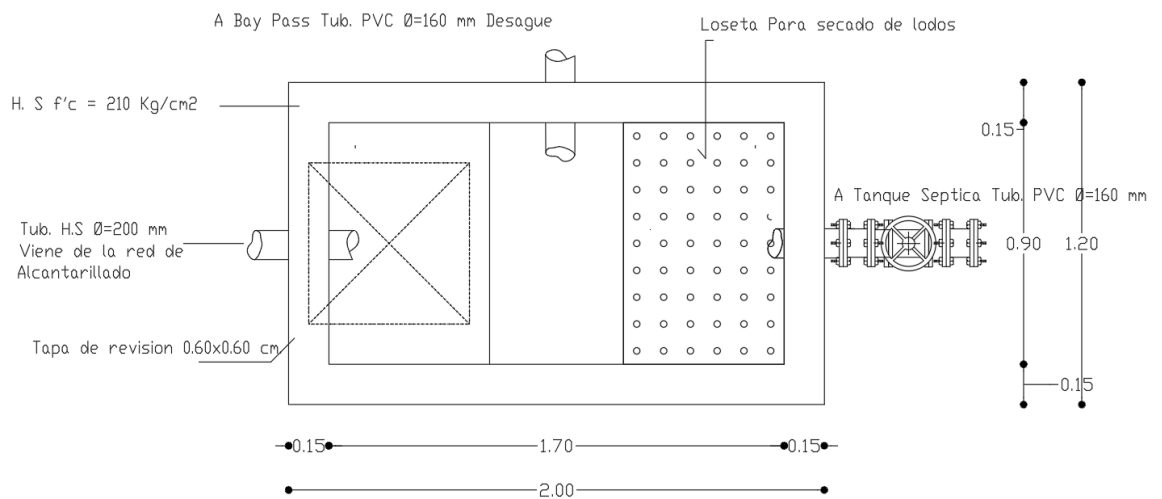
#### 3.1.1.11.1 Tanque repartidor

**Tabla 56** Tanque repartidor

Tanque repartidor	
Medida	Dimensión
Largo tanque	2,00 m
Ancho tanque	1,20 m
Altura total tanque	1,50 m
Altura Grada	0,30 m
Espesor paredes	0,15 m

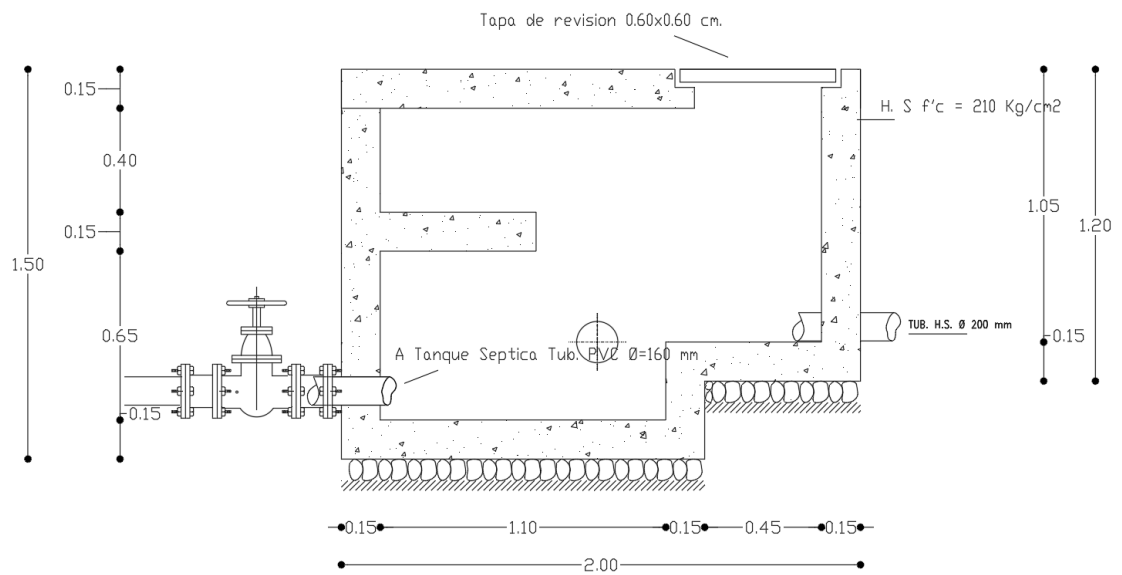
**Fuente:** Elaboración propia

## TANQUE REPARTIDOR



**Figura 22** Vista en planta del tanque repartidor

**Fuente:** Elaboración prueba



**Figura 23** Vista corte lateral

**Fuente:** Elaboración prueba

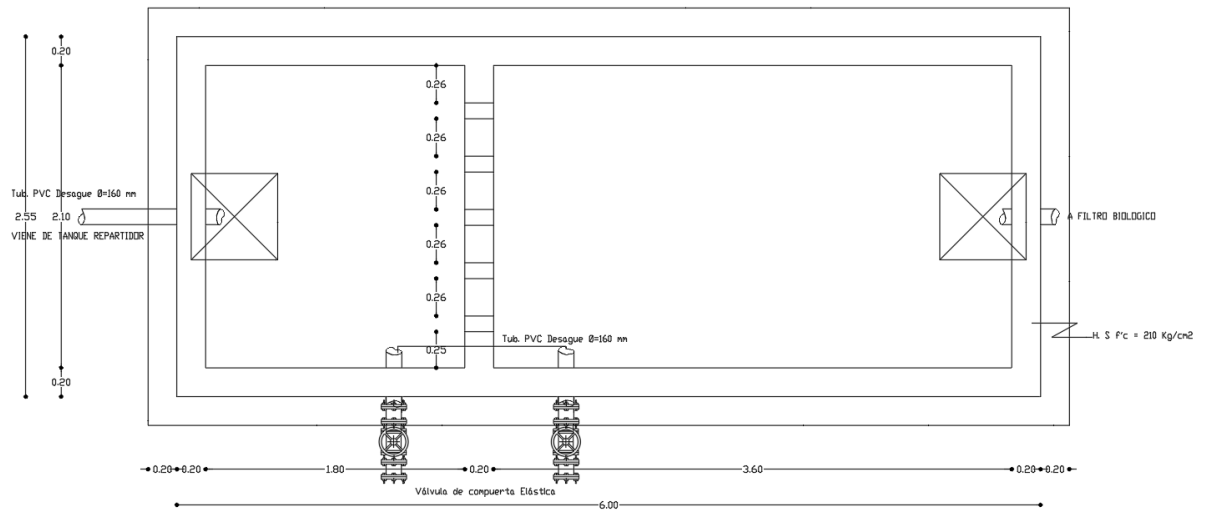
### 3.1.1.11.2 Tanque Séptico

**Tabla 57** Tanque Séptico

Tanque Séptico	
Medida	Dimensión
Largo tanque	6,00 m
Ancho tanque	2,55 m
Altura total tanque	2,00 m
Espesor paredes	0,20 m

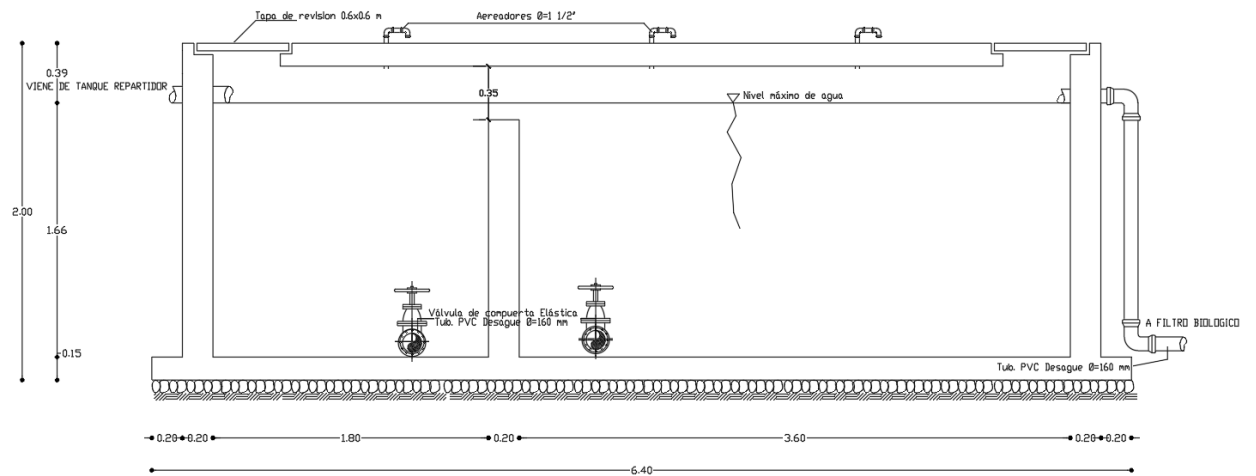
**Fuente:** Elaboración propia

FOSA SEPTICA



**Figura 24** Tanque séptico

Fuente: Elaboración prueba



**Figura 25** Vista corte lateral

Fuente: Elaboración prueba

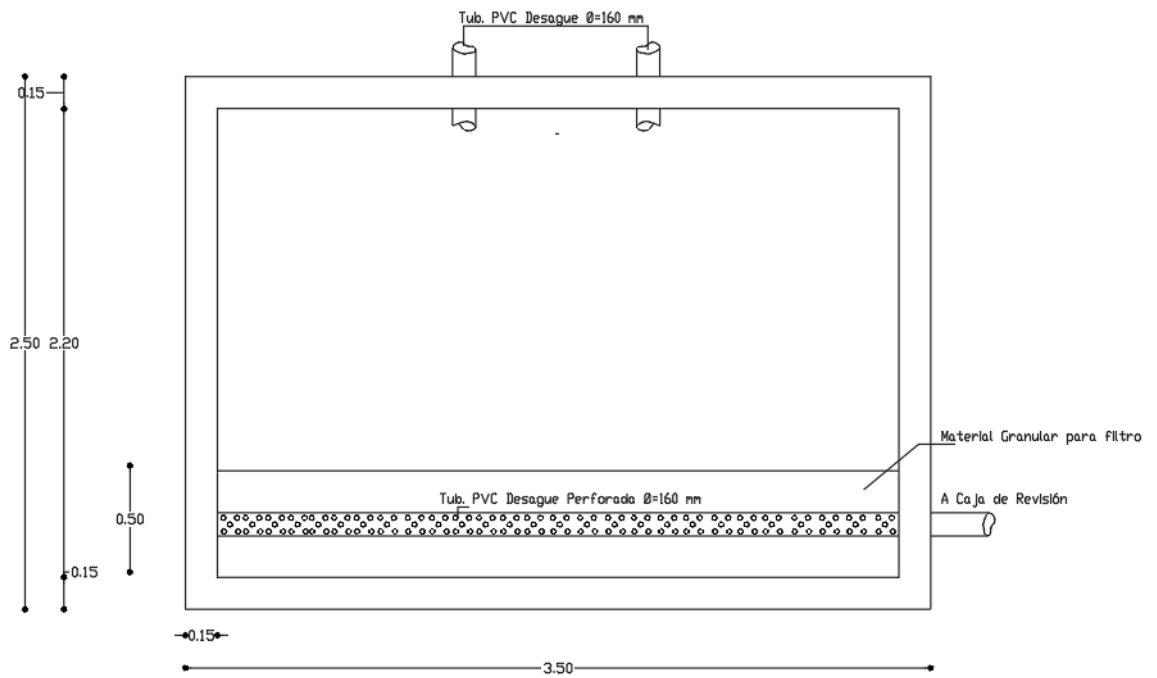
### 3.1.1.11.3 Lecho de lodos

**Tabla 58** Lecho de lodos

<b>Tanque Lecho de Secado</b>	
<b>Medida</b>	<b>Dimensión</b>
Largo tanque	3,50 m
Ancho tanque	2,50 m
Altura total tanque	2,00 m
Espesor paredes	0,15 m

**Fuente:** Elaboración propia

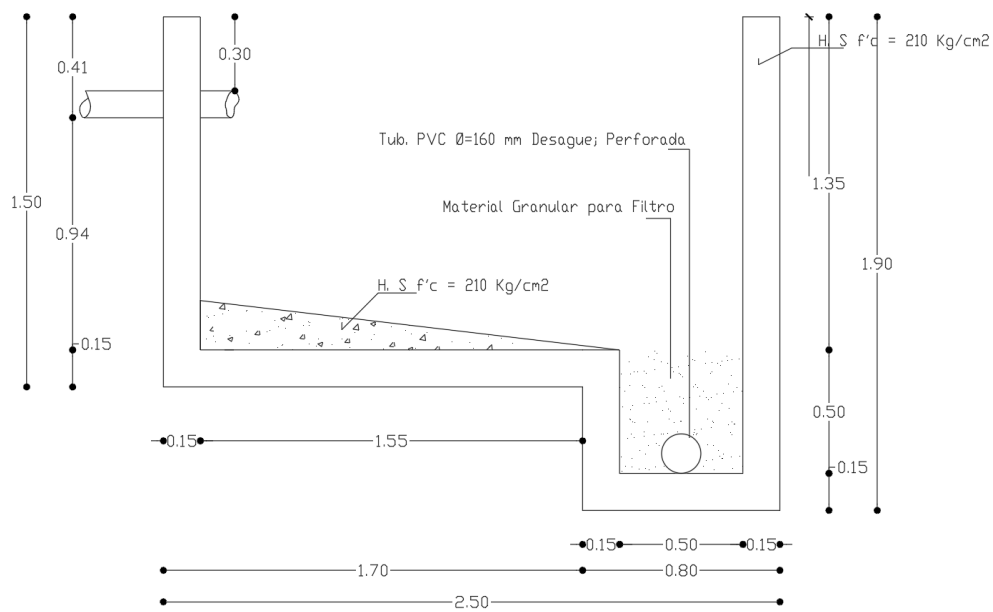
### LECHO DE SECADO DE LODOS



**Figura 26** Vista en planta del tanque

**Fuente:** Elaboración prueba





**Figura 27** Vista en planta del tanque

**Fuente:** Elaboración prueba

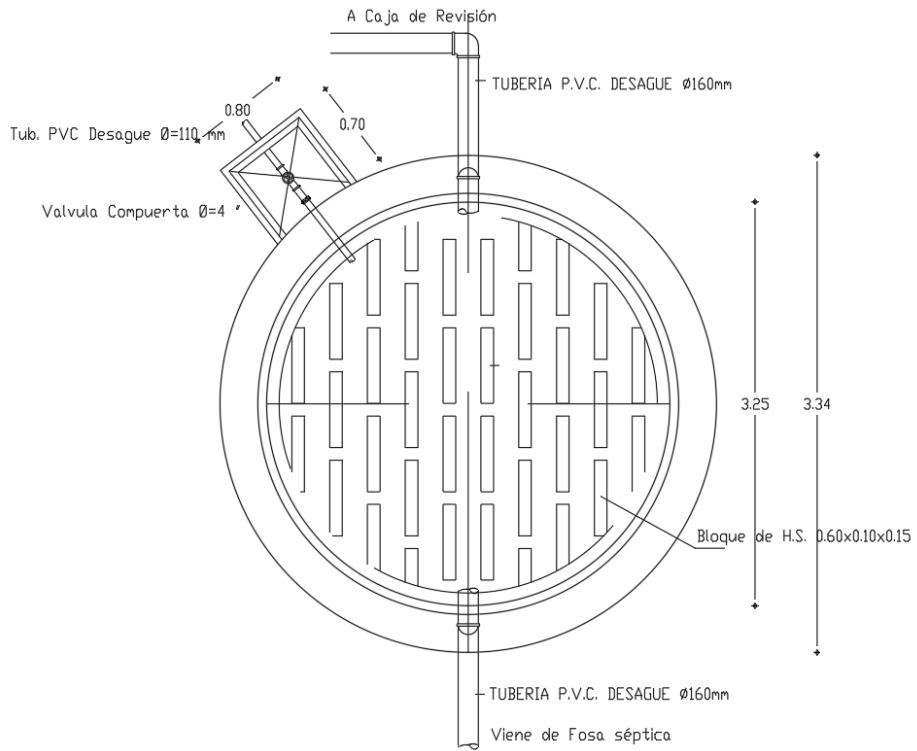
### 3.1.1.11.4 Filtro Biológico

**Tabla 59** Filtro biológico

Filtro Biológico	
Medida	Dimensión
Diámetro interno del tanque	3,25 m
Diámetro externo del tanque	3,34 m
Altura total tanque	2,50 m
Espesor paredes	0,09 m

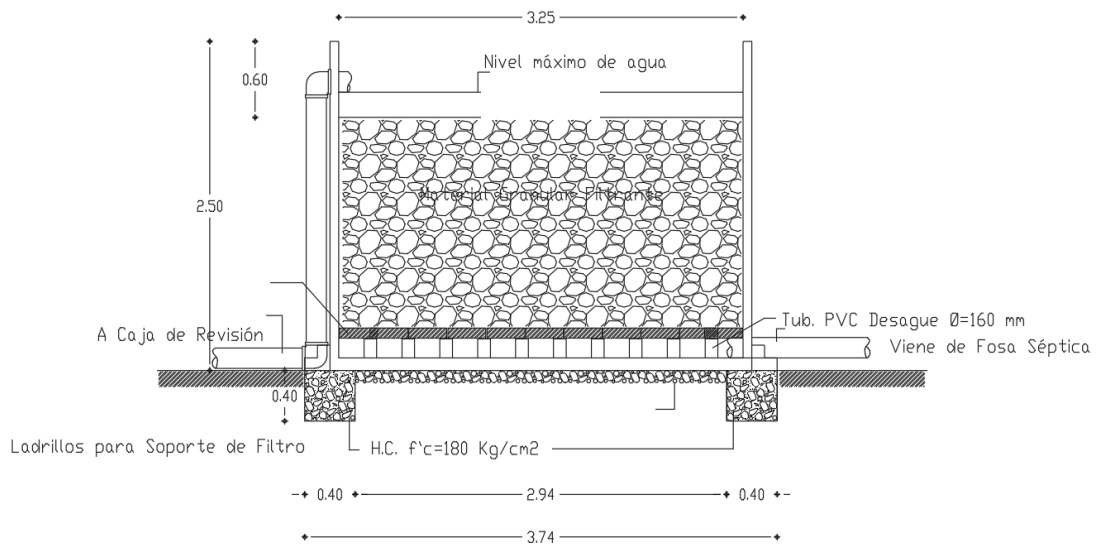
**Fuente:** Elaboración prueba

# FILTRO BIOLÓGICO-ASCENDENTE



**Figura 28** Vista en planta del filtro

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 29** Vista corte lateral

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.12 Diagnóstico de la PTAR actual

El caudal utilizado para la evaluación de la Planta de tratamiento será ( $Q= 0,672 \text{ lt/s}$ )

#### 3.1.1.12.1 Diagnóstico del tanque repartidor

Actualmente la estructura no cumple bien con su funcionamiento, ya que no cuenta con ninguna rejilla para evitar el paso de los sólidos grandes, esto provoca un efecto domino por deficiencia de la retención de sólidos que son arrastrados a las siguientes etapas.

#### 3.1.1.12.2 Diagnóstico del tanque séptico

Para realizar la evaluación se va a seguir las indicaciones estipuladas en la norma RAS 2000 título E. [15]

Por las encuestas realizadas en campo, la comunidad Hualcanga Santa Anita se compone de 84 familias, con un promedio aproximado entre 3 y 4 familiares, dándonos un total de 315 habitantes actuales.

Cada habitante tiene una dotación de agua potable de  $75 \frac{\text{lt}}{\text{hab}*\text{día}}$ .

#### Caudal de diseño

Será ( $Q= 0,672 \text{ lt/s}$ )

#### Remoción teórica del tanque séptico

**Tabla 60** Remoción teórica del tanque séptico

Nivel de Servicio	Clima FRÍO	Clima CÁLIDO
	(lt/hab*día)	(lt/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

Fuente: Elaboración propia

#### Funcionamiento actual del tanque séptico:

- a) Volumen actual de agua del tanque séptico ( $m^3$ ).

$$V_{ts} = l * b * h$$

Donde;

$l$  = Largo actual del tanque séptico= 6 m

$b$  = Ancho actual del tanque séptico= 2,55 m

$h$  = Altura actual del tanque séptico = 2m

$$V_{ts} = 6m * 2,55m * 2m$$

$$V_{ts} = 30.6 m^3$$

### **Funcionamiento teórico del tanque séptico:**

El agua residual es el resultado del uso del agua potable en donde para calcular se toma que el 70% es vertido hacia la red de alcantarillado.

$$q = C * D_a$$

Donde;

$C$  = Coeficiente de retorno (70 – 80) % = 70%

$D_a$  = Dotación actual *Norma CO 10.7 -602 Tabla 18* =  $75 \left( \frac{lt}{hab*día} \right)$

$$q = 0.7 * 75 \frac{lt}{hab * día}$$

$$q = 52,5 \frac{lt}{hab * día}$$

### **Determinación del tiempo de retención del tanque séptico:**

Para este cálculo según la norma RAS2000, es necesario relacionar la contribución diaria de las aguas y los habitantes.

$$L = q * \#habitantes$$

$$L = 52,5 \frac{lt}{hab * día} * 315 habitantes$$

$$L = 16537,5 \frac{lt}{día}$$

**Tabla 61** Determinación del tiempo de retención del tanque séptico

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	días	horas
Hasta 1500	1	24
de 1501 a 3000	0,92	22
De 3000 a 4500	0,83	20
4501 a 6000	0,75	18
6001 a 7500	0,67	16
7501 a 9000	0,58	14
más de 9000	0,5	12

Fuente: Elaboración propia

Mediante dicho calculo se puede observar que corresponde al rango de más de 9000 y por lo tanto el tiempo de retención es de 0.5 días o 12 horas.

#### **Determinación de la tasa de acumulación de lodos digeridos**

Según la norma RAS2000 se asume por el intervalo de limpieza y a la temperatura del ambiente, de tal forma que la temperatura del cantón Quero en promedio es de 15°C y el periodo de limpieza mínimo de un tanque séptico es de un año.

**Tabla 62** Determinación de la tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t ≥ 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente: Elaboración propia

#### **Cálculo del volumen útil del tanque séptico**

$$V_u = 1000 + N_h * [(q * T) + (K * L_f)]$$

Donde;

$V_u$  = Volumen útil del tanque séptico

$N_h$  = Número de habitantes= 315 habitantes

$q$  =Contribucion de aguas residuales por contribuyente=  $52,5 \frac{lt}{hab*día}$

$T$  = Tiempo de retención = 0.5 días

$K$  =Tasa de acumulación de lodos digeridos = 65

$L_f$  =Lodo fresco que puede generar una persona por día (lt/día) según norma RAS2000 = 1 lt/hab.

$$V_u = 1000 + 315 \text{ hab} * \left[ \left( 52,5 \frac{lt}{hab * día} * 0.5 \text{ día} \right) + \left( 65 * 1 \frac{lt}{hab} \right) \right]$$

$$V_u = 29743.75 \text{ lt}$$

$$V_u = 29.74 \text{ m}^3$$

#### **Cálculo del volumen útil actual del tanque séptico**

$$V_{\text{útil actual ts}} = l * b * h$$

Donde;

$l$  = Largo interno actual del tanque séptico= 5,6 m

$b$  = Ancho interno actual del tanque séptico= 2,15 m

$h$  = Altura actual del tanque séptico = 1,6m

$$V_{\text{útil actual ts}} = 5,6m * 2,15m * 1,6m$$

$$V_{\text{útil actual ts}} = 19.264 \text{ m}^3$$

Como se pudo observar en los cálculos realizados, las dimensiones actuales del tanque séptico no abastecen la demanda actual, por lo tanto, se debe realizar un rediseño de este con mayores dimensiones.

**Tabla 63** Cálculo del volumen útil actual del tanque séptico

RESULTADOS					
Volumen actual total del tanque séptico	30.6	m	Volumen teórico del tanque séptico	29.74	$m^3$
volumen actual útil del tanque séptico	19.26	$m^3$			

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.12.3 Diagnóstico del lecho de secado de lodos

Para realizar dicho diagnóstico se utiliza el Manual OPS 2005 denominado guía para el diseño de tanques sépticos, tanque IMHOFF y lagunas de estabilización. [16]

$$Q = 0,672 \text{ lt/s}$$

Datos;

Población:  $N_h = 315$  habitantes

SS= Sólidos suspendidos en el agua residual cruda (mg/l) =1475 mg/l

Densidad de lodos por norma OPS igual a:  $p_{lodos} = 1,04 \text{ kg/l}$ [16]

% sólidos contenidos en el lodo varían entre 8 a 12%= 12% [16]

Profundidad de aplicación: por norma OPS va entre 0,20 a 0,40m;  $H_a = 0,4$ [16]

**Volumen total lecho de secado de lodos:**

$$V_{tot} = l * b * h$$

Donde;

$l$  = Largo total del lecho del secado de lodos= 3,5 m

$b =$  Ancho total del secado de lodos = 2,5 m

$h =$  Altura total del secado de lodos = 1.9 m

$$V_{lsl\ tot} = 3,5m * 2,5m * 1.9 m$$

$$V_{tot} = 16.63 m^3$$

**Volumen útil lecho de secado de lodos:**

$$V_{lsl\ útil} = l * b * h$$

Donde;

$l =$  Largo útil del lecho del secado de lodos= 3,2 m

$b =$  Ancho útil del secado de lodos = 2,2 m

$h =$  Altura útil del secado de lodos = 1,75 m

$$V_{lsl\ útil} = 3,2m * 2,2m * 1,75 m$$

$$V_{ts\ útil} = 12.32 m^3$$

**Carga de solidos que ingresan al sedimentador (C en kg de SS/día):**

$$C = Qd * SS * 0,0864 \text{ kg SS/día}$$

$$C = 0,672 \frac{lt}{s} * 1475 \frac{mg}{lt} * 0,0864 \frac{s * kg}{mg * día}$$

$$C = 85.64 \text{ kg} \frac{SS}{días}$$

**Masa de los sólidos ( $M_{sd}$ , en  $kg \frac{SS}{días}$ )**

$$M_{sd} = (0,5 * 0,7 * 0,5 * C) + (0,5 * 0,3 * C)$$

Donde;

C= carga de sólidos que ingresan al sedimentador =  $85.64 \text{ kg} \frac{SS}{días}$

$$M_{sd} = (0,5 * 0,7 * 0,5 * 85.64) + (0,5 * 0,3 * 85.64)$$



$$M_{sd} = 27.83 \text{ kg } \frac{SS}{\text{día}}$$

**Volumen diario de lodos digeridos**

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\text{plodo} * \left(\frac{\%desólidos}{100}\right)}$$

Donde;

$M_{sd}$  = Masa de sólidos que forman parte de los lodos  $M_{sd} = 27.83 \text{ kg } \frac{SS}{\text{día}}$

$\text{plodo}$  = Densidad de lodos por norma OPS igual a:  $\text{plodos} = 1,04 \text{ kg/l}$ [16]

$$V_{ld} = \frac{27.83 \text{ kg } \frac{SS}{\text{día}}}{1,04 \text{ kg/lt} * \left(\frac{12}{100}\right)}$$

$$V_{ld} = 222.99 \frac{\text{lt}}{\text{día}}$$

**Volumen de lodos a extraerse del tanque ( $m^3$ )**

$$V_{el} = \frac{V_{ld} * T_d}{1000}$$

Donde;

$V_{ld}$  = Volumen diario de lodos digeridos  $V_{ld} = 222.99 \frac{\text{lt}}{\text{día}}$

$T_d$  = Es el tiempo de digestión de los lodos digeridos por norma OPS.

**Tabla 64** Volumen de lodos a extraerse del tanque

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40

>25	30
-----	----

Fuente: Elaboración propia

Fuente:

$$V_{el} = \frac{222.99 \frac{lt}{día} * 55 días}{1000}$$

$$V_{el} = 12.26 m^3$$

### Área teórica del lecho de secado de lodos

$$A_{ls} = \frac{V_{el}}{H_a}$$

Donde;

$$V_{el} = \text{Volumen de lodos a extraerse del tanque} = V_{el} = 12.26 m^3$$

$H_a$  = Profundidad de aplicación, la norma OPS va entre 0,20 a 0,40m;  $H_a = 0,4$ [16]

$$A_{ls} = \frac{12.26 m^3}{0,4 m}$$

$$A_{ls} = 30.65 m^2$$

### Área actual del lecho de secado de lodos ( $m^2$ )

$$A_{lsl actual} = l * a$$

Donde;

$l$  = Largo actual del lecho de secado de lodos = 3,5 m

$a$  = Ancho actual del lecho de secado de lodos = 2,5 m

$$A_{lsl actual} = l * a$$

$$A_{lsl actual} = 8,75 m^2$$

Como se pudo observar en los cálculos realizados, las dimensiones actuales del lecho de secado de lodos no abastecen la demanda actual, por lo tanto, se debe realizar un rediseño de este.

**Tabla 65** Área actual del lecho de secado de lodos

RESULTADOS					
Carga de solidos que ingresan	85.64	kg SS/día	Masa de solidos que forman parte del lodo	27.83	kg SS/día
Volumen diario de lodos digerido	222.99	lt/día	Volumen de lodos a extraerse	12.26	m <sup>3</sup>
Área actual de lecho	8.75	m <sup>2</sup>	Área teórica del lecho	30.65	m <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.1.1.12.4 Diagnóstico del filtro biológico ascendente

Para este diagnóstico utilizamos los parámetros establecidos en la norma Conagua 2015 (Comisión Nacional del Agua). [17]

Tendremos en cuenta un dato muy importante que es el valor de DBO<sub>5</sub> de 604.07 mg/lt.

#### Funcionamiento actual del filtro

$$Q_{mh} = \text{Caudal máximo horario PTAR} = 0.672 \frac{lt}{s}$$

$$\begin{aligned} S_o &= \text{Concentración de DBO}_5 \text{ en el agua residual cruda} \\ &= 604.07 \text{ kg} * \text{DBO}_5 / \text{m}^3 \end{aligned}$$

Según el Manual CONAGUA 2015, el diseño del filtro que trabaja en el tratamiento de aguas residuales domésticas opera con un TRH (tiempo de retención hidráulica) de 4 a 10 horas.[17]

Datos;

H= altura útil del filtro (m)= 2.5 m

b= longitud del borde libre (m)= 0,6 m

d= Altura del bajo dren (m)= 0,24 m

Dt=diámetro total del filtro (m)= 3,34 m

Di=diámetro interno del filtro (m)= 3,25 m

### **Altura del material filtrante**

$$h_{mf} = H - b - d$$

$$h_{mf} = 2,5 - 0,6 - 0,24$$

$$h_{mf} = 1,66 \text{ m}$$

### **Área superficial del filtro biológico ascendente ( $A_{su}$ )**

$$A_{su} = \frac{\pi * Di^2}{4}$$

$$A_{su} = \frac{\pi * 3,25^2}{4}$$

$$A_{su} = 8,30 \text{ m}^2$$

### **Volumen total actual del material filtrante**

$$V_{mf} = h_{mf} * A_{su}$$

$$V_{mf} = 1,66 \text{ m} * 8,30 \text{ m}^2$$

$$V_{mf} = 13,78 \text{ m}^3$$

### **Volumen total útil actual del filtro**

$$V_{tof} = H * A_{su}$$

$$V_{tof} = 2,5 \text{ m} * 8,30 \text{ m}^2$$

$$V_{tof} = 20,75 \text{ m}^3$$

### **Carga orgánica volumétrica del medio filtrante ( $COV_{mf}$ )**

$$COV_{mf} = \frac{Q_{mh} * S_o}{V_{mf}}$$

$$COV_{mf} = \frac{58,06 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 604,07 \text{ kg} * DBO_5/\text{m}^3}{13,78 \text{ m}^3}$$

$$COV_{mf} = 2.54 \text{ kg de } \frac{DBO}{m^3 * \text{día}}$$

**Carga orgánica volumétrica del filtro biológico ascendente.**

$$COV = \frac{Q_{mh} * S_o}{V_{tof}}$$

$$COV = \frac{58.06 \frac{m^3}{\text{día}} * 604.07 \text{ kg} * DBO_5/m^3}{20.75 m^3}$$

$$COV = 1.69 \text{ kg de } \frac{DBO}{m^3 * \text{día}}$$

**Tiempo de retención hidráulica real.**

$$TRH = \frac{V_{mf}}{Q_{mh}}$$

$$TRH = \frac{13,78 m^3}{58.06 \frac{m^3}{\text{día}}}$$

$$TRH = 0,23 \text{ días} = 5,52 \text{ horas}$$

El tiempo de retención hidráulica real es de 5.52 horas por lo que se encuentra en el rango de 4 a 10 horas, tal como establece en la norma, por lo que dicha estructura está trabajando de forma correcta.

**Eficiencia de remoción esperada.**

0,87 es un coeficiente empírico del sistema[17]

0,5 es un coeficiente empírico del medio filtrante[17]

$$E = 100[1 - 0,87(TRH)^{-0,5}]$$

$$E = 100[1 - 0,87(5,52)^{-0,5}]$$

$$E = 62.97\%$$

Está funcionando el 62.97% de su eficiencia.

**Carga hidráulica superficial (CHS)**

$$CHS = \frac{Q_{mh}}{A_f}$$

$$CHS = \frac{58.06 \frac{m^3}{día}}{8,30 m^2}$$

$$CHS = 6.99 \frac{m}{día}$$

El valor de CHS debe estar entre 6 y 15  $m^3/m^2$  por lo que se demuestra que esta en su rango permitido.

### Funcionamiento teórico del filtro

$$Q_{mh} = \text{Caudal máximo horario PTAR} = 0.672 \frac{lt}{s}$$

$$\begin{aligned} S_o &= \text{Concentración de } DBO_5 \text{ en el agua residual cruda} \\ &= 604.07 \text{ kg} * DBO_5/m^3 \end{aligned}$$

### Área superficial teoría del filtro

$$A_{f t} = \frac{Q_{mh}}{CHS}$$

Donde;

CHS= carga hidráulica superficial CONAGUA 2015 entre 6 y 15  $\frac{m^3}{m^2 * día}$

$$CHS = 10,5 \frac{m^3}{m^2 * día}$$

$$A_{f t} = \frac{58.06 \frac{m^3}{día}}{10,5 \frac{m^3}{m^2 * día}}$$

$$A_{f t} = 5.53 m^2$$

### Volumen teórico del material filtrante

$$V_{t mf} = TRH * Q_{mh}$$

Donde;

TRH= tiempo de retención hidráulica CONAGUA 2015 (4 a 10 horas) = 7 horas=0,29 días[17]

$$V_{t\,mf} = 0,29 \text{ días} * 58.06 \frac{m^3}{\text{día}}$$

$$V_{t\,mf} = 16.83 \text{ m}^3$$

### Tiempo de retención hidráulica teórica

$$TRH = \frac{V_{t\,mf}}{Q_{mh}}$$

$$TRH = \frac{16.83 \text{ m}^3}{58.06 \frac{m^3}{\text{día}}}$$

$$TRH = 0,29 \text{ días} = 6,96 \text{ horas}$$

Como se pudo observar en los cálculos realizados, el filtro no cumple con las condiciones para la demanda, debido a que el tiempo de retención actual es menor que el teórico, por esto y falta de mantenimiento.

**Tabla 66 Tiempo de retención hidráulica teórica**

RESULTADOS					
Área superficial actual del filtro	8.30	$m^2$	Volumen total actual del material	13.78	$m^3$
Área superficial teórica del filtro	5.53	$m^2$	Volumen teórico del material	16.83	$m^3$

Fuente: Elaboración propia

La planta de tratamiento de la comunidad Hualcanga Santa Anita se encuentra funcionando sin embargo no cumple con el propósito de reducir los contaminantes adecuadamente.

**Tabla 67** Componentes PTAR

COMPONENTES PTAR	FUNCIONAMIENTO ACTUAL	CUMPLIMIENTO
Tanque repartidor de caudales	El tanque repartidor de la PTAR no cuenta con las rejillas que sirven para retener los residuos sólidos grandes, lo que provoca una mala circulación del agua residual	NO
Tanque séptico	El tanque séptico actualmente no abastece con el volumen de ingreso a la PTAR. Debido a que sus dimensiones actuales no satisfacen el volumen necesario.	NO
Lecho de secado de lodos	El lecho de secado de lodos no trabaja efectivamente ya que presenta valores muy altos respecto a los límites máximos establecidos por TULSMA2015	NO
Filtro anaerobio de flujo ascendente	El filtro anaerobio ascendente no cumple con los parámetros normados para su funcionamiento adecuado, ya que sus dimensiones no abastecen el volumen de agua residual.	NO

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1.13 Propuesta de mejora de la PTAR

Se va a implementar una trampa de grasas con el fin de regular el parámetro de aceites y grasas ya que esta por fuera de los límites permitidos por el TULSMA 2015, de esta manera se reduce el  $DBO_5$ , DQO, Sólidos suspendidos y aceites y grasas.

**Tabla 68** Propuesta de mejora de la PTAR

Unidades de Tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje					
	DBO	DQO	SS	Pb	N-Org	Aceites y grasas
	<b>Parcial</b>					
	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Rejilla	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trampa de aceites y grasas	0%	0%	10%	0%	0%	85%
Tanque séptico	30%	0%	50%	15%	0%	70%
Filtro anaerobio de flujo ascendente	65%	60%	60%	30%	0%	0%
Humedal artificial	97,80%	92,70%	97,50%	96,90%	0%	0%
Lecho de secado de Lodos*	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>99,46%</b>	<b>97,08%</b>	<b>99,55%</b>	<b>98,16%</b>	<b>0,00%</b>	<b>95,50%</b>

Fuente: Elaboración propia



### 3.1.1.13.1 Determinación del caudal de diseño de la PTAR

Caudal alcantarillado = 5.002 lt/seg

Caudal de mediciones = 0.672 lt/seg

Promediamos el valor del caudal de alcantarillado con el caudal más alto de las mediciones tomadas para no sobredimensionar las unidades.

Por lo tanto, vamos a tener un caudal de diseño de  $2.84 \frac{lt}{s}$ .

### 3.1.1.13.2 Dimensionamiento de la rejilla del tanque repartidor.

**Numero de varillas de la rejilla.**

$$N = \frac{b + \emptyset \text{ varilla}}{e + \emptyset \text{ varilla}}$$

Donde;

$b$  = Ancho de la rejilla = ancho interno del tanque repartidor = 0,9 m

$\emptyset \text{ varilla}$  = Diámetro de la varilla = 0,016 m

$e$  = Espaciamiento entre varillas varía entre 25mm a 50mm = 0,025 m

$$N = \frac{0,9m + 0,016m}{0,025m + 0,016m}$$

$$N = 22,34 \text{ varillas} \approx 23 \text{ varillas}$$

**Ancho libre entre varillas**

$$e = \frac{b + \emptyset \text{ varilla}}{N} - \emptyset \text{ varilla}$$

$$e = \frac{0,9m + 0,016m}{23} - 0,016m$$

$$e = 0,025m \approx 25mm$$

### 3.1.1.13.3 Diseño del tanque de grasas

Para su diseño se utilizó la norma RAS2000 sección II del título E. Y también se utilizará el manual de “Especificaciones técnicas para el diseño de trama de grasas” de

la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en conjunto con el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS 2003). [18]

### **Dimensionamiento de la trampa de grasas**

Tenemos el caudal de diseño de la PTAR=  $2.84 \frac{lt}{s}$

### **Área de la trampa de grasas**

$$A_{tg} = \frac{Qd * a}{60 \frac{l}{min}}$$

Donde;

a= área por cada l/s (valor recomendado manual) =  $0,25 m^2$

Qd= caudal de diseño =  $2,84 \frac{l}{s} = 170,4 \frac{l}{min}$

$$A_{tg} = \frac{170,4 \frac{l}{min} * 0,25 m^2}{60 \frac{l}{min}}$$

$$A_{tg} = 0,71 m^2$$

### **Ancho propuesto para la trampa de grasas ( $An_{tg}$ )**

$$\frac{Largo}{Ancho} = \frac{2}{1}$$

$$Largo = 2 * Ancho$$

$$Area = Largo * Ancho = 2 * Ancho * Ancho = 2 * ancho^2$$

$$Ancho = \sqrt{\frac{Area}{2}}$$

$$An_{tg} = \sqrt{\frac{A_{tg}}{2}}$$

$$An_{tg} = \sqrt{\frac{0,71 m^2}{2}}$$

$$An_{tg} = 0,59 \text{ m} \approx 0,60 \text{ m}$$

### **Largo propuesto para la trampa de grasas ( $L_{tg}$ )**

$$L_{tg} = An_{tg} * 2$$

$$L_{tg} = 0,60 \text{ m} * 2$$

$$L_{tg} = 1,2 \text{ m}$$

### **Cálculo del volumen útil de la trampa de grasas**

$$V_{utg} = Qd * TR_g$$

Donde;

$TR_g$  = Tiempo de retención en la trampa de grasas va de (2,5 a 3 min) = 3min

$$V_{utg} = 170,4 \frac{l}{min} * 3 \text{ min}$$

$$V_{utg} = 511,2 \text{ litros} \approx 0,5112 \text{ m}^3$$

### **Profundidad útil de la trampa a de grasas**

$$P_{utg} = \frac{V_{utg}}{A_{tg}}$$

$$P_{utg} = \frac{0,5112 \text{ m}^3}{0,71 \text{ m}^2}$$

$$P_{utg} = 0,72 \text{ m}$$

### **Profundidad propuesta para la trampa de grasas**

$$P_{tg} = P_{utg} + P_s$$

Donde;

$P_s$  = profundidad de seguridad de la trampa de grasas=0,3m

$$P_g = 0,72 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$$

$$P_g = 1,02 \text{ m} \approx 1,05 \text{ m}$$

**Tabla 69** Diseño del tanque de grasas

DISEÑO DEL TANQUE DE GRASAS		
PTAR HUALCANGA SAN LUIS		
MANUAL OPS-CEPIS2003 // RAS200		
DIMENSIONES PROPUESTAS		
Datos	Dimensión	Unidad
Largo	1,20	m
Ancho	0,60	m
Profundidad	1,05	m
Espesor paredes	0,15	m
Espesor piso	0,10	m

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.1.1.13.4 Diseño del tanque séptico

Se utilizará la norma RAS2000 sección II del título E correspondiente al Tratamiento de aguas residuales.[15]

#### Dimensionamiento del tanque séptico

**Contribución de aguas residuales futuras ( $q$  en  $\frac{lt}{hab*día}$ )**

$$Población\ futura = Pf = 410\ habitantes$$

Se trabajó con la dotación establecida por la Norma CO 10.7 -602 siendo este valor de  $= 75 \left( \frac{lt}{hab*día} \right)$  [15]

$$C = coeficiente\ de\ retorno\ (70\ al\ 80)\% = 70\%$$

$$q = C * Df$$

$$q = 0,7 * 75 \frac{lt}{hab * día}$$

$$q = 52,50 \frac{lt}{hab * día}$$

**Volumen propuesto de agua residual en el tanque séptico ( $V_{uts}$  en  $m^3$ )**

$$V_{uts} = 1000 + N_h * [(q * T) + (K * L_f)]$$

Donde;

$V_{uts}$  = Volumen útil del tanque séptico

$N_h$  = Número de habitantes= 410 hab

$q$  =Contribucion de aguas residuales futura por contribuyente= $52,50 \frac{lt}{hab*día}$

$T$  = Tiempo de retención = 0.5 días[15]

$K$  =Tasa de acumulación de lodos digeridos = 65

$L_f$  =Lodo fresco que puede generar una persona por día (lt/día) según norma RAS2000 = 1 lt/hab.

$$V_u = 1000 + 410 * [(52,50 * 0,5) + (65 * 1)]$$

$$V_{uts} = 38412 \text{ lt} \approx 38,412 \text{ m}^3$$

#### **Determinación del tiempo de retención del tanque séptico**

$$L = q * \#habitantes$$

$$L = 52,50 \frac{lt}{hab * día} * 410 \text{ habitantes}$$

$$L = 21525 \frac{lt}{día}$$

**Tabla 70** Tiempo de retención de acuerdo con la contribución del agua residual  
TABLA E.7.2 RAS2000.

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	días	horas
Hasta 1500	1	24
de 1501 a 3000	0,92	22
De 3000 a 4500	0,83	20
4501 a 6000	0,75	18

6001 a 7500	0,67	16
7501 a 9000	0,58	14
más de 9000	0,5	12

**Fuente:** Tabla E.7.2 RAS2000[19]

Para determinar el tiempo de retención se compara la contribución diaria en la tabla 34, se tiene un tiempo de retención de 0,5 días o 12 horas.

### Área propuesta del tanque séptico ( $A_{ts}$ en $m^2$ )

$$A_{ts} = \frac{V_{uts}}{h_{ts}}$$

Donde;

$h_{ts}$  = altura asumida para el tanque séptico = 3 m

$$A_{ts} = \frac{38,412 \text{ m}^3}{3 \text{ m}}$$

$$A_{ts} = 12,804 \text{ m}^2$$

### Ancho propuesto para el tanque séptico

$$2 < \frac{L}{b_{ts}} < 4$$

Se ocupa la relación  $r = 3,5$

$$b_{ts} = \sqrt{\frac{A_{ts}}{3,5}}$$

$$b_{ts} = \sqrt{\frac{12,804 \text{ m}^2}{3,5}}$$

$$b_{ts} = 1,913 \text{ m} \approx 1,92 \text{ m}$$

### Largo propuesto del tanque séptico de dos compartimientos

$$L_{ts} = 3 * b_{ts}$$

$$L_{ts} = 3 * 1,92 \text{ m}$$

$$L_{ts} = 5,80 \text{ m}$$

Con las medidas propuestas del largo y ancho del tanque séptico se verifica la relación del largo / ancho.

$$2 < \frac{L}{b_{ts}} < 4$$

$$2 < \frac{5,80}{1,92} < 4$$

$$2 < 3 < 4 \therefore \text{si cumple}$$

### **Largo propuesto del primer compartimiento del tanque séptico**

$$L_{pc1} = \frac{2}{3} * L_{ts}$$

$$L_{pc1} = \frac{2}{3} * 5,80 \text{ m}$$

$$L_{pc1} = 3,9 \text{ m}$$

### **Largo propuesto del segundo compartimiento del tanque séptico**

$$L_{pc2} = \frac{1}{3} * L_{ts}$$

$$L_{pc2} = \frac{1}{3} * 5,80 \text{ m}$$

$$L_{pc2} = 1,93 \text{ m}$$

### **Cálculo de la altura total del tanque séptico**

$$H_{Tc} = h_{ts} + \text{borde libre}$$

Borde libre asumido de 0,30 m

$$H_{Tc} = 3 \text{ m} + 0,30 \text{ m}$$

$$H_{Tc} = 3,30 \text{ m}$$

**Tabla 71** Dimensiones propuestas

DISEÑO DEL TANQUE SÉPTICO		
NORMA RAS2000		
DIMENSIONES PROPUESTAS		
Datos	Cantidad	Unidad
Largo	5,80	m
Ancho	1,92	m
Altura	3,30	m
Borde libre	0,35	m
Número de fosas	2	U
Largo 1er compartimiento	3,90	m
Largo 2do compartimiento	1,93	m
Espesor de paredes	0,20	m
Espesor de piso	0,15	m

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.13.5 Diseño del lecho de secado de lodos

Para este diseño se utilizará los parámetros y criterios de diseño establecidos en el Manual OPS2005, relativo al diseño de tanques sépticos, Tanques Imhoff y lagunas de estabilización.[16]

A continuación, se detallan los datos necesarios para el diseño del lecho de secado de lodos de la PTAR. Se utilizará la mitad del valor del caudal de diseño para poder tener dimensiones más precisas en tanto al funcionamiento actual.

**Tabla 72** Diseño del lecho de secado de lodos

DISEÑO DEL LECHO DE SECADO DE LODOS			
MANUAL OPS 2005			
Datos	Nomenclatura	Valor	Unidades
Caudal de diseño	Qd	1,42	l/s
Sólidos suspendidos en el agua residual cruda	SS	1475	mg/l
Densidad de lodos	plodo	1,04	kg/l
Porcentaje de sólidos varía de 8 al 12%	% sólidos	12	%
Tiempo de digestión Tabla 21	Td	55	días
Profundidad de aplicación de 0,2 a 0,4	Ha	0,40	m

**Fuente:** Elaboración propia



**Carga de solidos que ingresan al sedimentador ( $C_s$  en  $kg \frac{SS}{día}$ )**

$$C_s = Qd * SS * 0,0846$$
$$C_s = 1,42 \frac{l}{s} * 1475 \frac{mg}{l} * 0,0846 \frac{s * kg}{mg * días}$$
$$C_s = 177,19 \frac{Kg}{día}$$

**Masa de solidos que forman parte de los lodos ( $M_{sdl}$  en  $kg \frac{SS}{día}$ )**

$$M_{sdl} = (0,5 * 0,7 * 0,5 * C_s) + (0,5 * 0,3 * C_s)$$
$$M_{sdl} = \left( 0,5 * 0,7 * 0,5 * 177,19 \frac{Kg}{día} \right) + \left( 0,5 * 0,3 * 177,19 \frac{Kg}{día} \right)$$
$$M_{sdl} = 57,59 kg \frac{SS}{día}$$

**Volumen diario de lodos digeridos ( $V_{dl}$  en  $\frac{l}{día}$ )**

$$V_{dl} = \frac{M_{sdl}}{p \text{ lodo} * \left( \frac{\% \text{ sólidos}}{100} \right)}$$
$$V_{dl} = \frac{57,59 kg \frac{SS}{día}}{1,04 \frac{kg}{l} * \left( \frac{12}{100} \right)}$$
$$V_{dl} = 461,46 \frac{l}{día}$$

**Volumen de lodos a retirarse del tanque ( $V_{rt}$  en  $m^3$ )**

$$V_{rt} = \frac{V_{dl} * Td}{1000}$$
$$V_{rt} = \frac{461,46 \frac{l}{día} * 55 \text{ días}}{1000}$$
$$V_{rt} = 25,38 m^3$$

**Área del lecho de secado de lodos ( $A_{ls}$  en  $m^2$ )**

$$A_{ls} = \frac{V_{rt}}{Ha}$$

$$Als = \frac{25,38 \text{ m}^3}{0,40 \text{ m}}$$

$$Als = 63,45 \text{ m}^2$$

### Dimensiones del lecho de secado de lodos

$$A_{ts} = 2B * B$$

B; ancho del lecho de secado de lodos

$$B = \sqrt{\frac{Als}{2 * h}}$$

Donde;

h= altura asumida del tanque = 2 m

$$B = \sqrt{\frac{63,45 \text{ m}^2}{2 * 2 \text{ m}}}$$

$$B = 3,98 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

L; largo del lecho de secado de lodos

$$L = 2 * B$$

$$L = 2 * 4 \text{ m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

**Tabla 73 Diseño del lecho de secado de lodos**

DISEÑO DEL LECHO DEL SECADO DE LODOS		
NORMA OPS 2005		
DIMENSIONES PROPUESTAS		
Datos	Cantidad	Unidad
Largo	8,00	m
Ancho	4,00	m
Alto	2,00	m
Espesor de paredes	0,15	m
Espesor de piso	0,15	m

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1.13.6 Diseño del filtro anaerobio ascendente

Para este diseño se usó el manual del CONAGUA 2015, titulado diseño de plantas de aguas residuales municipales: Filtros anaerobios de flujo ascendente.[17]

$$Q_d = \text{caudal de diseño PTAR} = 2.84 \frac{l}{s} = 245,4 \frac{m^3}{\text{día}} = 10,224 \frac{m^3}{\text{hora}}$$

$$\begin{aligned} S_o &= \text{Concentración de } DBO_5 \text{ en el agua residual cruda} \\ &= 0,42285 \text{ kg} * DBO_5/m^3 \end{aligned}$$

#### Volumen del filtro

$$V = Q_d * TRH$$

Donde;

TRH= tiempo de residencia hidráulica por norma va de 4 a 10 horas= TRH=6 horas

$$V = 10,224 \frac{m^3}{\text{hora}} * 6 \text{ horas}$$

$$V = 61,34 m^3$$

#### Altura total del filtro

$$H = h_1 + h_b + h_m$$

Donde;

$h_1$ = altura del borde libre= 0,50 m

$h_b$ = Altura bajo el dren= 0,50 m

$h_m$ = Altura del medio filtrante va de 0,8m a 3m;  $h_m$ = 2m

$$H = 0,50 m + 0,50 m + 2m$$

$$H = 3m$$

#### Área del FAFA

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{61,34 \text{ m}^3}{3 \text{ m}}$$

$$A = 20,45 \text{ m}^2$$

### **Volumen del medio filtrante (Vmf)**

$$Vmf = A * hm$$

$$Vmf = 20,45 \text{ m}^2 * 2 \text{ m}$$

$$Vmf = 40,9 \text{ m}^3$$

### **Carga orgánica volumétrica 1 (COV1)**

$$COV_1 = \frac{Qmh * S_o}{Vmf}$$

$$COV_1 = \frac{245,4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 0,42285 \text{ kg} * DBO_5/\text{m}^3}{40,9 \text{ m}^3}$$

$$COV_1 = 2.5371 \text{ kg} * \frac{DBO}{\text{m}^3 * \text{días}}$$

### **Carga orgánica volumétrica 2 (COV2)**

$$COV_2 = \frac{Qmh * S_o}{V}$$

$$COV_2 = \frac{245,4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 0,42285 \text{ kg} * DBO_5/\text{m}^3}{61,34 \text{ m}^3}$$

$$COV_2 = 1.69 \text{ kg} * \frac{DBO}{\text{m}^3 * \text{días}}$$

### **Diámetro del filtro**

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 20,45 \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$D = 5,10 \text{ m} \approx 5,10 \text{ m}$$

### **Eficiencia del filtro anaerobio de flujo ascendente (Ef)**

$$Ef = 100[1 - 0,87(TRH)^{-0,5}]$$

$$Ef = 100[1 - 0,87(6 \text{ horas})^{-0,5}]$$

$$Ef = 64,48\%$$

### **Volumen real del filtro anaerobio**

$$V_{real} = A * H$$

$$V_{real} = \frac{\pi * D^2}{4} * H$$

$$V_{real} = \frac{\pi * (5,10 \text{ m})^2}{4} * 3\text{m}$$

$$V_{real} = 61,28 \text{ m}^3$$

### **Verificación de la carga hidráulica superficial**

$$CHS = \frac{Qd}{A}$$

$$CHS = \frac{245,4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{20,45 \text{ m}^2}$$

$$CHS = 12 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{día}}$$

$$10 < CHS < 15$$

$$6 < 12 < 15 \therefore OK$$

**Tabla 74** Diseño del Filtro anaerobio de flujo ascendente

DISEÑO DEL FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE		
NORMA CONAGUA 2015		
DIMENSIONES PROPUESTAS		
Datos	Cantidad	Unidad
Diámetro	5,10	m
Altura	3	m
Altura del borde libre	0,5	m
Altura bajo el dren	0,5	m
Altura del material filtrante	2	m
Espesor de paredes	0,15	m
Espesor de piso	0,15	m

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.1.13.7 Cálculo del humedal subsuperficial de flujo horizontal

**Tabla 75** Cálculo del humedal subsuperficial de flujo horizontal

DATOS			
Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Caudal de diseño	Qd	2,84	lt/seg
Temperatura	T	15	° C
Altura efectiva del humedal	Hh	0.60	m
DBO afluente	DBO	148	mg/lt
DBO esperado efluente	DBOe	100	mg/lt
Pendiente	S	1	%
Tamaño del medio filtrante: grava media	Dm	32	mm
Porosidad del medio filtrante	N	0.40	-
Conductividad hidráulica del medio filtrante	Ks	1000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> * día
Área ocupada por las plantas	Ap	0.60	m <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

### Constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura

$$KT = K_{20} * 1.06^{T-20}$$

$$KT = 1.104 * \text{día}^{-1} * 1.06^{15-20}$$

$$KT = 0.82 * \text{día}^{-1}$$

### Área superficial

$$Ash = \frac{Qd * \ln\left(\frac{DBO}{DBOe}\right)}{KT * Hh * n}$$

$$Ash = \frac{245.4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * \ln\left(\frac{148 \text{ mg/l}}{100 \text{ mg/l}}\right)}{0.82 * \text{día}^{-1} * 0.60 * 0.40}$$

$$Ash = 488.85 \text{ m}^2$$

### Ancho del humedal

$$Ah = \frac{1}{Hh} * \left(\frac{Qd * Ash}{S * Ks}\right)^{0.5}$$

$$Ah = \frac{1}{0.60 \text{ m}} * \left(\frac{245.4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 488.85 \text{ m}^2}{0.01 * 10000 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{día}}}\right)^{0.5}$$

$$Ah = 57.72 \text{ m}$$

### Largo del humedal

$$Lh = \frac{Ash}{Ah}$$

$$Lh = \frac{488.85 \text{ m}^2}{57.72 \text{ m}}$$

$$Lh = 8.46 \text{ m}$$

### Relación largo/ancho

$$R = \frac{Lh}{Ah}$$

$$R = \frac{8.46 \text{ m}}{57.72 \text{ m}}$$

$$R = 0.14$$

La relación debe ser al menos de 1, por lo tanto, se propone otras medidas

### **Dimensiones en función de las relaciones**

$$\text{Relación} = 1:1.5, R=1.5$$

#### **Ancho del humedal**

$$Bh = \left( \frac{Ash}{R} \right)^{0.5}$$

$$Bh = \frac{488.85 \text{ m}^2}{1.5}$$

$$Bh = 18.05 \text{ m}$$

Para poder cumplir con las consideraciones se adopta un valor de 47m

#### **Largo del humedal**

$$Lh = R * Bh$$

$$Lh = 1.5 * 47 \text{ m}$$

$$Lh = 70.5 \text{ m}$$

#### **Área del humedal**

$$Arh = Bh * Lh$$

$$Arh = 47\text{m} * 70.5\text{m}$$

$$Arh = 3313.5 \text{ m}^2$$

#### **Tiempo de resiliencia**

$$TRHh = \frac{Arh * Hh * n}{Qd}$$

$$TRHh = \frac{3313.5 \text{ m}^2 * 0.60 \text{ m} * 0.40}{245.4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}$$

$$TRHh = 3.24 \text{ del día}$$



### Carga orgánica

$$CO = \frac{Qd * DBO}{Arh}$$
$$CO = \frac{245.4 \frac{m^3}{día} * 0.148 \text{ kg/m}^3}{3313.5 \text{ m}^2}$$
$$CO = 0.010960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{día}} \approx 109.60 \frac{\text{kg}}{\text{Ha} * \text{día}}$$

### Verificación

$$CO < 112 \frac{\text{kg}}{\text{Ha} * \text{día}}$$
$$109.60 \frac{\text{kg}}{\text{Ha} * \text{día}} < 112 \frac{\text{kg}}{\text{Ha} * \text{día}}$$

CUMPLE

### Numero de plantas

$$Np = \frac{Arh}{Ap}$$
$$Np = \frac{3313.5 \text{ m}^2}{0.60 \text{ m}^2}$$
$$Np = 5522.5 \text{ plantas}$$

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se planteó un nuevo diseño para el mejoramiento del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales del sector Hualcanga Santa Anita, Quero. Esta propuesta cumple con las normas establecidas para PTAR, así el caudal de diseño calculado es de 2,84 lt/s, el tiempo estimado de funcionamiento es de 25 años. Por otro lado, a la planta de tratamiento existente se le añadió una trampa de grasas y un humedal artificial con el fin de mejorar el proceso de la PTAR.
- Se desarrolló un levantamiento de información del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento de aguas residuales. En el cual se encontró 85 familias con un total de 315 personas, de las mismas solo 57 familias se encontraban conectadas a la red de alcantarillado, mientras que el resto carecía de este servicio.
- Se elaboró un diseño hidráulico sanitario del sistema de alcantarillado, el cual cumple con la normativa haciéndolo más eficiente, debido a que se cambió las tuberías de hormigón a PVC, y se aumentó nuevos ramales para abastecer a más familias de la comunidad.
- Se evaluó el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo con la normativa vigente TULSMA 2015, en la cual se establece parámetros para el buen funcionamiento de la PTAR. Así, en esta evaluación se encontró que sobrepasaban los límites máximos establecidos para descargas en cuerpos de agua dulce. En consecuencia, se determinó que la PTAR de Hualcanga Santa Anita no está funcionando adecuadamente, por tal, fue necesario el rediseño de la planta con el fin de garantizar el correcto tratamiento de aguas residuales.

## **4.2 Recomendaciones**

- Es menester de las autoridades realizar mantenimientos en las plantas de tratamiento cada cierto tiempo con el fin de reparar fallas y mantener una adecuada desinfección de líquidos contaminados.
- Realizar ensayos de laboratorio con el fin de observar el estado de la planta
- Es necesario que toda obra siempre sea supervisada con el fin de evitar errores que sean significativos y causen daños a la comunidad.
- Realizar campañas de capacitación para el personal encargado del mantenimiento.







## BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. Carrera and E. Sanabria, “DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA INSPECCIÓN MUNICIPAL DE SAN JOAQUÍN EN EL MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA,” UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA, Bogotá, 2017.
- [2] D. Bravo and E. Solís, “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca,” 2018. Accessed: Jan. 09, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31523/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- [3] B. Tibán, “DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD DE HUALCANGA LA DOLOROSA, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [4] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SANTIAGO DE QUERO, “Plan de Ordenamiento Territorial de Quero,” 2021.
- [5] J. Domínguez, “El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz,” *Gestión y política pública*, vol. 19, no. 2, 2010.
- [6] *Constitución de la República del Ecuador*. 2008.
- [7] G. Reclade, “Acceso equitativo a servicios de agua potable y alcantarillado: una oportunidad para el activismo judicial y social a nivel local,” *Revista de Derecho*, vol. 46, 2016.
- [8] A. Briñez, J. Karol, G. Guarnizo, C. Juliana, V. Arias, and A. Samuel, “Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima,” *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 30, 2012.
- [9] A. M. Hernández, A. L. Hernández, and P. Galán, *Manual de depuración Uralita*, 3rd ed., vol. 1. Valencia, 2000.
- [10] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES,” 2010.
- [11] *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE*. Ecuador, 2017.

- [12] V. P. Díaz-Narváez V.P. and A. Calzadilla-Núñez A., “Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud,” *Ciencias de la Salud*, vol. 14, no. 1, pp. 115–121, Feb. 2016, doi: 10.12804/revsalud14.01.2016.10.
- [13] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, *CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO*. Ecuador, 2019.
- [14] *Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado*. 2009.
- [15] Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS - 2000*. 2000.
- [16] tanques I. y lagunas de estabilización Guía para el diseño de tanques sépticos, “Organización Panamericana de la Salud (OPS),” 2015.
- [17] «Manual de Agua Potable, alcantarillado y saneamiento Comisión Nacional del Agua, “Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; filtros anaerobios de flujo ascendente,” 2015.
- [18] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente y Organización Panamericana de la Salud, “Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa,” 2003.
- [19] Secretaría del Agua, *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. NORMA CO 10.7 - 602*. 2016.

# ANEXOS

## ANEXO 1 ENCUESTA



<b>Fotografía #1</b>	<b>Fotografía #2</b>
	
Encuesta al habitante de la comunidad (1)	Encuesta al habitante de la comunidad (2)
<b>Fotografía #3</b>	<b>Fotografía #4</b>
	
Encuesta al habitante de la comunidad (3)	Encuesta al habitante de la comunidad (4)
<b>Fotografía #5</b>	<b>Fotografía #6</b>
	
Encuesta al habitante de la comunidad (5)	Encuesta al habitante de la comunidad (6)

## MODELO DE LA ENCUESTA

PROYECTO: DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.				
ENCUESTA A LA POBLACION DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ.				
OBJETIVO GENERAL: Diseñar una propuesta para el mejoramiento del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales del sector Hualcanga, Quero.				
OBJETIVO ESPECIFICO: Desarrollar un levantamiento de información del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento de aguas residuales.				
FECHA	DIA	MES	AÑO	
<b>COLOQUE UNA X EN EL CASILLERO QUE CONSIDERE</b>				
A) VIVIENDA	A.1) CARACTERISITICAS FISICAS DE UNA PLANTA _____ VARIAS _____			
B) POBLACIÓN	B.1) N DE FAMILIARES _____	HOMBRES	MUJERES	NIÑOS _____ NIÑAS _____
C) ACTIVIDAD SOCIOECONOMICA	C.1) PERSONA QUE TRABAJA		C.2) EDAD	C.3) OCUPACIÓN
	_____		_____	_____
	_____		_____	_____
	_____		_____	_____
D) GASTOS FAMILIARES	INGRESOS ANUALES			INGRESOS POR BONO D.
	PADRE	MADRE	HIJOS MAYOR	OTROS INGRESOS
E) ORGANIZACIÓN DE LA COMUNIDAD	E.1) CONSTAN EN LA COMUNIDAD CON UNA O VARIAS ORGANIZACIONES: DIRECTIVA DEL BARRIO _____ JUNTA DE AGUA POTABLE _____ JUNTA DE RIEGO _____ OTRAS _____			USTED O ALGUIEN DE SU FAMILIA PERTENECE ALGUNA ORGANIZACIÓN SI _____ NO _____
F) EDUCACION SANITARIA Y SALUD	F.1) EN LOS ULTIMOS MESES USTED O SU FAMILIA HAN SUFRIDO ALGUNA DE ESTAS ENFERMEDADES: DIARREA _____ PARASITOSIS _____ RESPIRATORIA _____ OTRAS _____		F.2) CONSIDERA IMPORTANTE EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EVITAR FEOS OLORES SI _____ NO _____	
G) EDUCACIÓN AMBIENTAL	G.1) EXISTE AGUA ESTANCADA CERCA DE SU VIVIENDA: SI _____ NO _____		G.2) DONDE ELIMINAN EL AGUA UTILIZADA PARA EL LAVADO DE ROPA, OLLAS Y PLATOS. ALCANTARILLADO PUBLICO _____ FOSA SEPTICA _____ OTROS _____	
H) ELIMINACIÓN DE DESECHOS	H.1) SE ENCUENTRA CONECTADO AL ALCANTARILLADO SI _____ NO _____		H.2) COMO ELIMINAN LOS DESECHOS SOLIDOS _____	
I) APOYO DEL GOBIERNO MUNICIPAL	I.1) CONSIDERA QUE EL GOBIERNO MUNICIPAL AYUDA A LA COMUNIDAD EN ACCIONES DE SANEAMIENTO SI _____ NO _____			
OBSERVACIONES:				
COORDENADA X:		COORDENADA Y:		E:
¿ESTARIA USTED DE ACUERDO QUE MEDIANTE EL DESARROLLO DE LA PRESENTE ENTREVISTA SE TOMEN FOTOGRAFIAS Y SE HAGA UNA GRABACION COMO CONSTANCIA DEL TRABAJO REALIZADO? SI _____ NOMBRE Y APELLIDO _____ FIRMA: _____ NO _____				



## ANEXO 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #1</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #2</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #3</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #4</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #5</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #6</b></p> 



**ANEXO 3 PLANTA DE TRATAMIENTO**

<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #1</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #2</b></p> 
<p style="text-align: center;">Aforo de la planta de tratamiento</p>	<p style="text-align: center;">Toma de muestras de entrada</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #4</b></p>
	
<p style="text-align: center;">Toma de muestras</p>	<p style="text-align: center;">Toma de muestras de entrada</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #5</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía #6</b></p>
	
<p style="text-align: center;">Toma de muestras de salida</p>	<p style="text-align: center;">Toma de muestras de salida</p>

# ANEXO 4 ENSAYOS

**lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales

Colaboramos con la legislación vigente  
Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente

Resguardamos la confidencialidad y el respeto  
Resguardamos la confidencialidad y el respeto

Preocupados por el futuro de nuestros hijos  
Preocupados por el futuro de nuestros hijos


Contribuimos a la protección del medio ambiente  
Contribuimos a la protección del medio ambiente

Desarrollamos trabajo en equipo  
Desarrollamos trabajo en equipo

Análisis de agua confiables  
Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

**INFORME DE RESULTADOS** No. LACQUA 22 - 3775



**SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO**  
Acreditación N° SAE LEN 11-010  
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	---	N/D	
Atención a	Héctor Alejandro Toscano Masabanda		
Dirección	Hualcanga - Santa Anita		
Teléfonos	0996802475		
e-mail	alejo12_11@outlook.com		
Procedencia	Entrada Planta de tratamiento	Contenido declarado	3000 ml
Identificación muestra	Agua residual	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido turbio	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	24-feb.-22	Fecha de análisis	Del 24 de febrero al 09 de marzo de 2022	Código Muestra	A-3516
Fecha Ingreso al Laboratorio	24-feb.-22	Fecha emisión informe	09 de marzo de 2022	Coord. muestra	767518 9841362
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	47	Temperatura amb. (°C):	22,1	

### RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Aceites y grasas	mg/l	7,95	PRO TEC 053 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	± 11,44 %
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00038 mg/l
DBOS	mg/l	604,07	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
DQO	mg/l	933	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23, 2017, 5220 D	± 25,26 %
Fósforo Total	mg/l	7,52	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,70 %
Nitrógeno Total Kjeldahl**	mg/l	45,23	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	± 0,45 mg/l
pH	UpH	7,74	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 H+ B	± 4,56 %
Sólidos Sedimentables	ml/l	<9,2	PRO TEC 021 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 F	± 8,23 %
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	144	PRO TEC 029 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 3,99 %
Sólidos Totales	mg/l	1475	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	± 18,33 %
Sulfuros*	mg/l	0,462	PRO TEC 042 / HACH 8131, Ed. 11, 2018	± 4,89 %
Tensoactivos	mg/l	0,066	PRO TEC 075 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 C	± 24,71 %


**SIMBOLOGÍA**

Parámetro acreditado  
\* Parámetro acreditado fuera del alcance  
\*\* Parámetro No acreditado  
\*\*\* Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005  
\*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado:

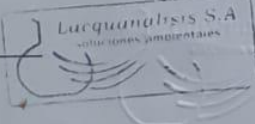
**Notas:**


- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en este informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

**PERSONAL RESPONSABLE:**



Ing. Andrés Manzano  
Analista





Dr. Harold Jiménez  
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
Teléfono: (03) 2420 106 - Móvil: 099-5363620 - info@lacquanalisis.com  
Ambato, Ecuador - Sud América





"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
 www.lacquanalisis.com

**INFORME DE RESULTADOS**

**No. LACQUA 22 - 3774**



Acreditación N° SAE LEN 11-010  
 LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:
Nombre	---	N/D
Atención a	Héctor Alejandro Toscano Masabanda	
Dirección	Hualcanga - Santa Anita	
Teléfonos	0996802475	
e-mail	alejo12_11@outlook.com	

Procedencia	Salida Planta de tratamiento	Contenido declarado	3150 ml
Identificación muestra	Agua residual	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido turbio	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	24-feb.-22	Fecha de análisis	Del 24 de febrero al 09 de marzo de 2022	Código Muestra	A-3515
Fecha Ingreso al Laboratorio	24-feb.-22	Fecha emisión informe	09 de marzo de 2022	Coord. muestra	767518 9841362
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	47	Temperatura amb. (°C):	22,1	

**RESULTADOS ANÁLISIS**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Aceites y grasas	mg/l	32,35	PRO TEC 053 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5520 B	± 11,44 %
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00038 mg/l
Color Real***	Pt-Co	400	Standard Methods, Ed. 23, 2017, 2120 C / PA - 75.00	± 9,99 Pt-Co
DBO5*	mg/l	1252,07	PRO TEC 066 / HACH 8043, Ed. 10, 2017	± 3,72 %
DQO	mg/l	2042	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods, Ed. 23, 2017, 5220 D	± 25,26 %
Fósforo Total*	mg/l	20,18	PRO TEC 063 / HACH 8048, Ed. 10, 2017	± 26,70 %
Nitrógeno Total Kjeldahl***	mg/l	66,98	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Norg C / PA-72.00	± 0,45 mg/l
pH	UpH	4,91	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 H+ B	± 4,56 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	638	PRO TEC 029 / HACH 8006, Ed. 09, 2014	± 3,99 %
Sólidos Totales	mg/l	2532	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	± 18,33 %
Sulfuros*	mg/l	6,976	PRO TEC 042 / HACH 8131, Ed. 11, 2018	± 4,89 %
Tensoactivos	mg/l	0,139	PRO TEC 075 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 5540 C	± 24,71 %

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	79,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

**SIMBOLOGÍA**


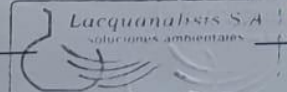
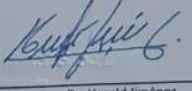
- \* Parámetro acreditado
- \*\* Parámetro acreditado fuera del alcance

- \*\* Parámetro No acreditado
- \*\*\* Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
- \*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado:

**Notas:**

1. Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
2. Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
3. Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
4. La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
5. Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
6. La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
7. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

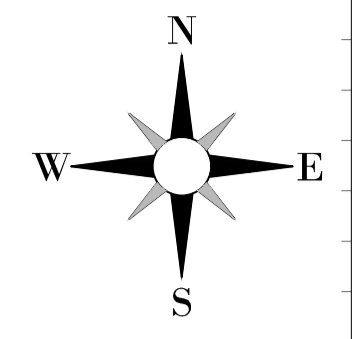
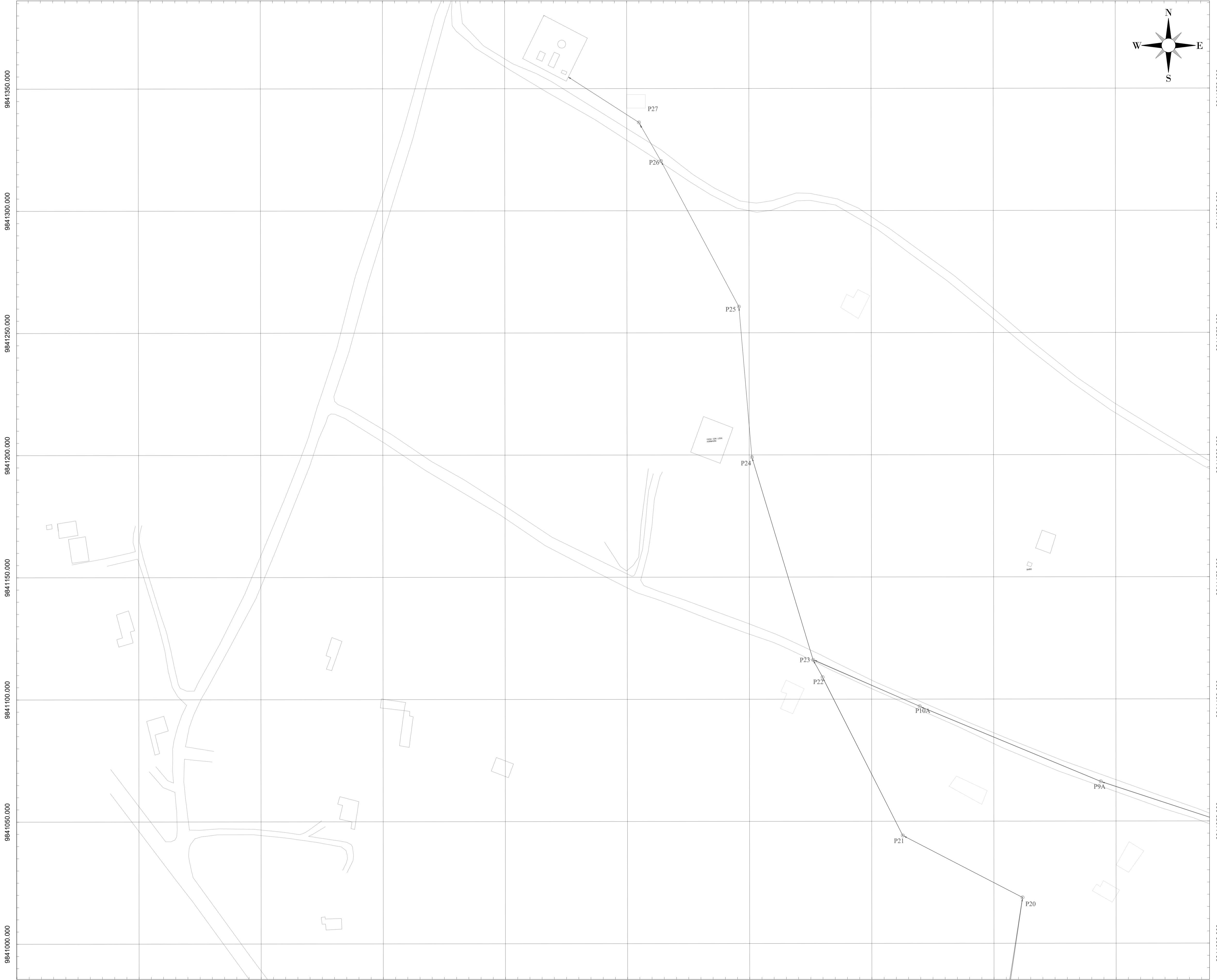
**PERSONAL RESPONSABLE:**



  
 Ing. Andrés Manzano  
 Analista  
 Dr. Harold Jiménez  
 Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono: (03) 2420 106 - Móvil: 099-5363620 - info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

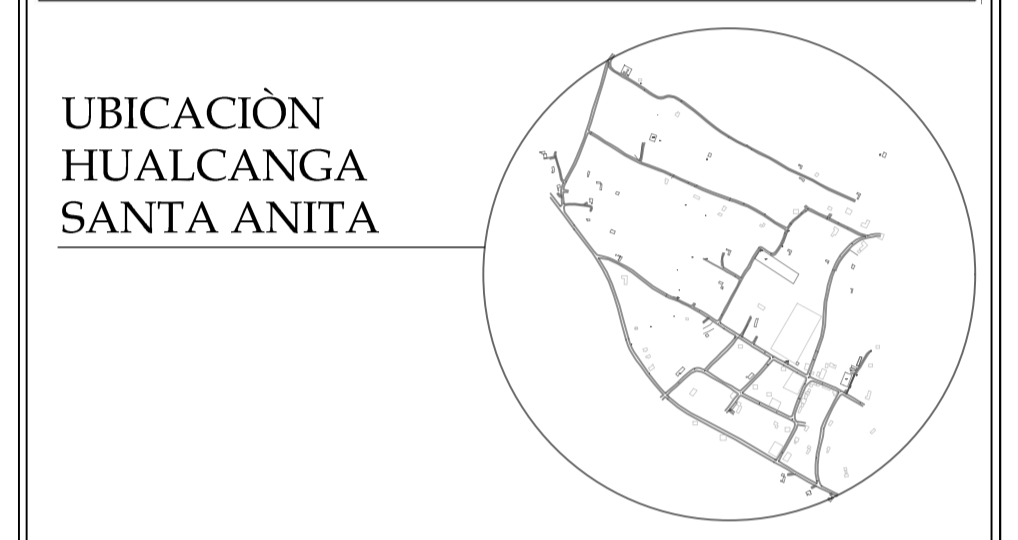
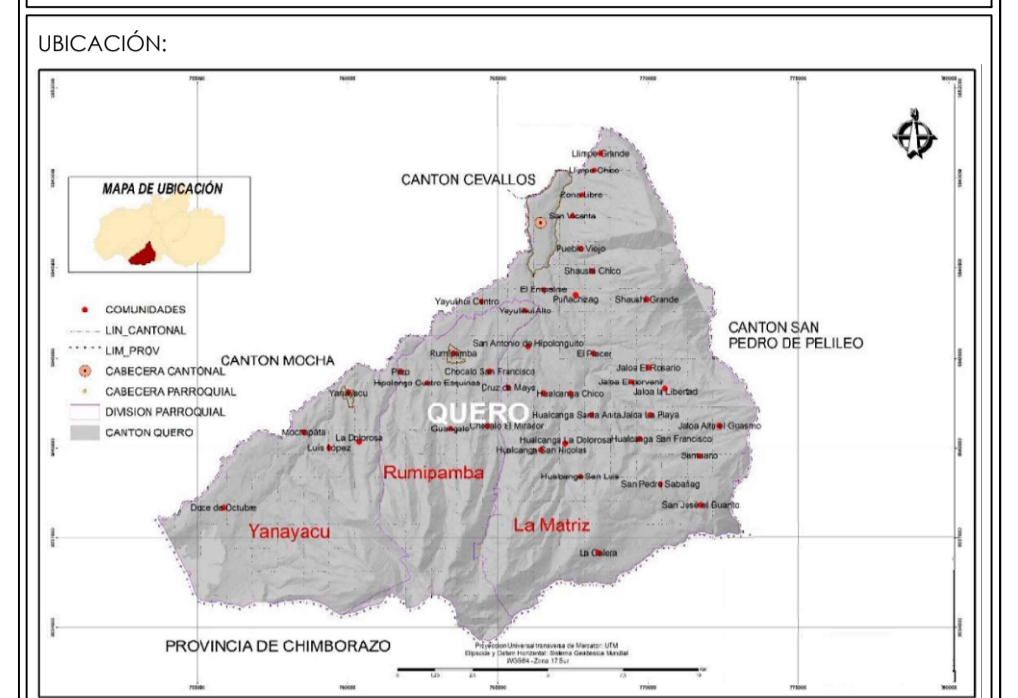
## **ANEXO 5 PLANOS**

767350.000 767400.000 767450.000 767500.000 767550.000 767600.000 767650.000 767700.000 767750.000



767300.000 767350.000 767400.000 767450.000 767500.000 767550.000 767600.000 767650.000 767700.000 767750.000

PROYECTO:  
**“DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PROVINCIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**



REALIZADO POR:  
 Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro

APROBÓ:  
 Ing Mg. Galo Núñez  
 Docente

CONTIENE:  
 Topografía Actual

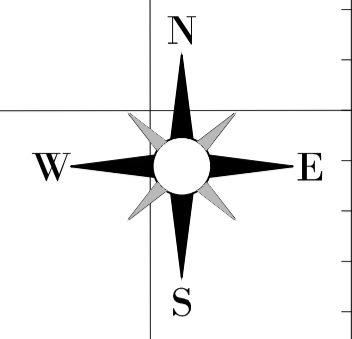
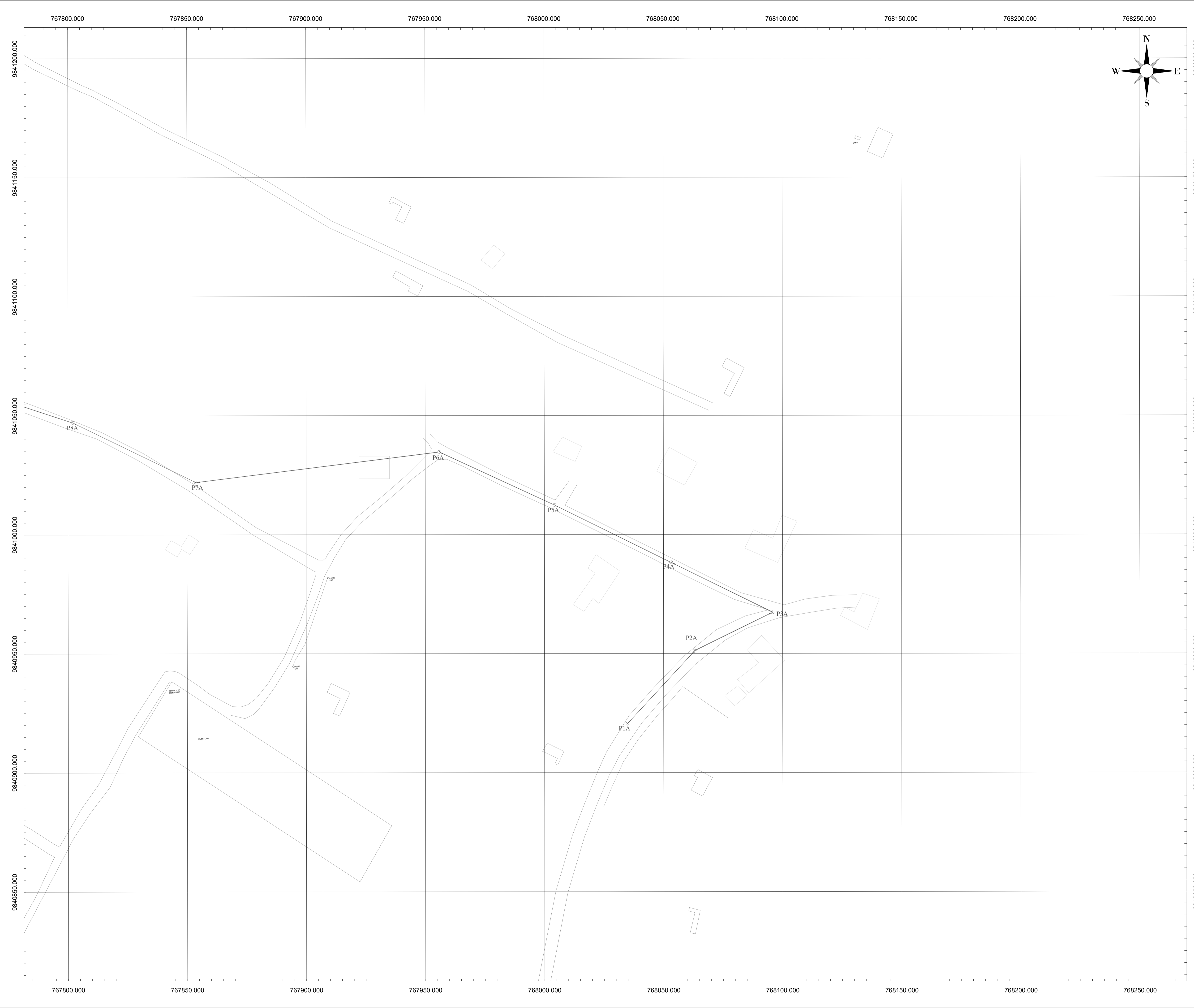
LÁMINA:  
**T 1/4**

ESCALA:  
 1:750

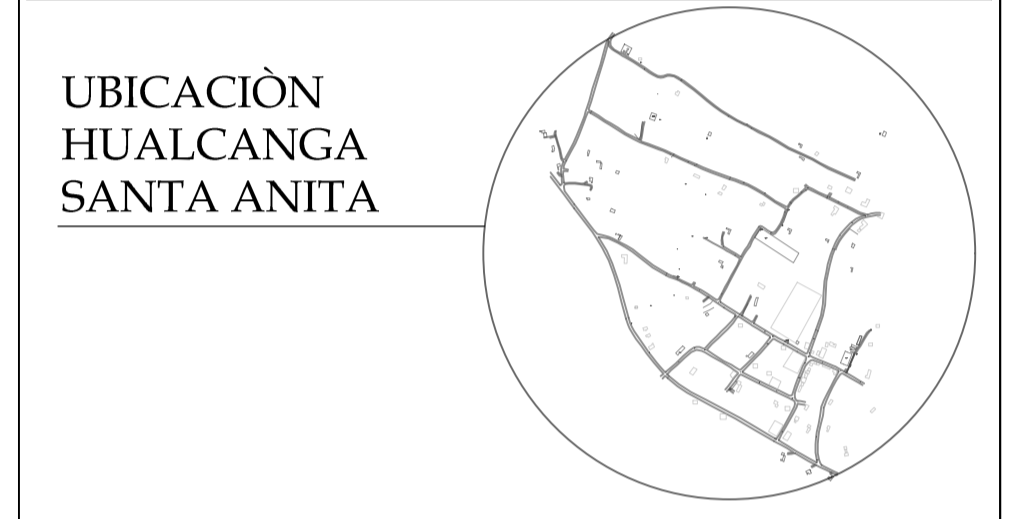
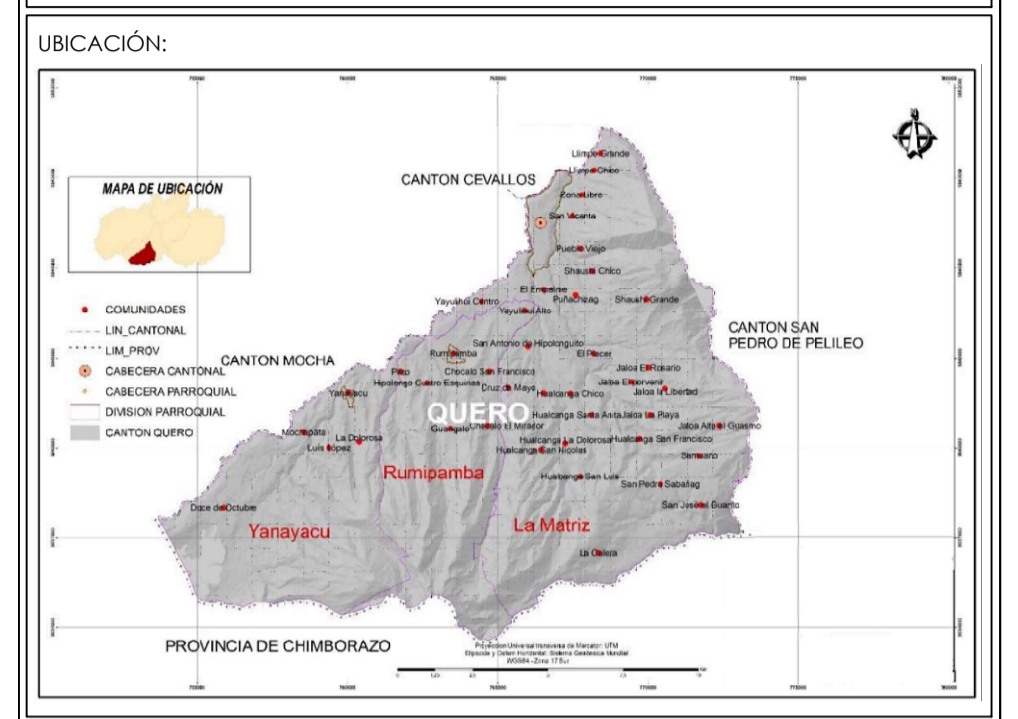
FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2022

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Edificaciones
	Curvas de nivel
	Pozos existentes
	Trazado vial





PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



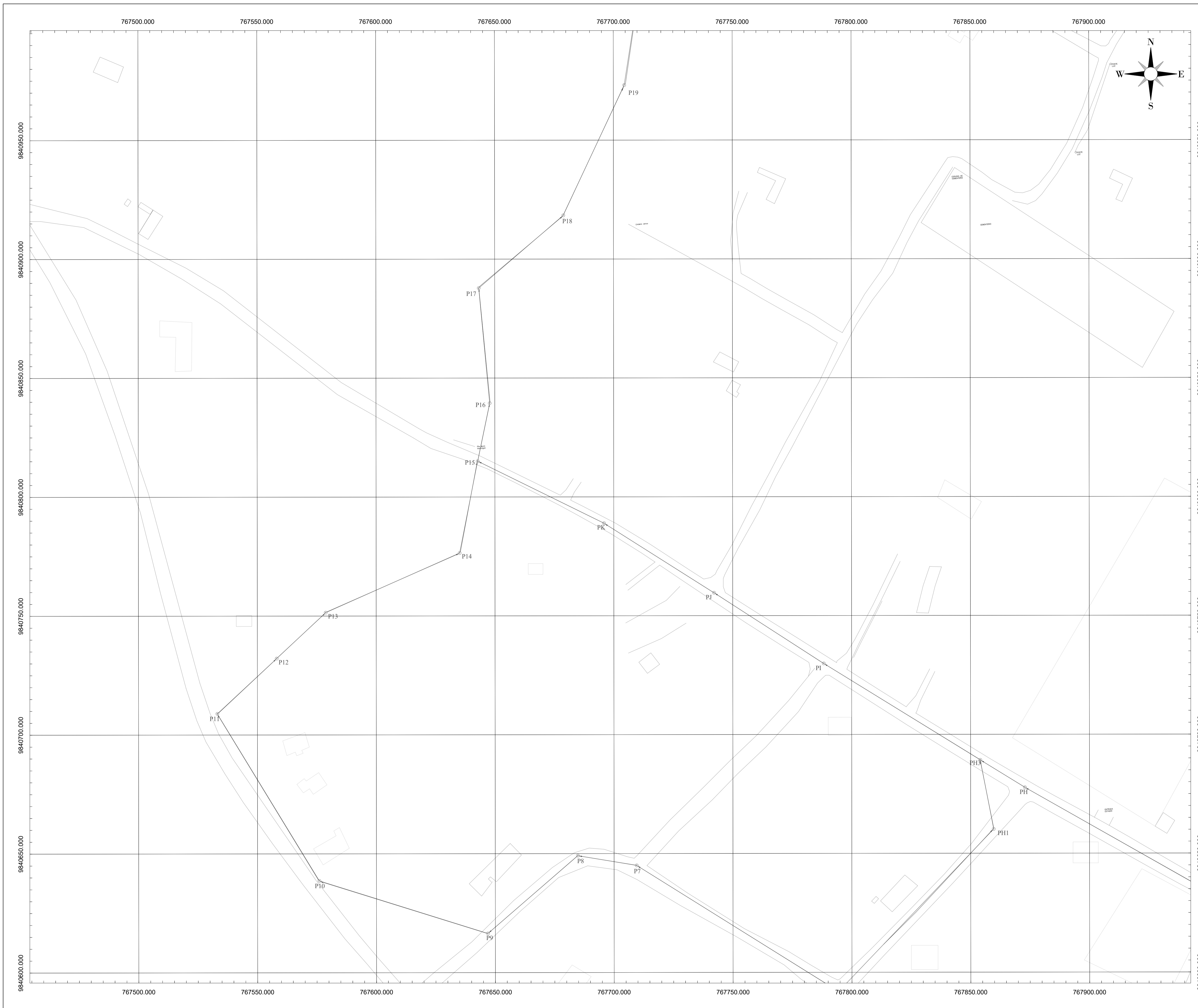
REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
------------------------------------------------------------	------------------------------------------

CONTIENE:  
Topografía Actual

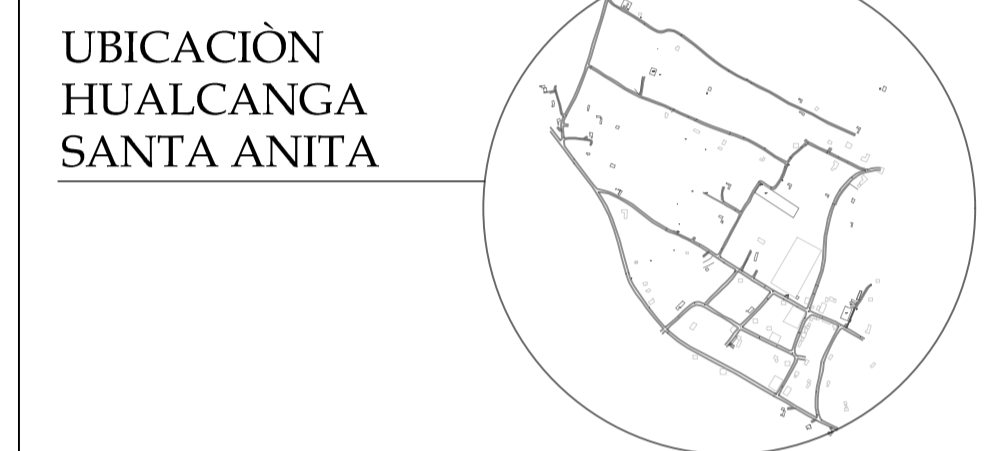
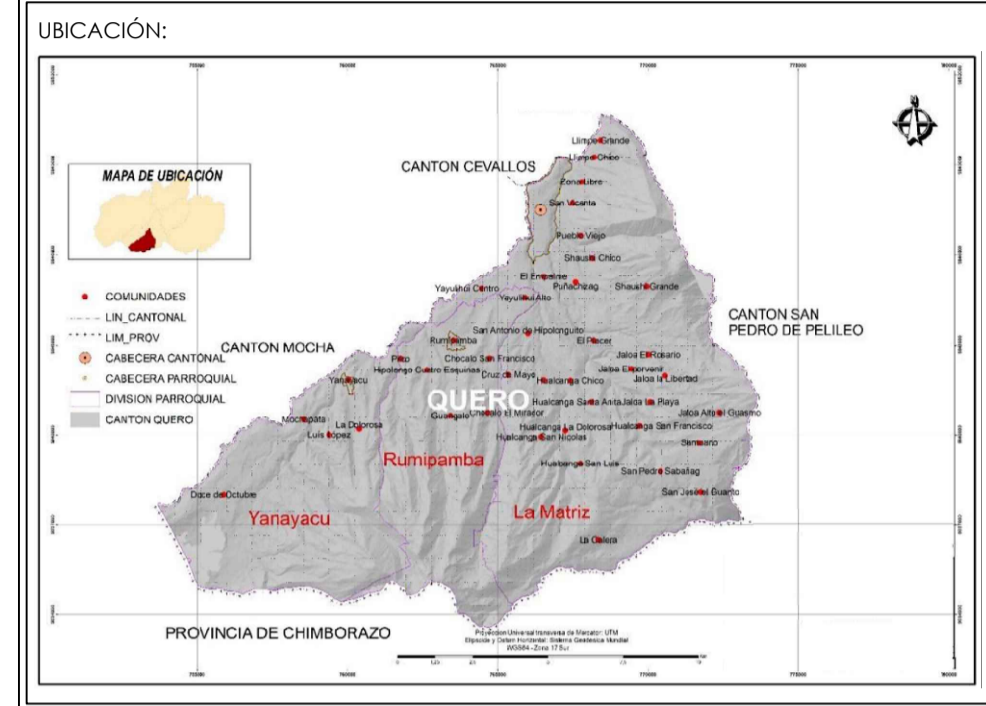
LÁMINA: T 2/4	ESCALA: 1:750	FECHA: SEPTIEMBRE 2022
------------------	------------------	---------------------------

**SIMBOLOGÍA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Edificaciones
	Curvas de nivel
	Pozos existentes
	Trazado vial



PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**







REALIZADO POR:	APROBÓ:
Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	Ing Mg. Galo Núñez Docente

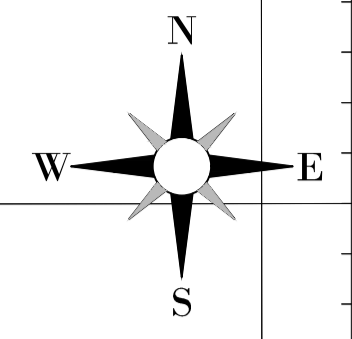
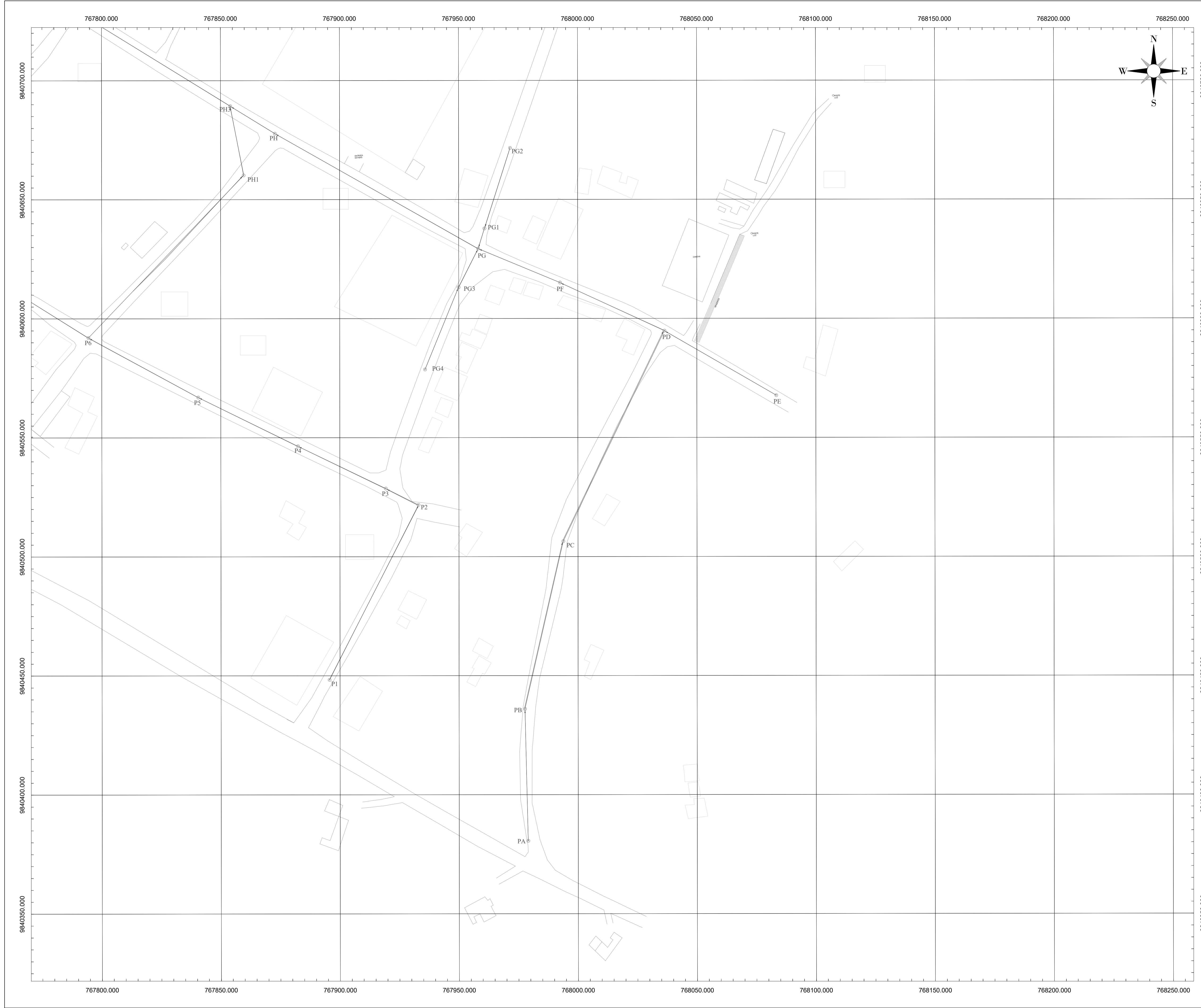
CONTIENE:  
Topografía Actual

LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:
T 3/4	1:750	SEPTIEMBRE 2022

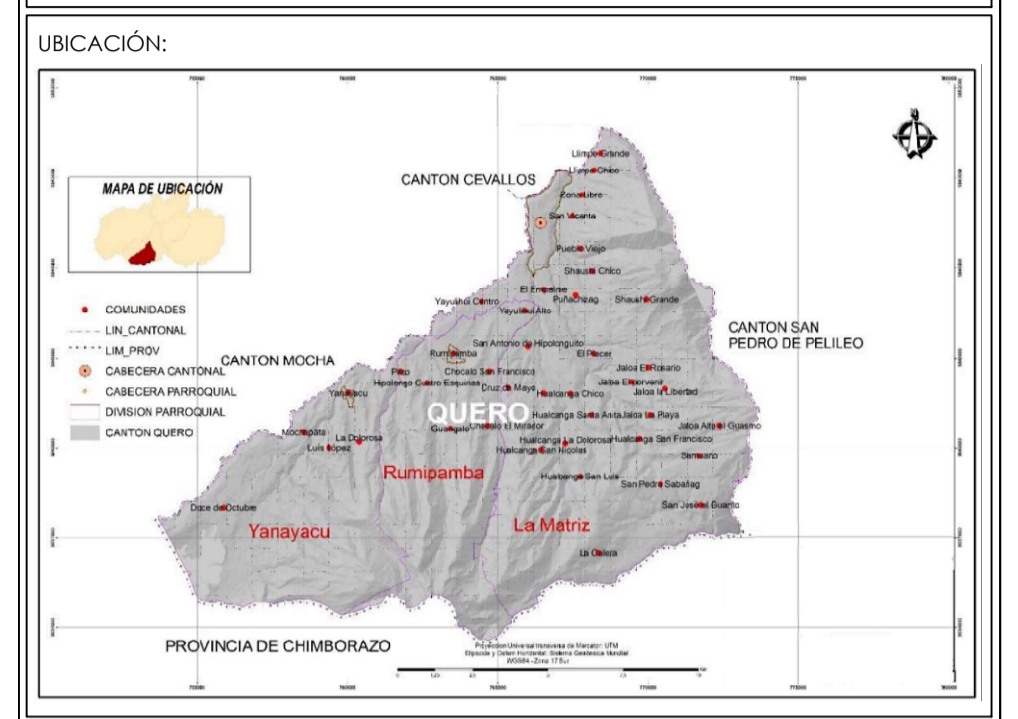
**SIMBOLOGÍA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Edificaciones
	Curvas de nivel
	Pozos existentes
	Trazado vial





**PROYECTO:**  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



**UBICACIÓN HUALCANGA SANTA ANITA**

<b>REALIZADO POR:</b> Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	<b>APROBÓ:</b> Ing Mg. Galo Núñez Docente
-------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

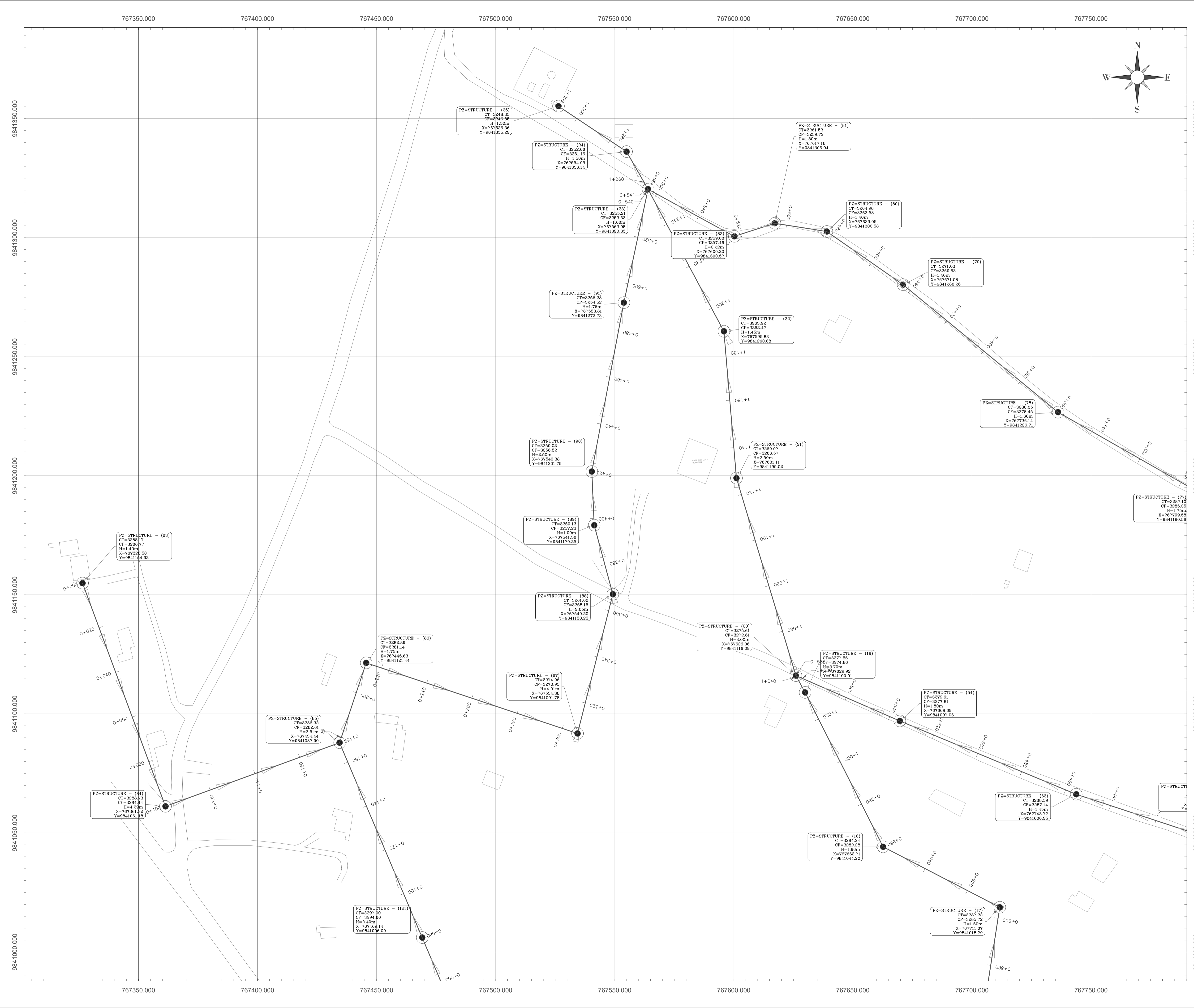
**CONTIENE:**  
Topografía Actual

<b>LÁMINA:</b> T 4/4	<b>ESCALA:</b> 1:750	<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2022
-------------------------	-------------------------	----------------------------------

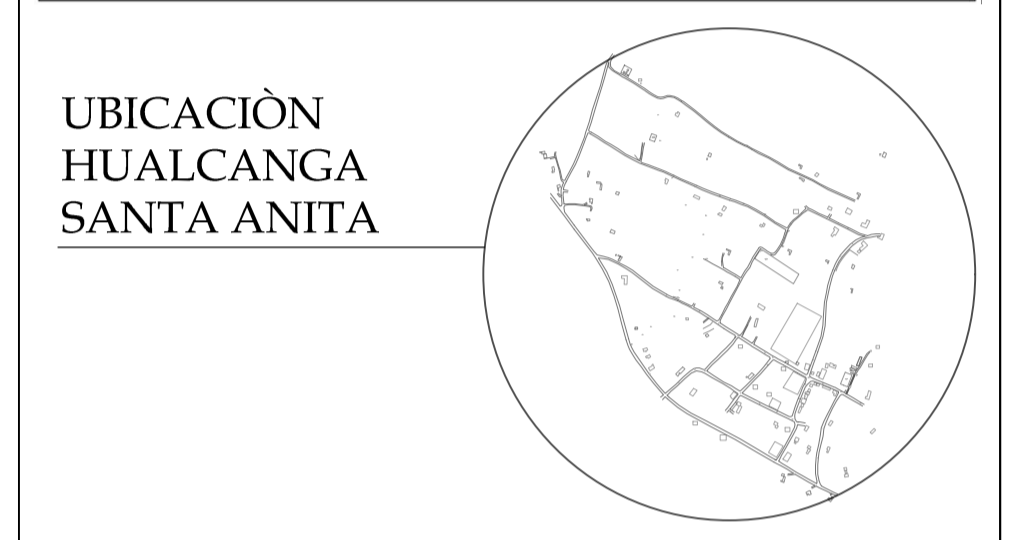
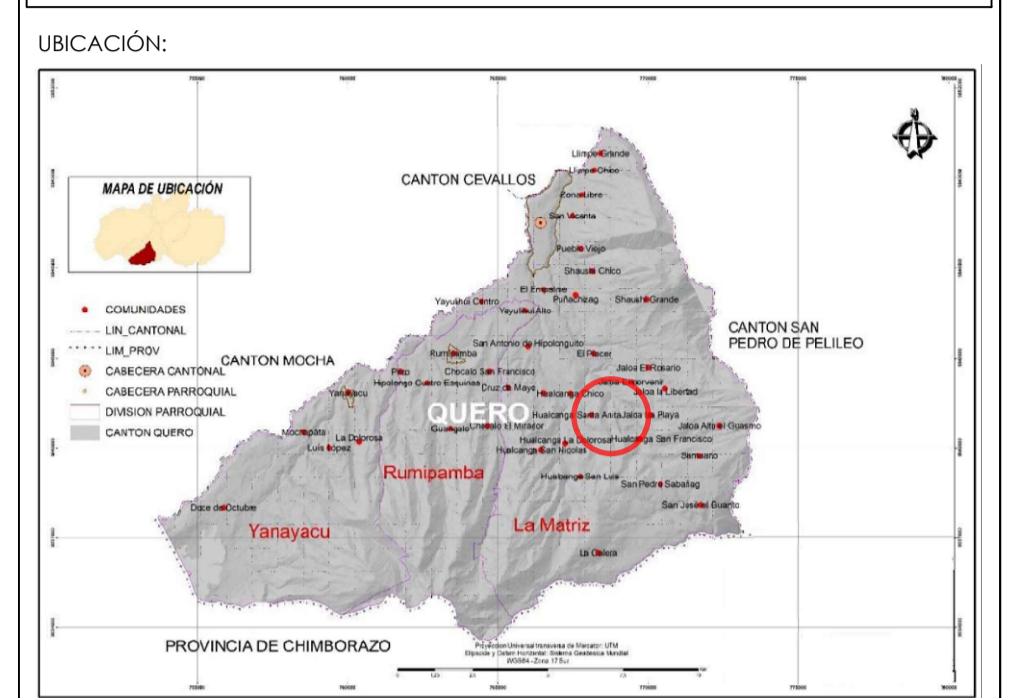
**SIMBOLOGÍA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Edificaciones
	Curvas de nivel
	Pozos existentes
	Trazado vial



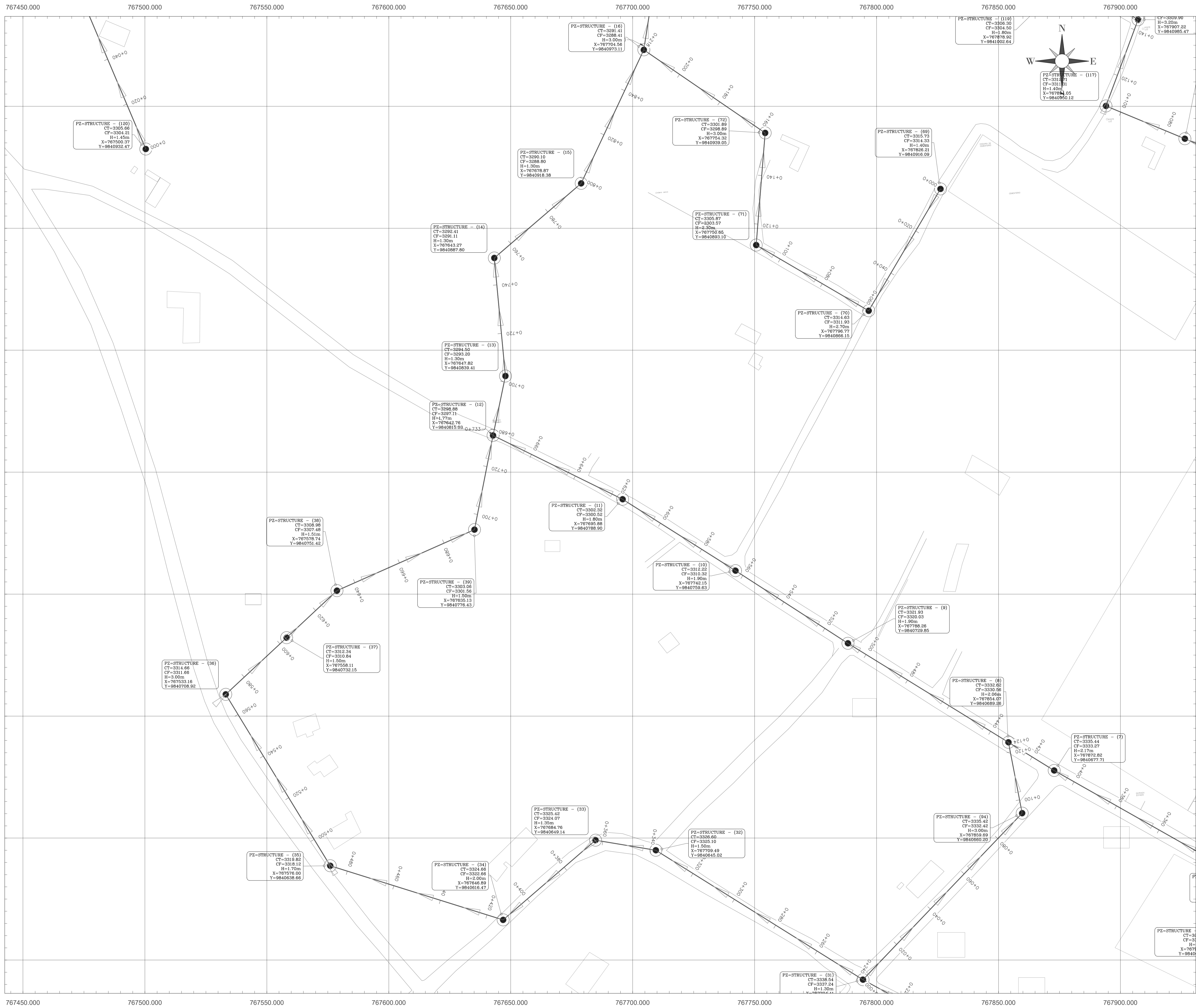


PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**

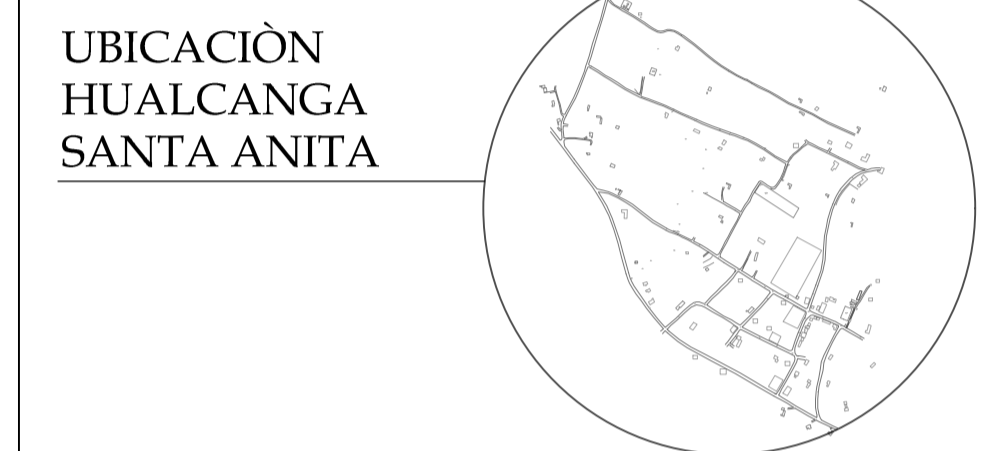
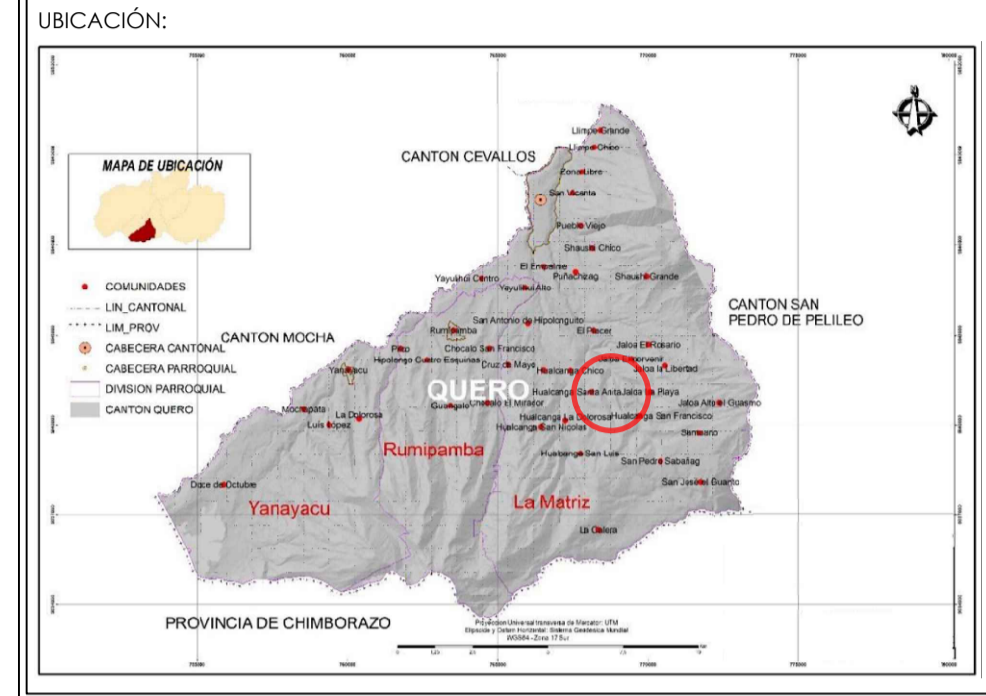


REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente	
CONTIENE: Nuevo trazado para el diseño de la red de alcantarillado		
LÁMINA: T/1/4	ESCALA: 1:750	FECHA: SEPTIEMBRE 2022



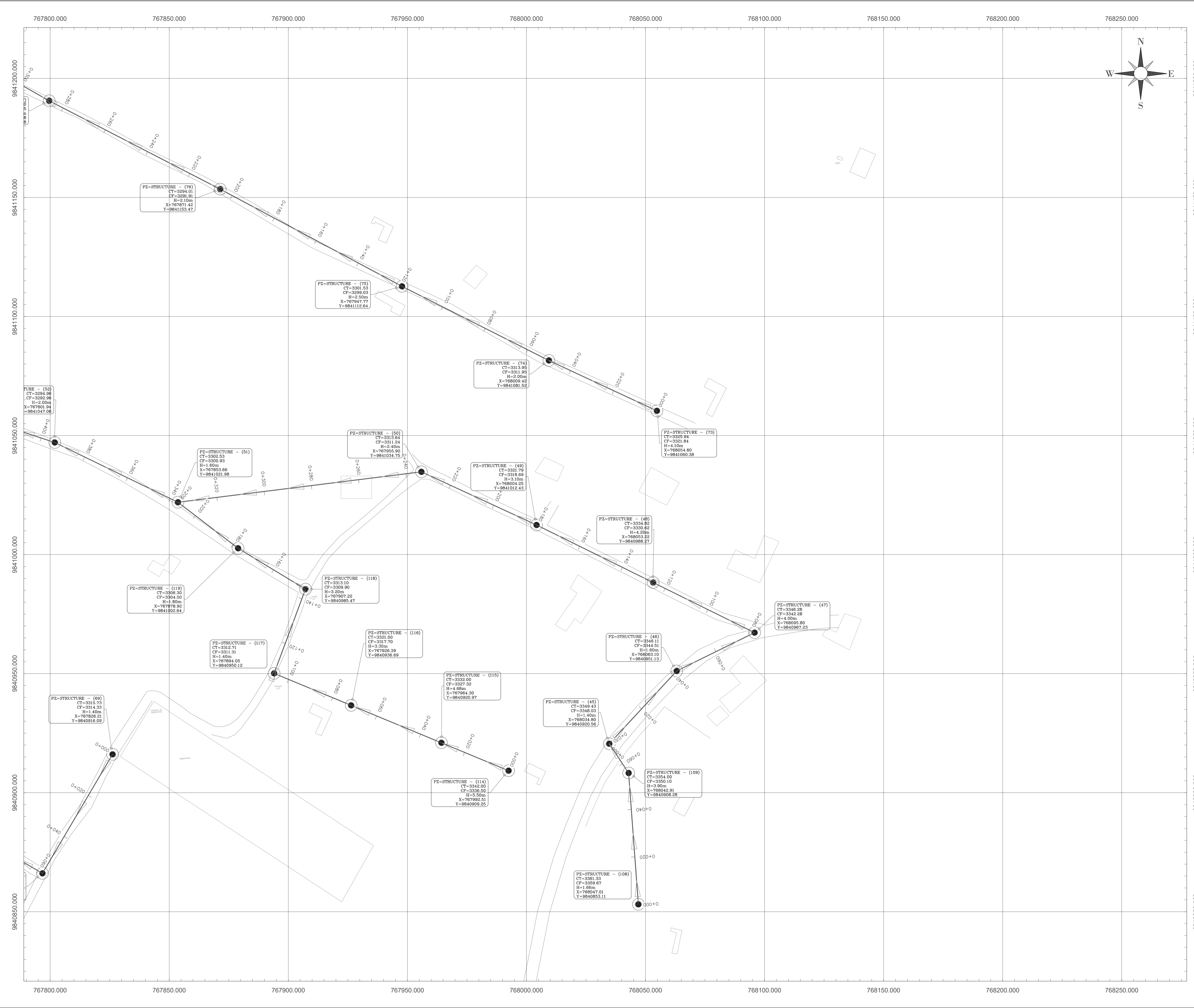


PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**

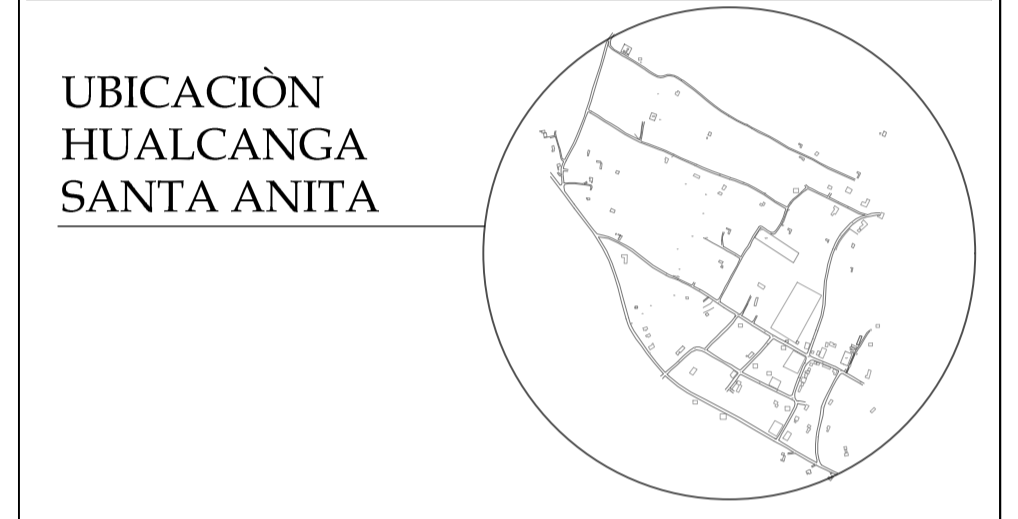
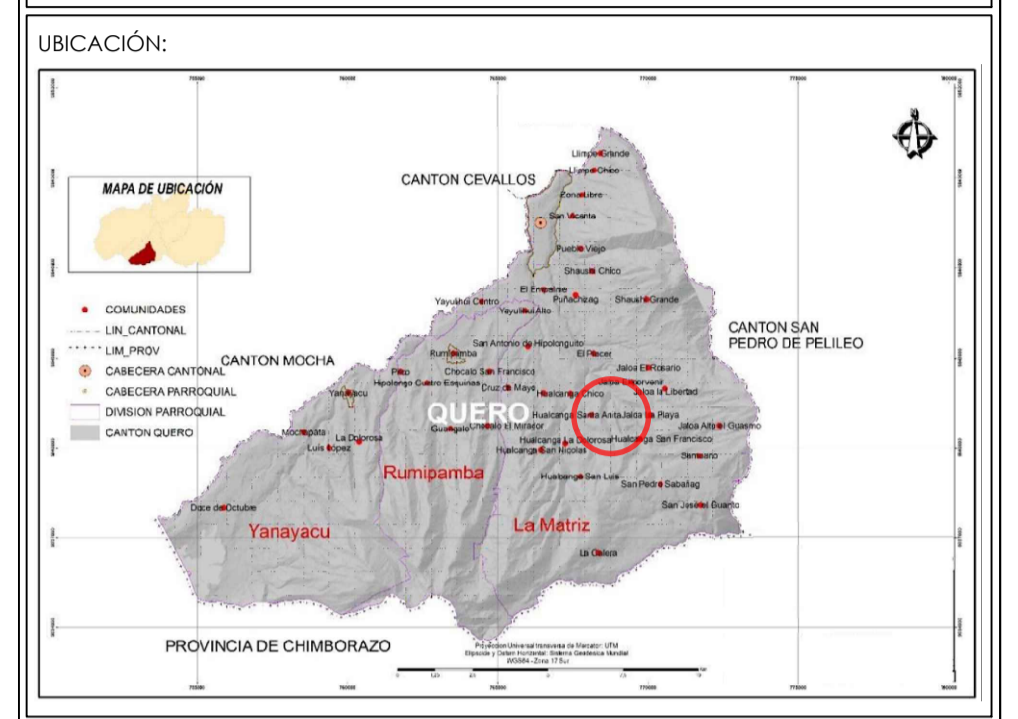


REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
CONTIENE: Nuevo trazado para el diseño de la red de alcantarillado	
LÁMINA: <b>T/4</b>	ESCALA: 1:750
FECHA: SEPTIEMBRE 2022	



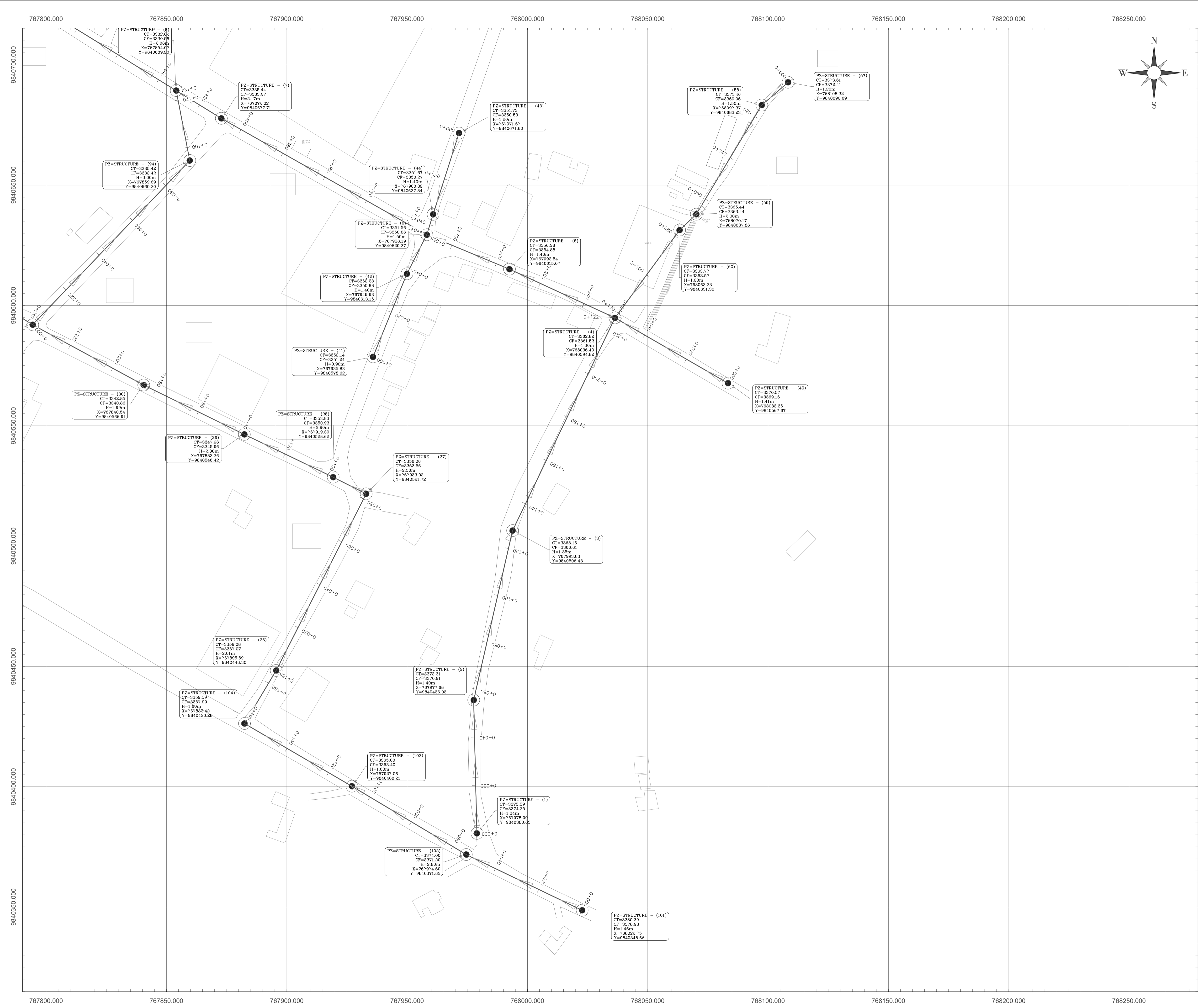


**PROYECTO:**  
 "DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

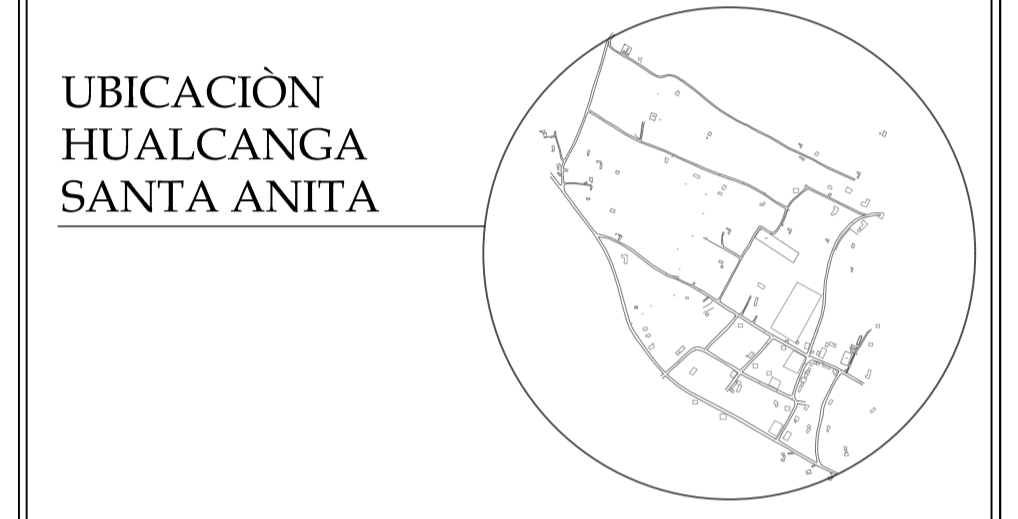
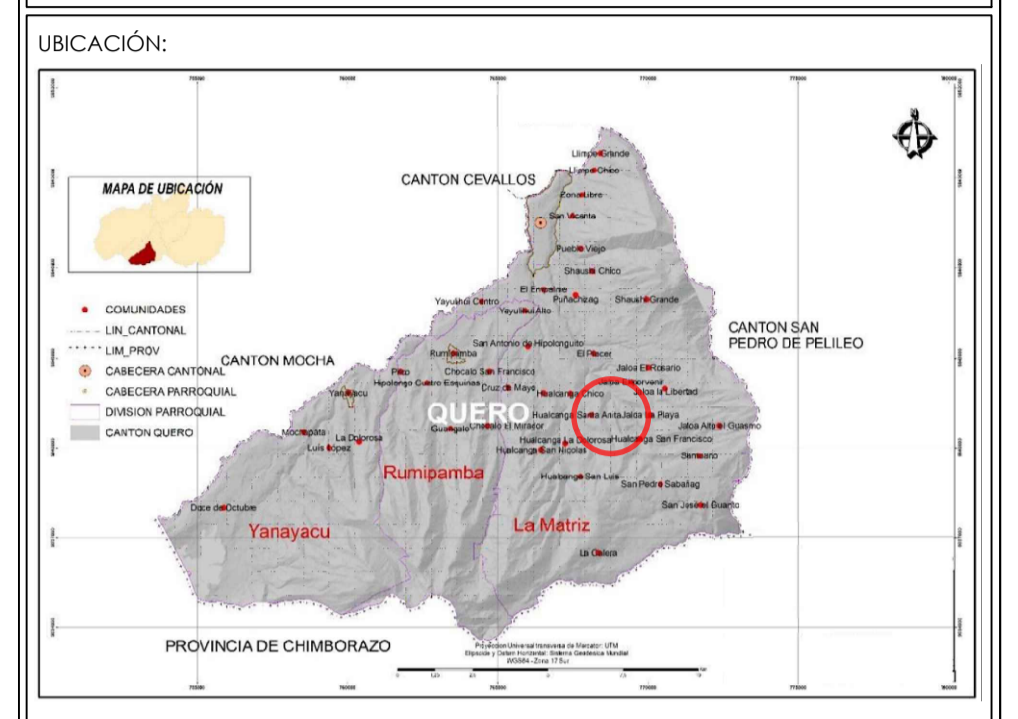


<b>REALIZADO POR:</b> Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	<b>APROBÓ:</b> Ing Mg. Galo Núñez Docente
<b>CONTIENE:</b> Nuevo trazado para el diseño de la red de alcantarillado	
<b>LÁMINA:</b> T 3/4	<b>ESCALA:</b> 1:750
<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2022	





PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**

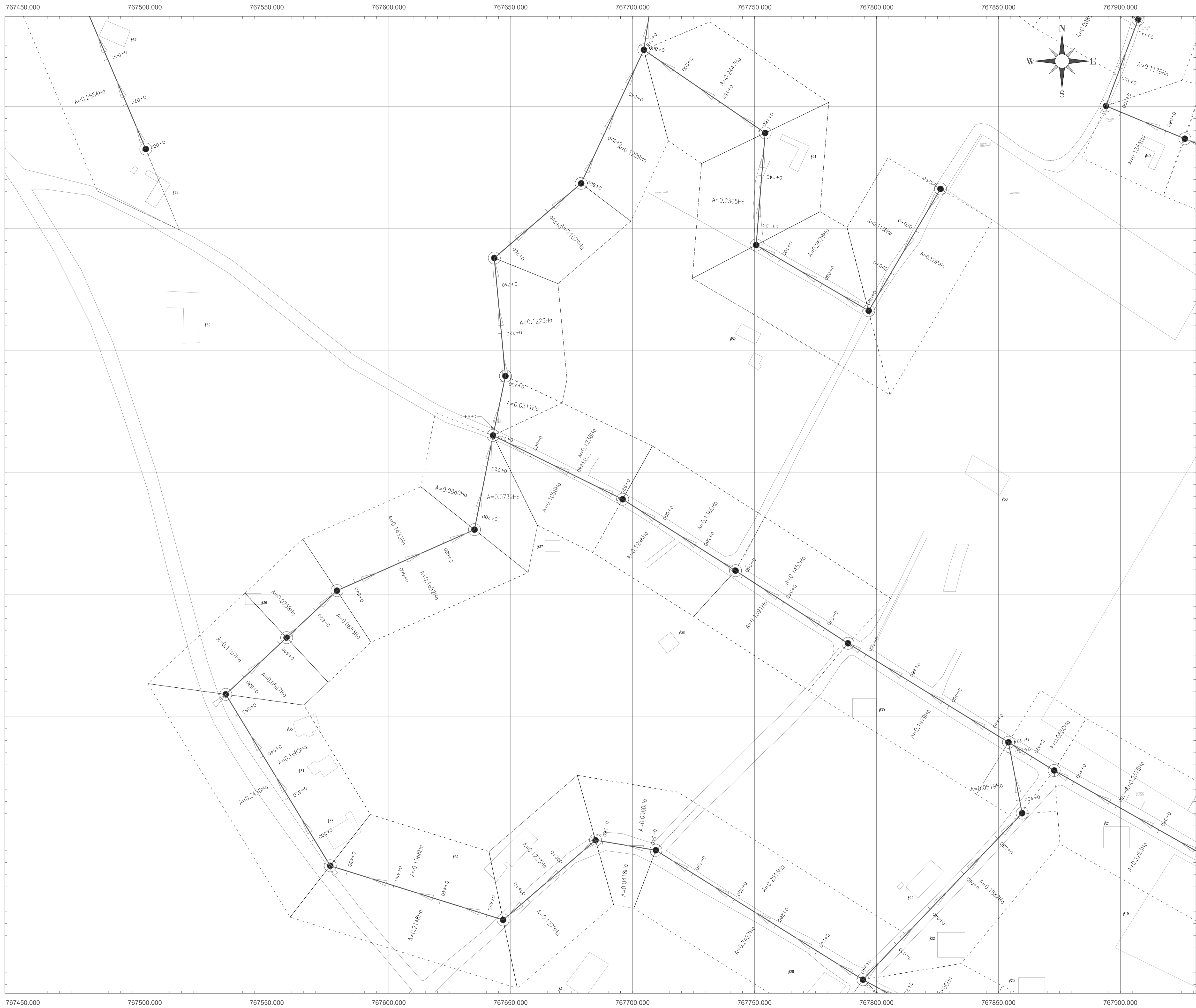


REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
CONTIENE: Nuevo trazado para el diseño de la red de alcantarillado	
LÁMINA: T 4/4	ESCALA: 1:750
FECHA: SEPTIEMBRE 2022	

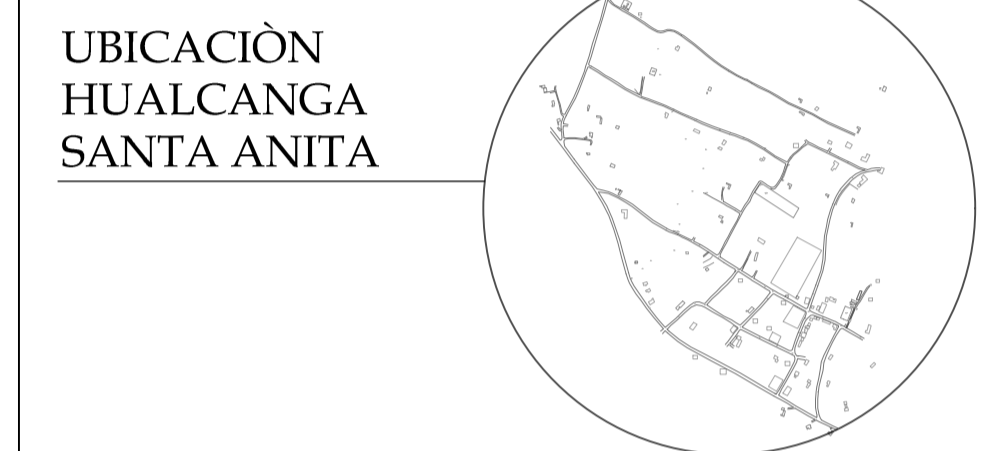
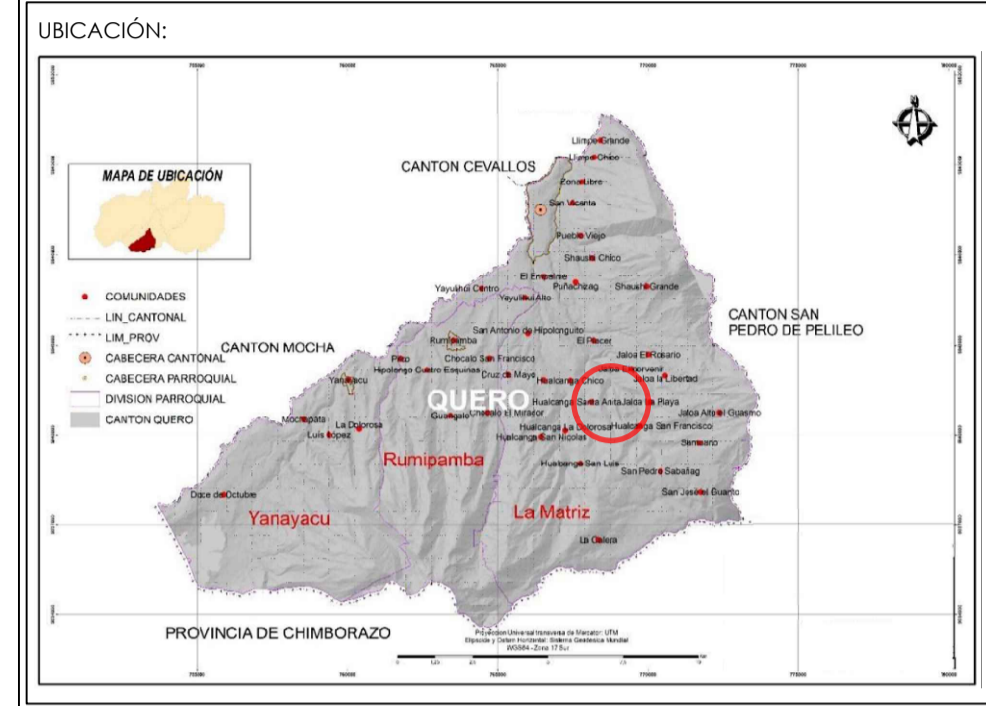








PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**

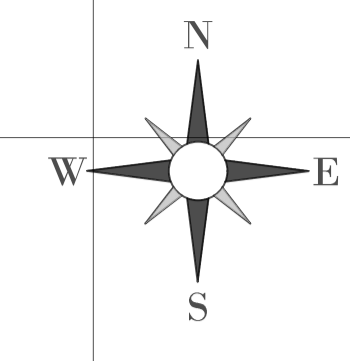
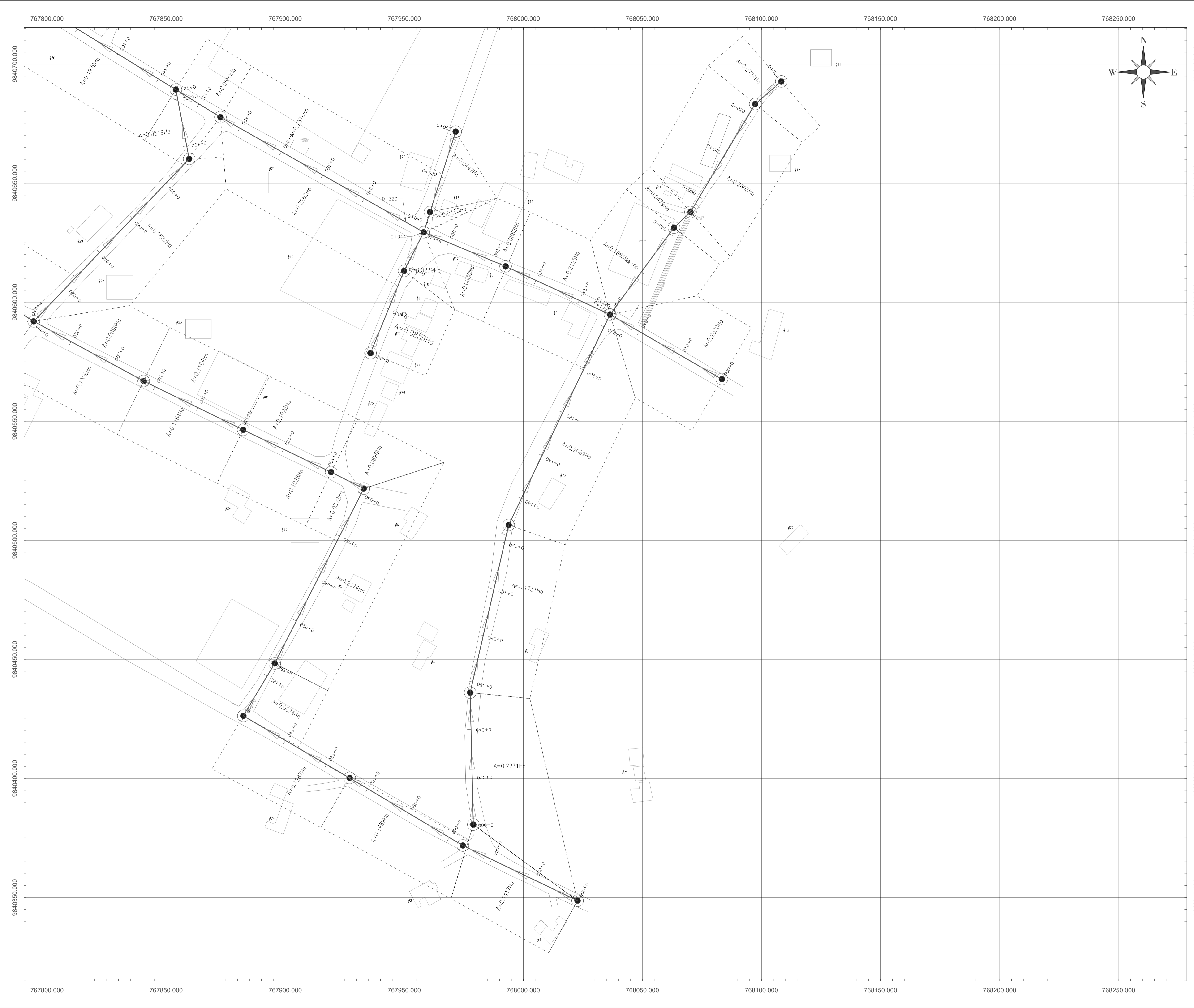


REALIZADO POR: Ego. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
CONTIENE: Áreas de aportaciones	
LÁMINA: <b>T/2/4</b>	ESCALA: 1:750
FECHA: SEPTIEMBRE 2022	

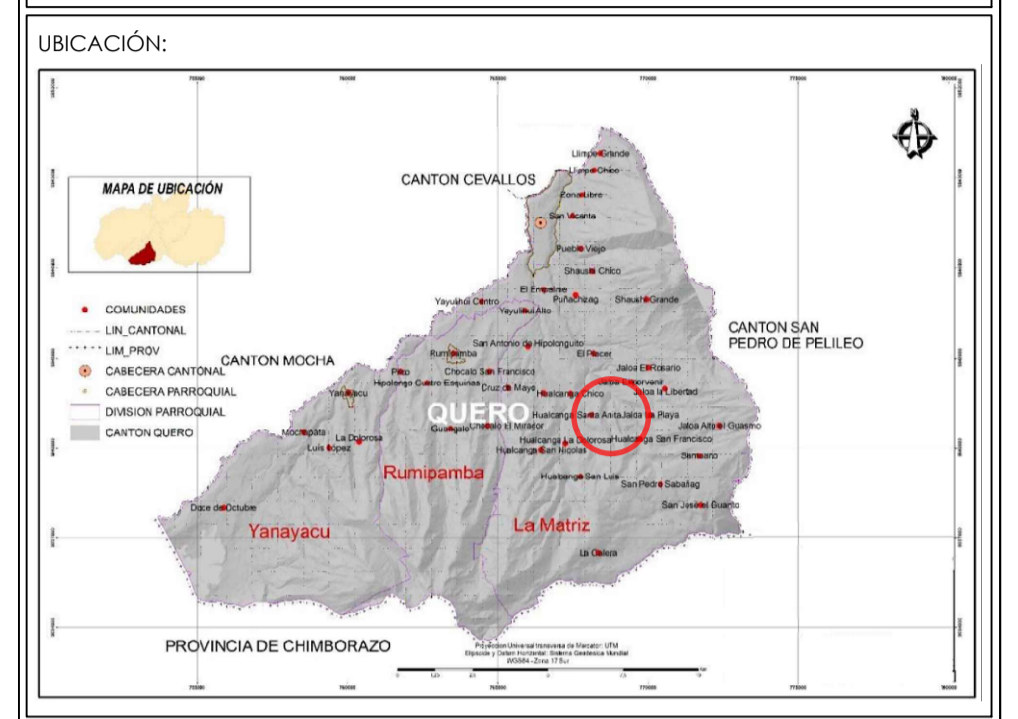








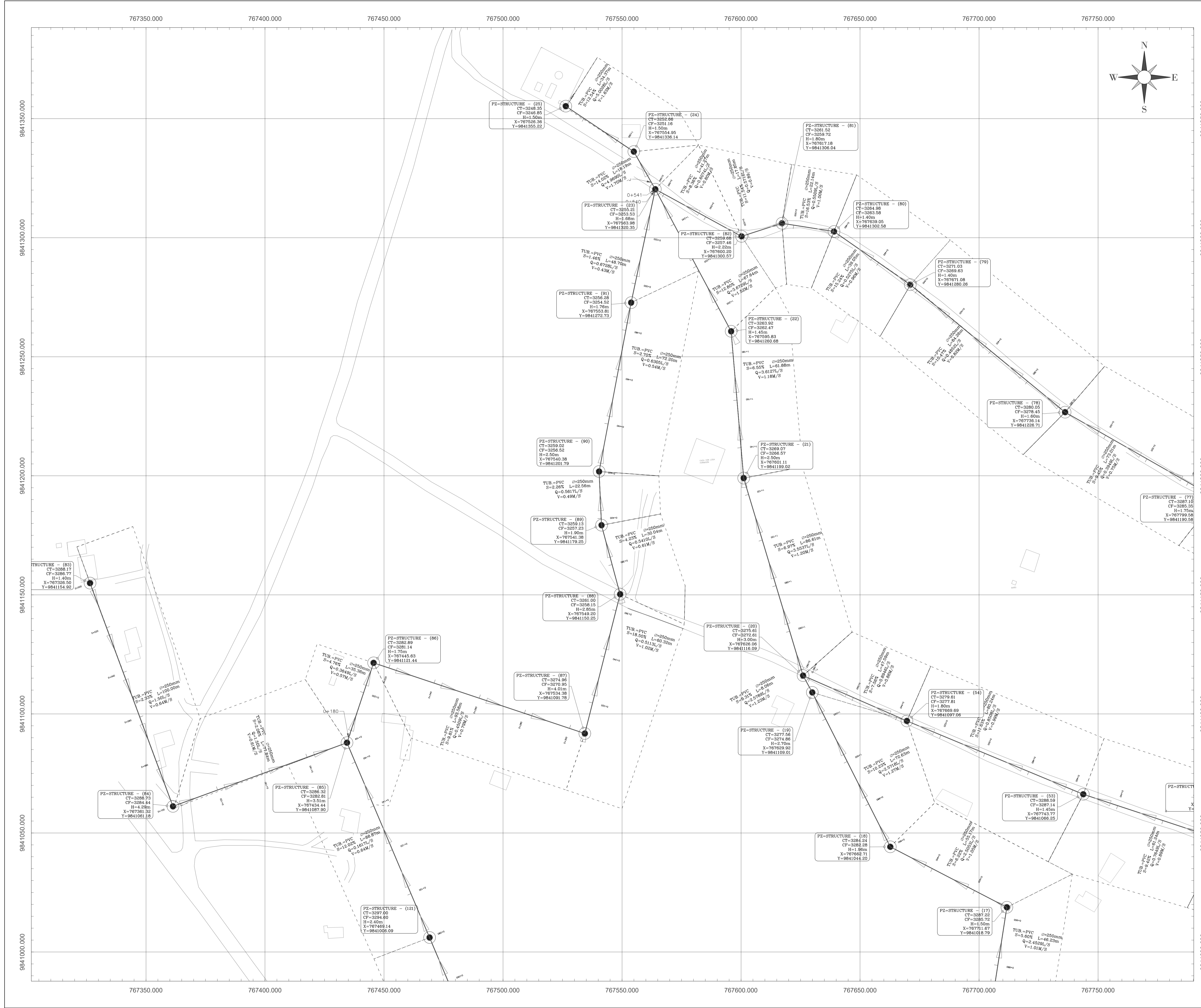
PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



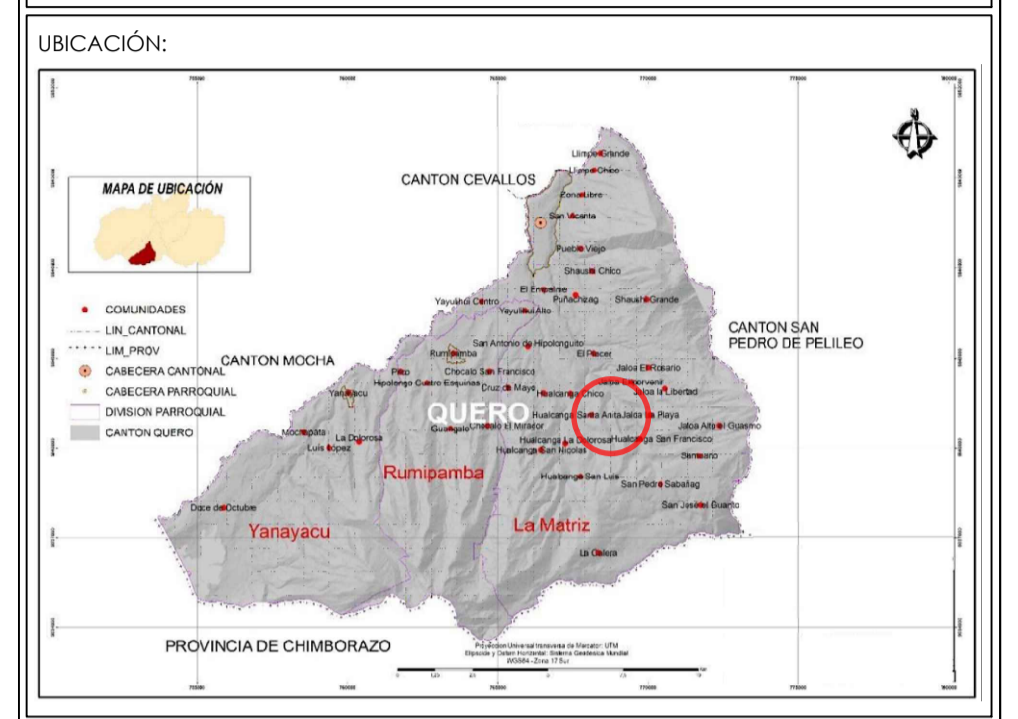
**UBICACIÓN HUALCANGA SANTA ANITA**

REALIZADO POR: Ego. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
CONTIENE: Áreas de aportaciones	
LÁMINA: <b>T 4/4</b>	ESCALA: 1:750
FECHA: SEPTIEMBRE 2022	





PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



UBICACIÓN  
 HUALCANGA  
 SANTA ANITA

REALIZADO POR:  
 Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro

APROBÓ:  
 Ing Mg. Galo Núñez  
 Docente

CONTIENE:  
 PLANTA-DATOS DE DISEÑO HIDRÁULICO

LÁMINA:  
 T/1/9

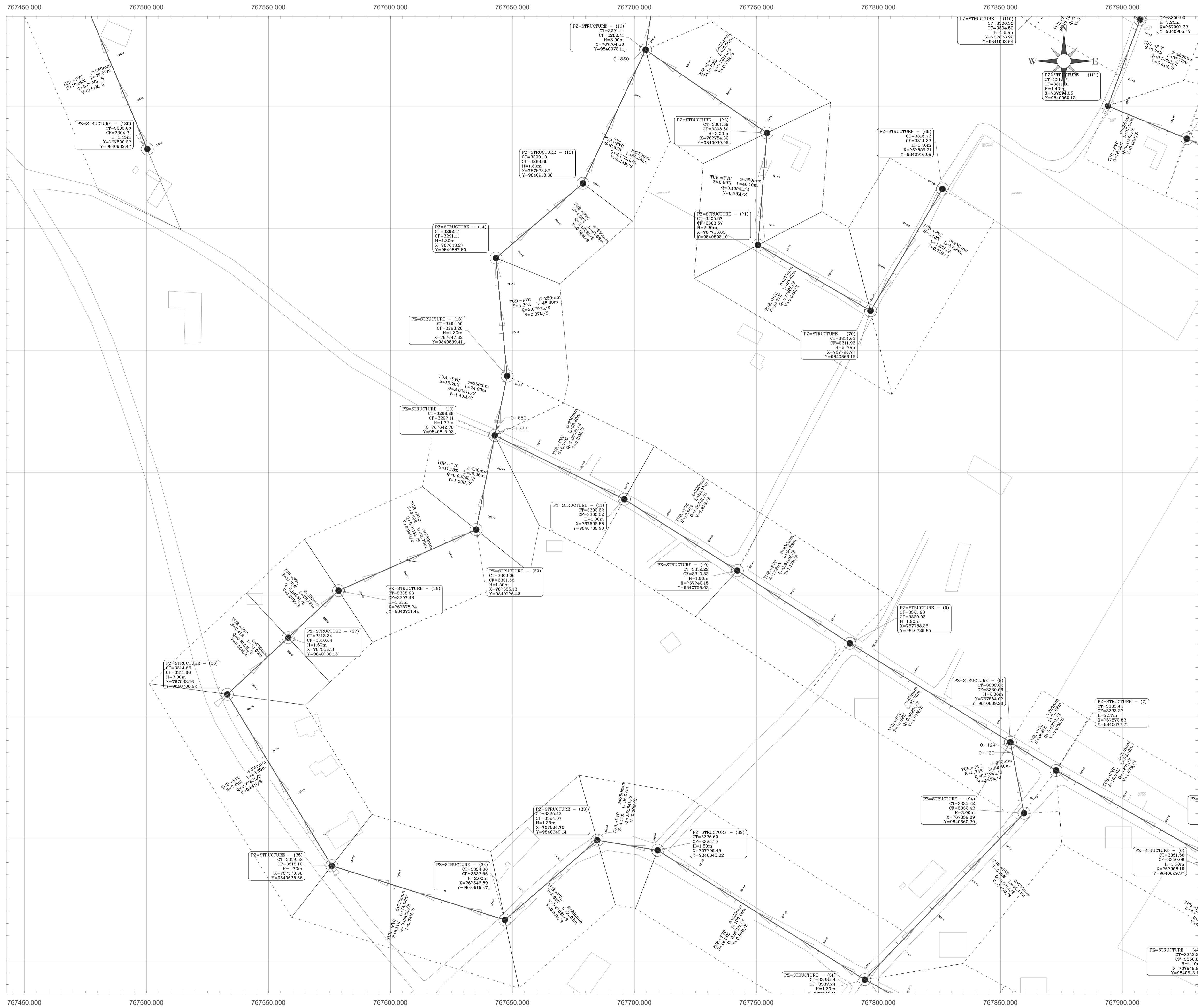
ESCALA:  
 1:750

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2022

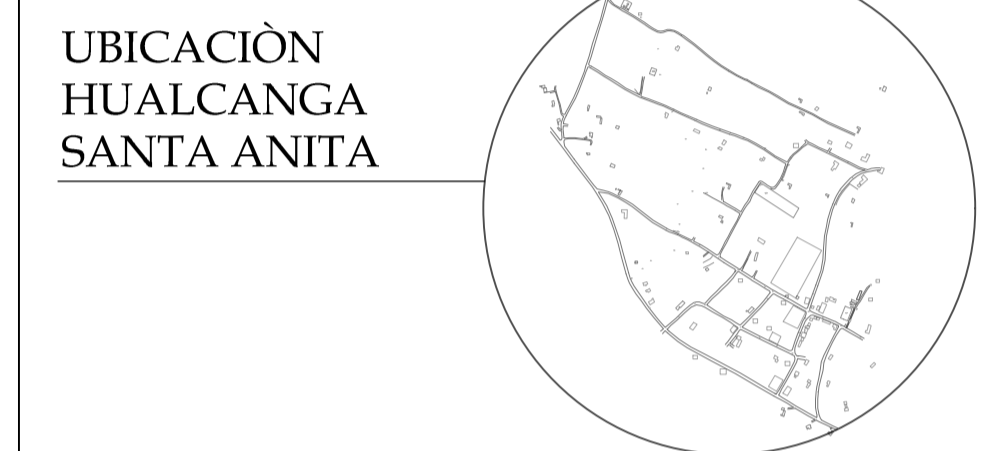
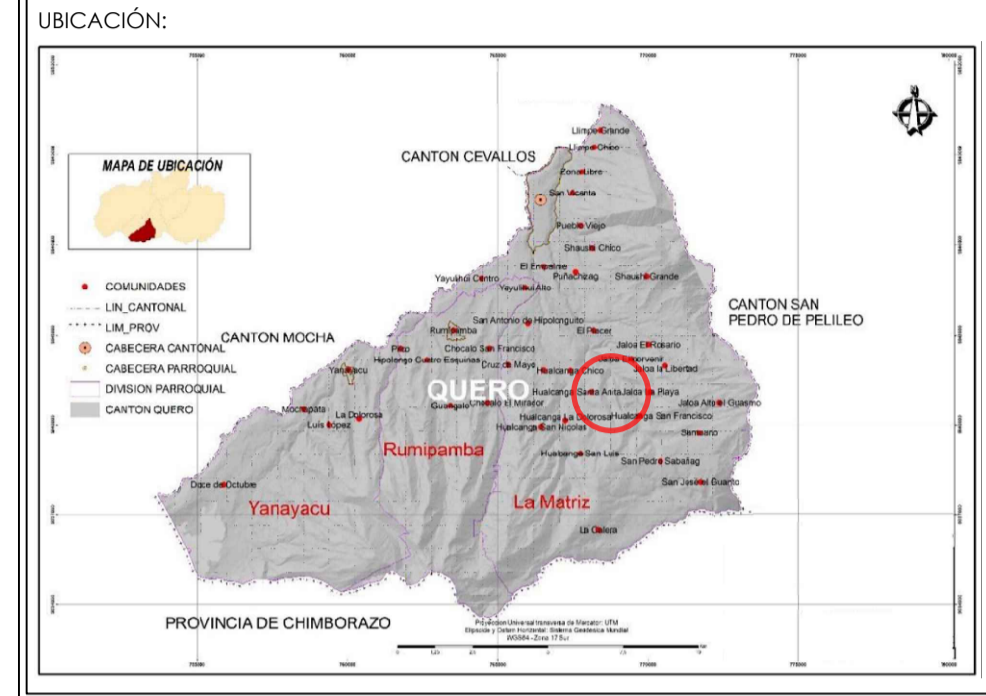
NOMENCLATURA

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
ø	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería





**PROYECTO:**  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



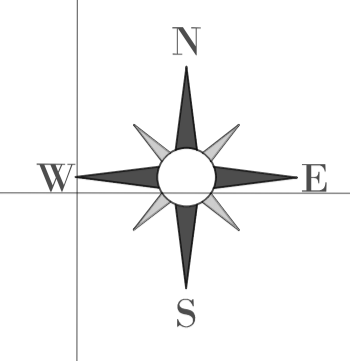
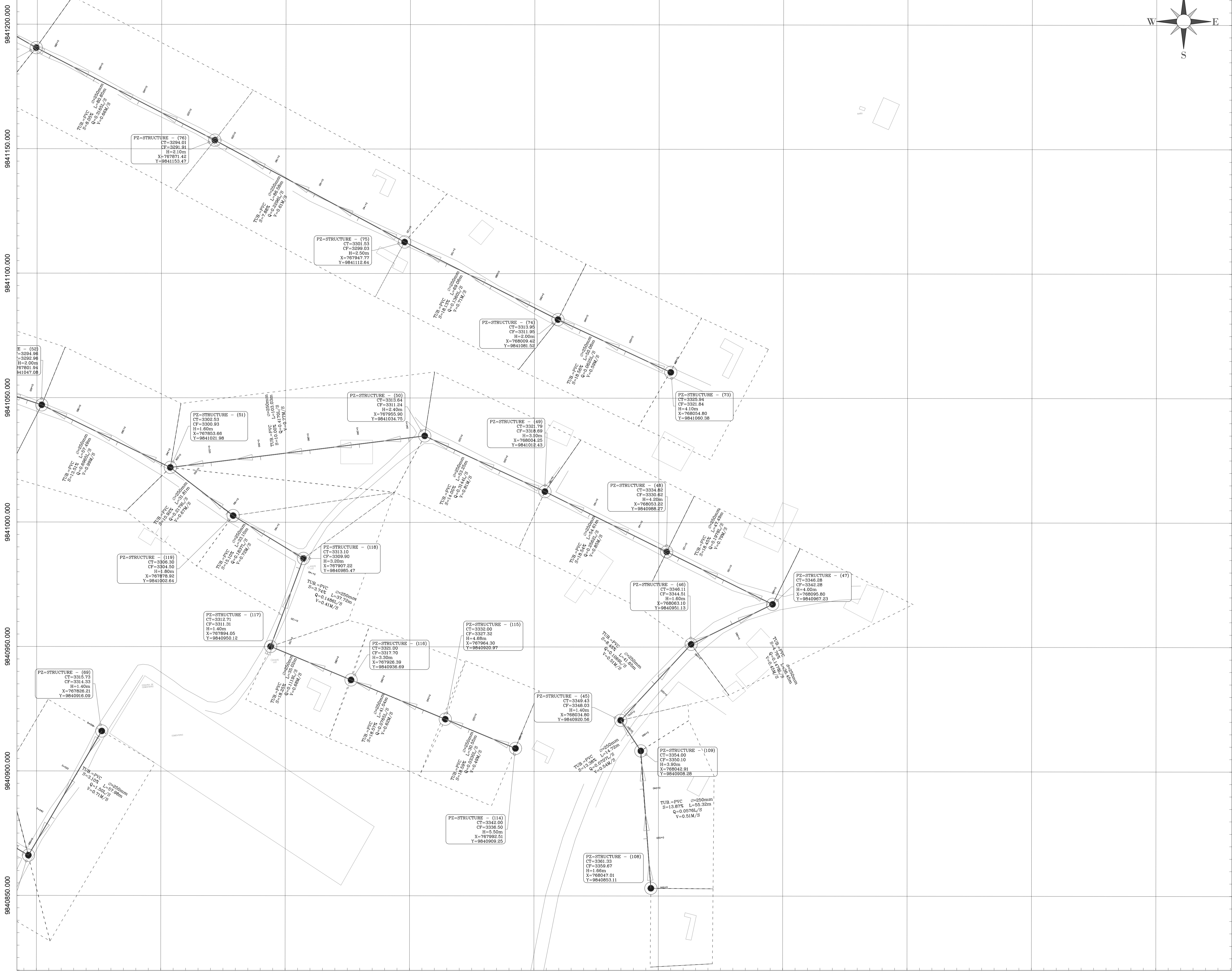
<b>REALIZADO POR:</b>	<b>APROBÓ:</b>
Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	Ing Mg. Galo Núñez Docente

<b>CONTIENE:</b>	
PLANTA-DATOS DE DISEÑO HIDRÁULICO	
<b>LÁMINA:</b>	<b>FECHA:</b>
T 2/9	SEPTIEMBRE 2022

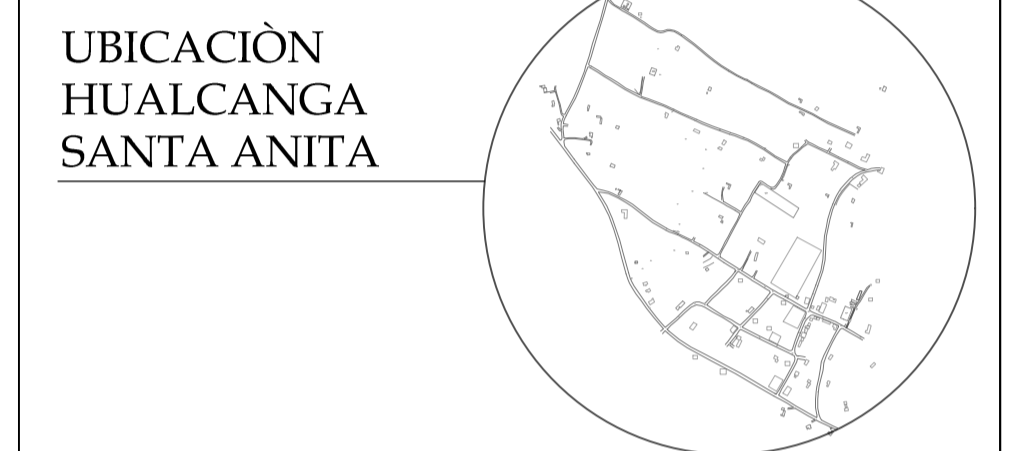
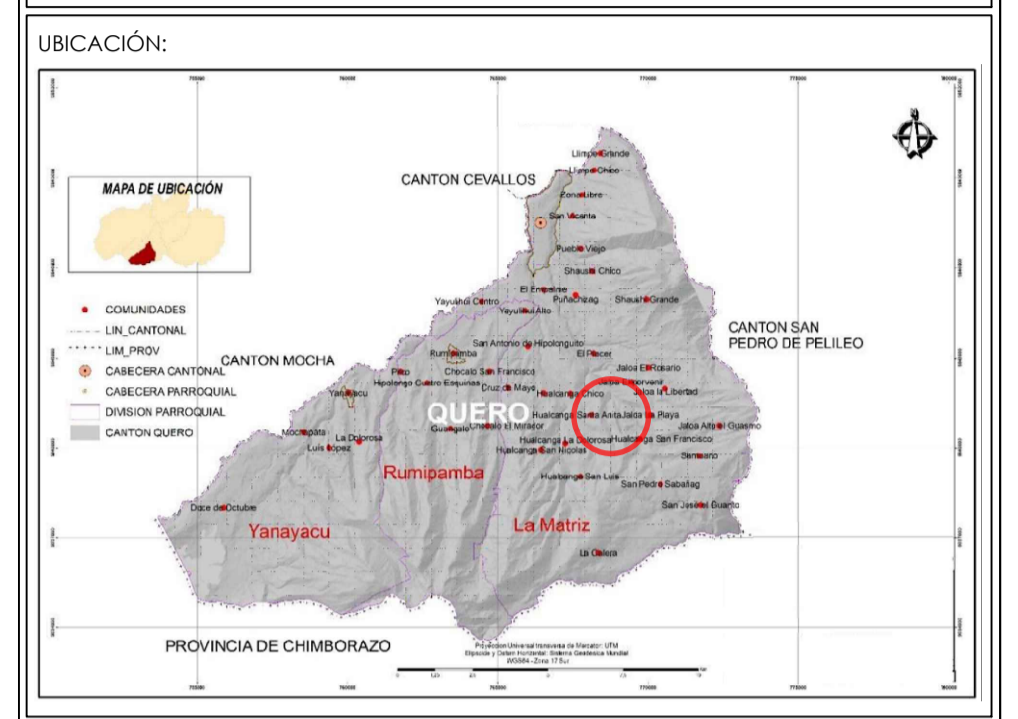
NOMENCLATURA	
ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
ø	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería



767800.000 767850.000 767900.000 767950.000 768000.000 768050.000 768100.000 768150.000 768200.000 768250.000



PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



REALIZADO POR:  
 Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro

APROBÓ:  
 Ing Mg. Galo Núñez  
 Docente

CONTIENE:  
 PLANTA-DATOS DE DISEÑO HIDRÁULICO

LÁMINA:  
**T 3/9**

ESCALA:  
 1:750

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2022

NOMENCLATURA	
ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
ø	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería

767800.000 767850.000 767900.000 767950.000 768000.000 768050.000 768100.000 768150.000 768200.000 768250.000

9840850.000

9840900.000

9840950.000

9841000.000

9841050.000

9841100.000

9841150.000

9841200.000

9840850.000

9840900.000

9840950.000

9841000.000

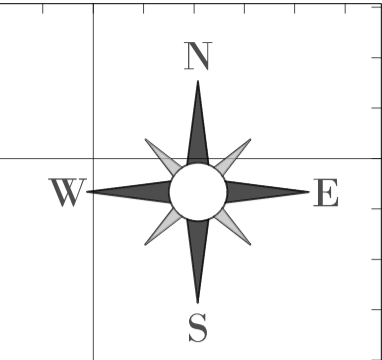
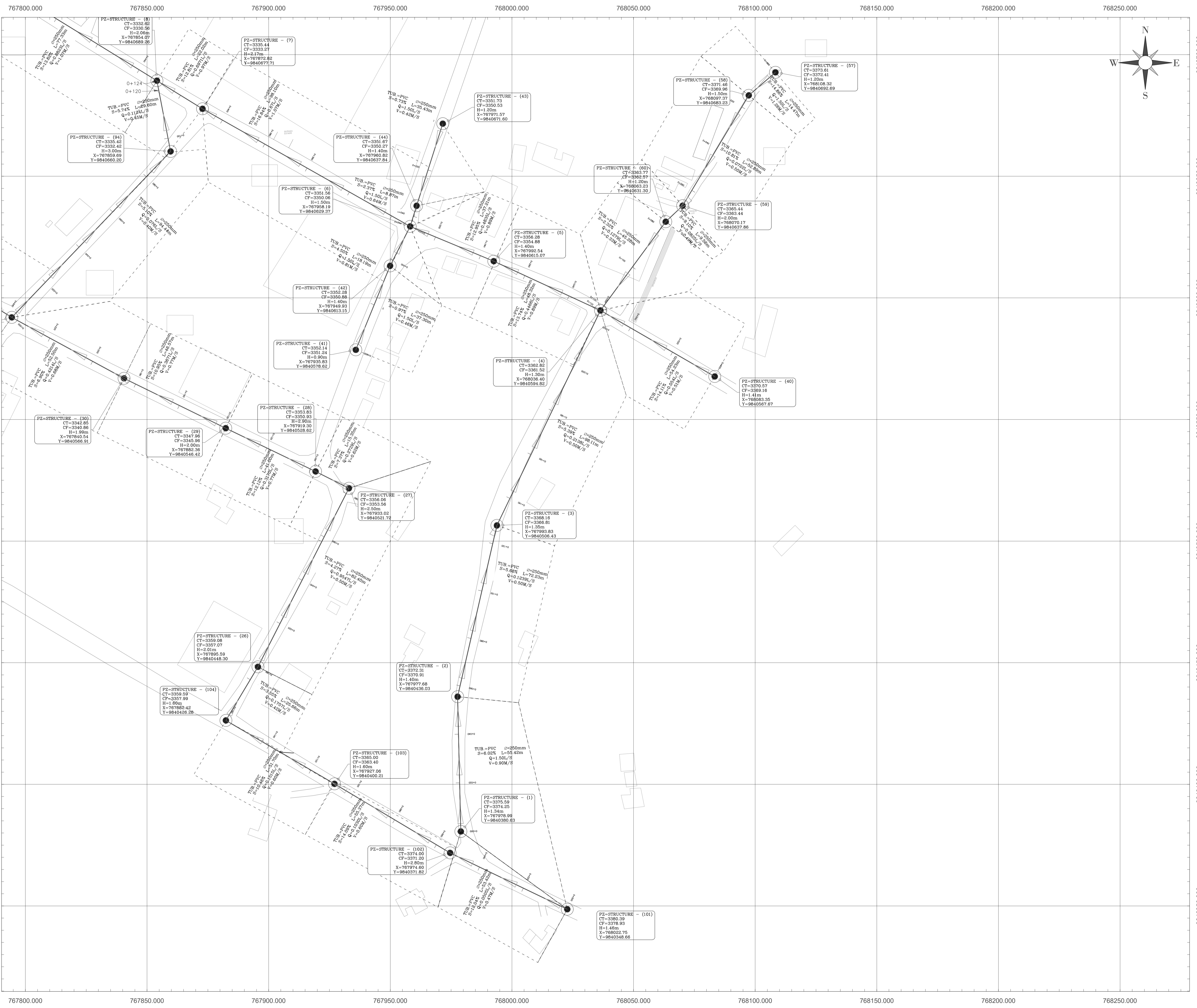
9841050.000

9841100.000

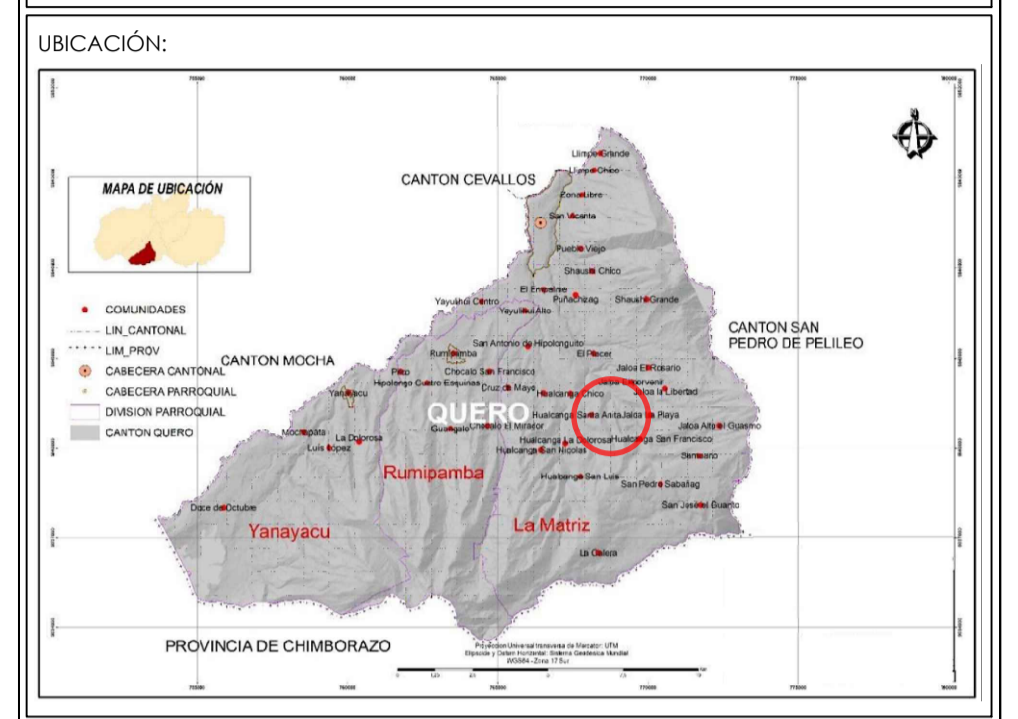
9841150.000

9841200.000





PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



REALIZADO POR:  
 Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro

APROBÓ:  
 Ing Mg. Galo Núñez  
 Docente

CONTIENE:  
 PLANTA-DATOS DE DISEÑO HIDRÁULICO

LÁMINA:  
**T 4/9**

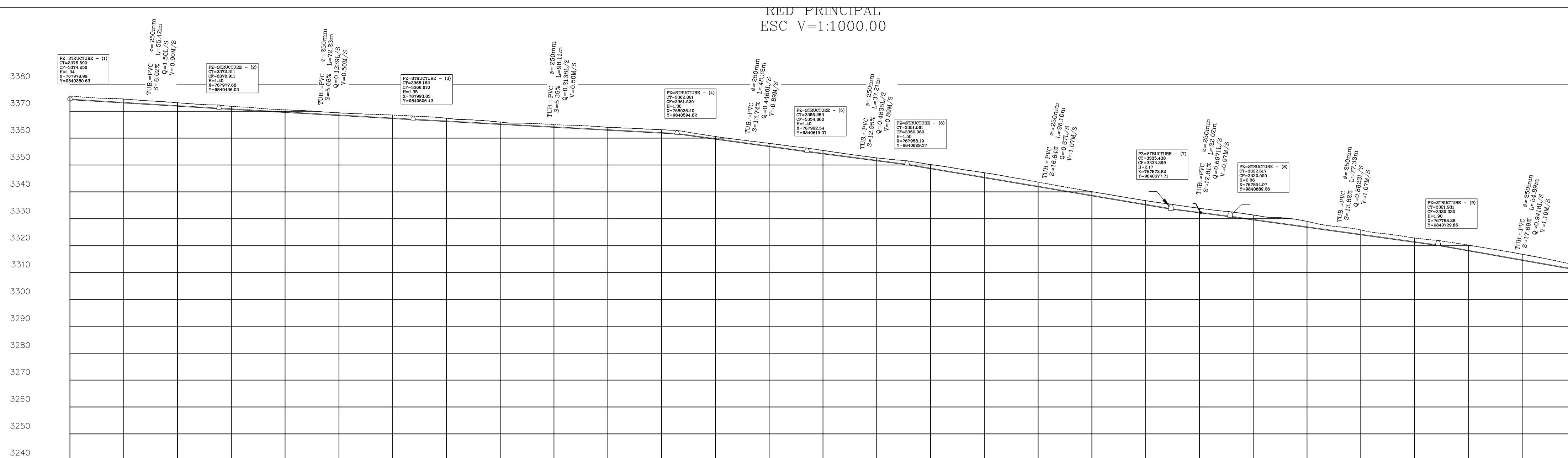
ESCALA:  
 1:750

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2022

**NOMENCLATURA**

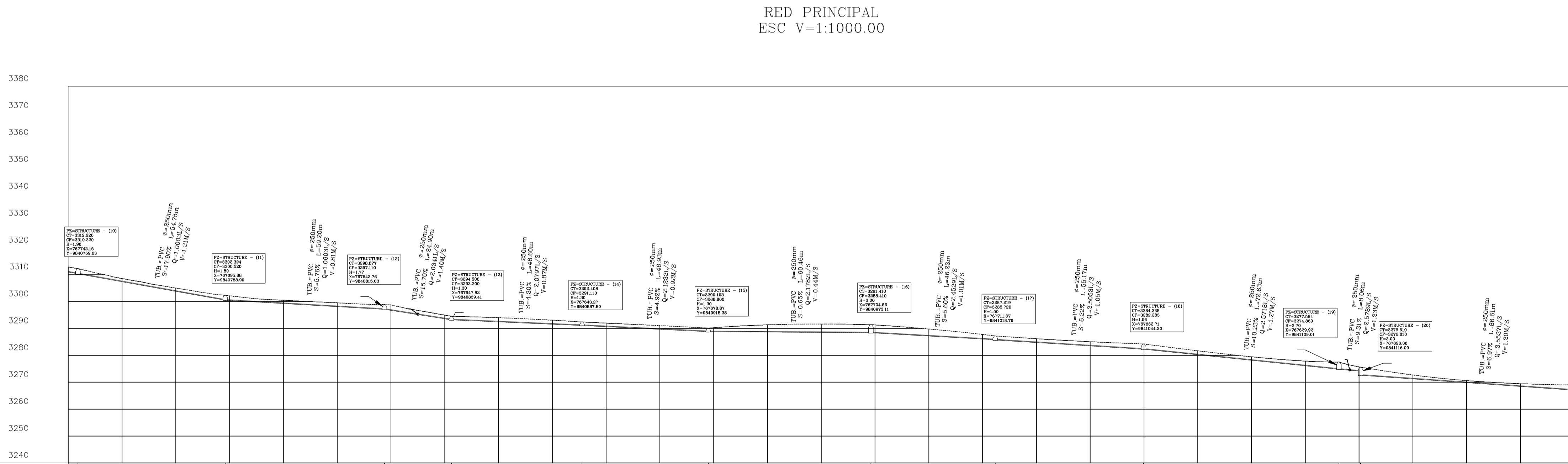
ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
Ø	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería





RED PRINCIPAL  
ESC V=1:1000.00

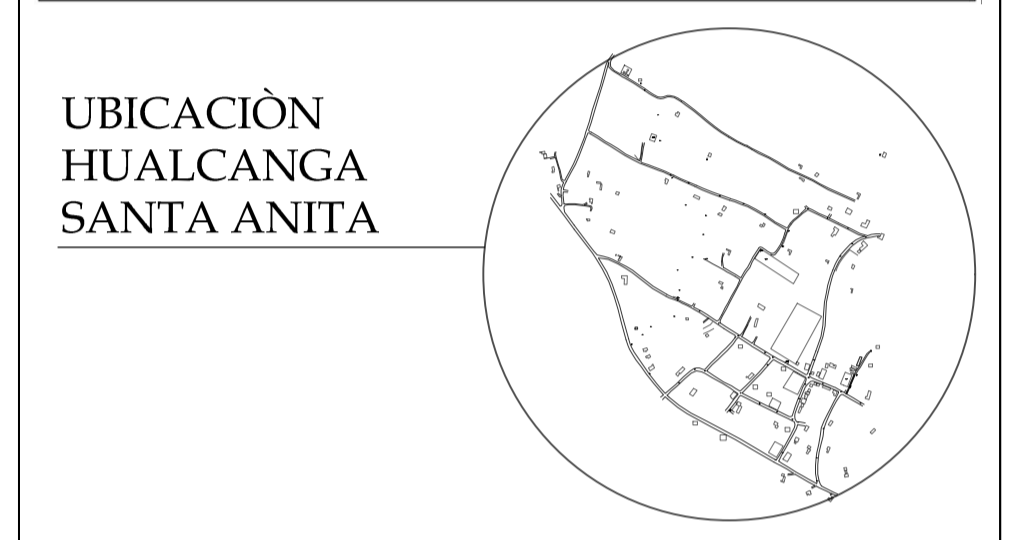
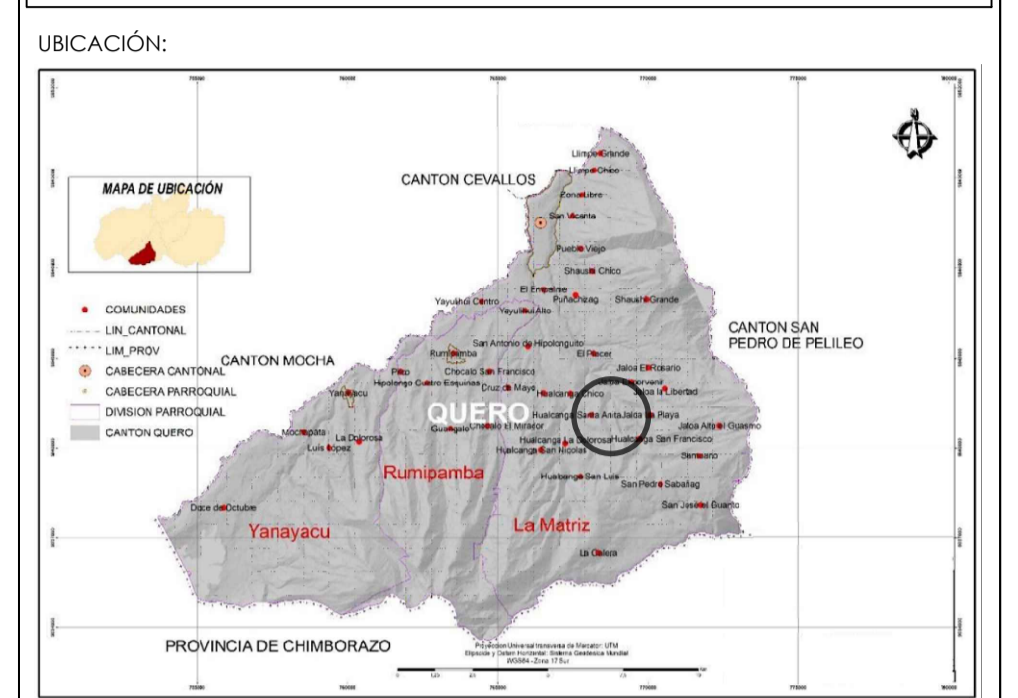
DATOS HIDRAULICOS	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=6.82% L=55.58m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=5.98% L=72.34m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.38% L=96.25m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=3.74% L=48.77m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=2.95% L=37.85m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=2.84% L=99.49m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=2.81% L=22.26m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=1.83% L=78.66m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=1.65% L=55.74m
COTA DE TAPA POZO		3372.31		3362.82		3351.56		3332.02	
COTA DE FONDO POZO		3370.91	3366.81	3361.52	3356.28	3350.06	3335.44	3330.56	3321.93
PROFUNDIDAD DE POZO	1.40		1.35		1.40		2.17		1.90
COTA PROYECTO	3374.25	3370.91	3366.81	3361.52	3356.28	3350.06	3335.54	3330.72	3320.03
ALTURA CORTE (m)	1.49	1.48	1.31	1.16	0.99	1.02	1.34	1.26	0.90
ABSCISAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160



RED PRINCIPAL  
ESC V=1:1000.00

DATOS HIDRAULICOS	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=7.78% L=55.52m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=5.76% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=65.90m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m	TUBERIA DE PVC ø=250.000mm S=4.90% L=48.54m
COTA DE TAPA POZO		3312.22		3292.41		3282.22		3272.61		3272.61
COTA DE FONDO POZO		3310.32	3300.52	3297.11	3294.50	3291.10	3288.41	3285.24	3277.56	3275.61
PROFUNDIDAD DE POZO	1.90		1.80		1.77		1.30		2.70	
COTA PROYECTO	3320.03	3310.32	3300.52	3297.11	3294.50	3291.10	3288.41	3285.24	3277.56	3275.61
ALTURA CORTE (m)	1.89	1.16	1.19	1.71	2.00	1.36	1.55	1.46	1.28	1.73
ABSCISAS	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	

PROYECTO:  
"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."



REALIZADO POR:  
Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro

APROBÓ:  
Ing Mg. Galo Núñez Docente

CONTIENE:  
PERFIL HIDRÁULICO

LÁMINA:  
T 5/9

ESCALA:  
1:750

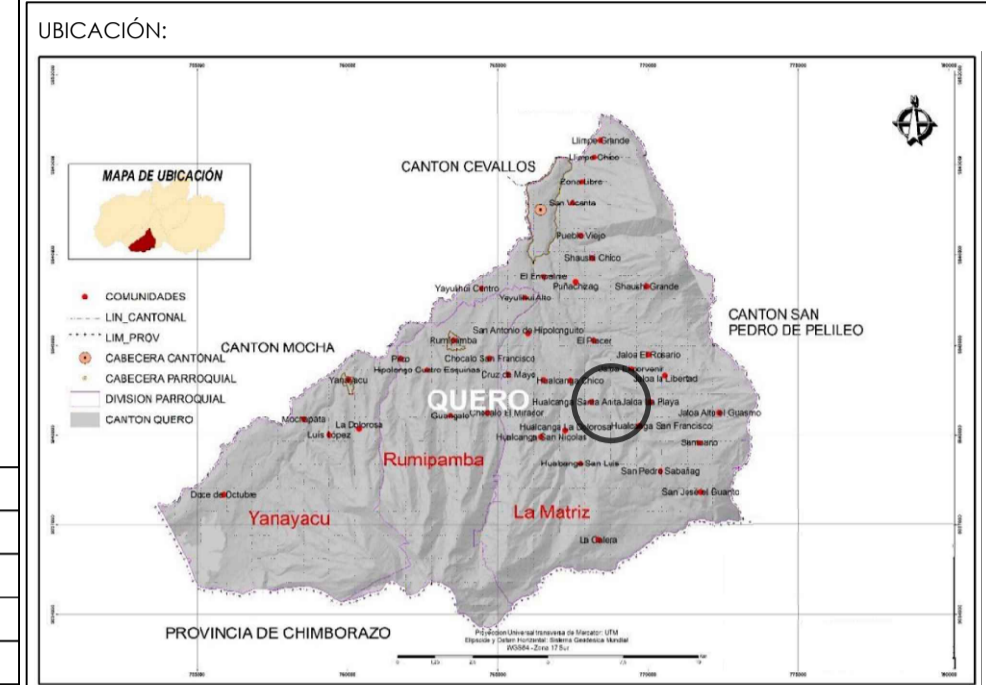
FECHA:  
SEPTIEMBRE 2022

NOMENCLATURA

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
ø	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería



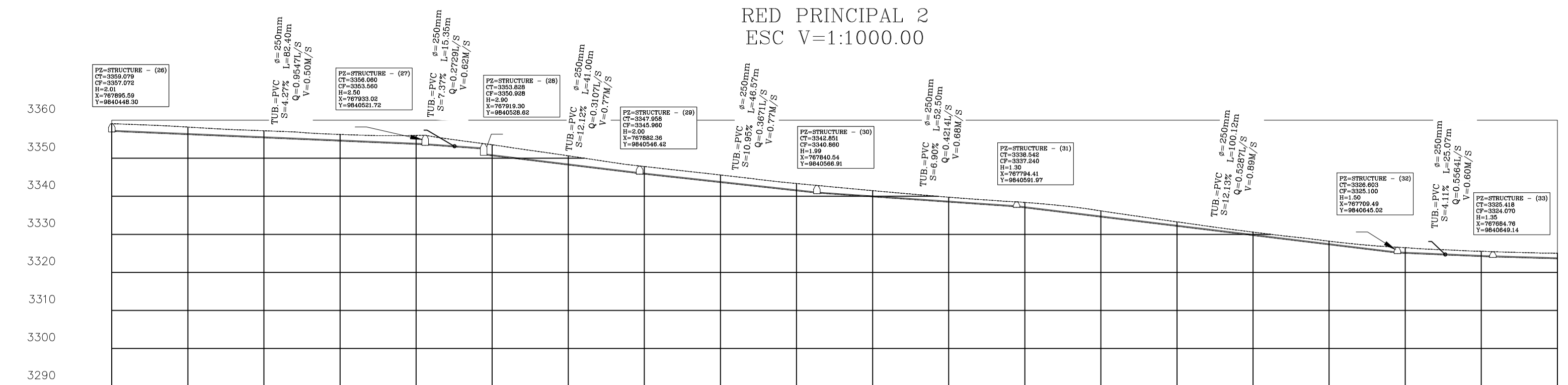
PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Lenín Silva Docente
CONTIENE: PERFIL HIDRÁULICO	
LAMINA: T 6/9	ESCALA: INDICADAS
FECHA: SEPTIEMBRE 2022	

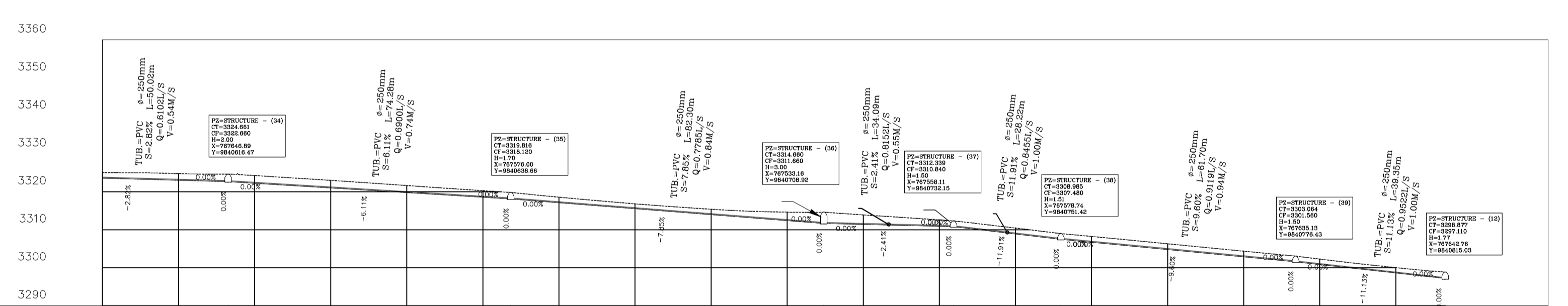
NOMENCLATURA	
ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
Ø	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería

RED PRINCIPAL 2  
ESC V=1:1000.00



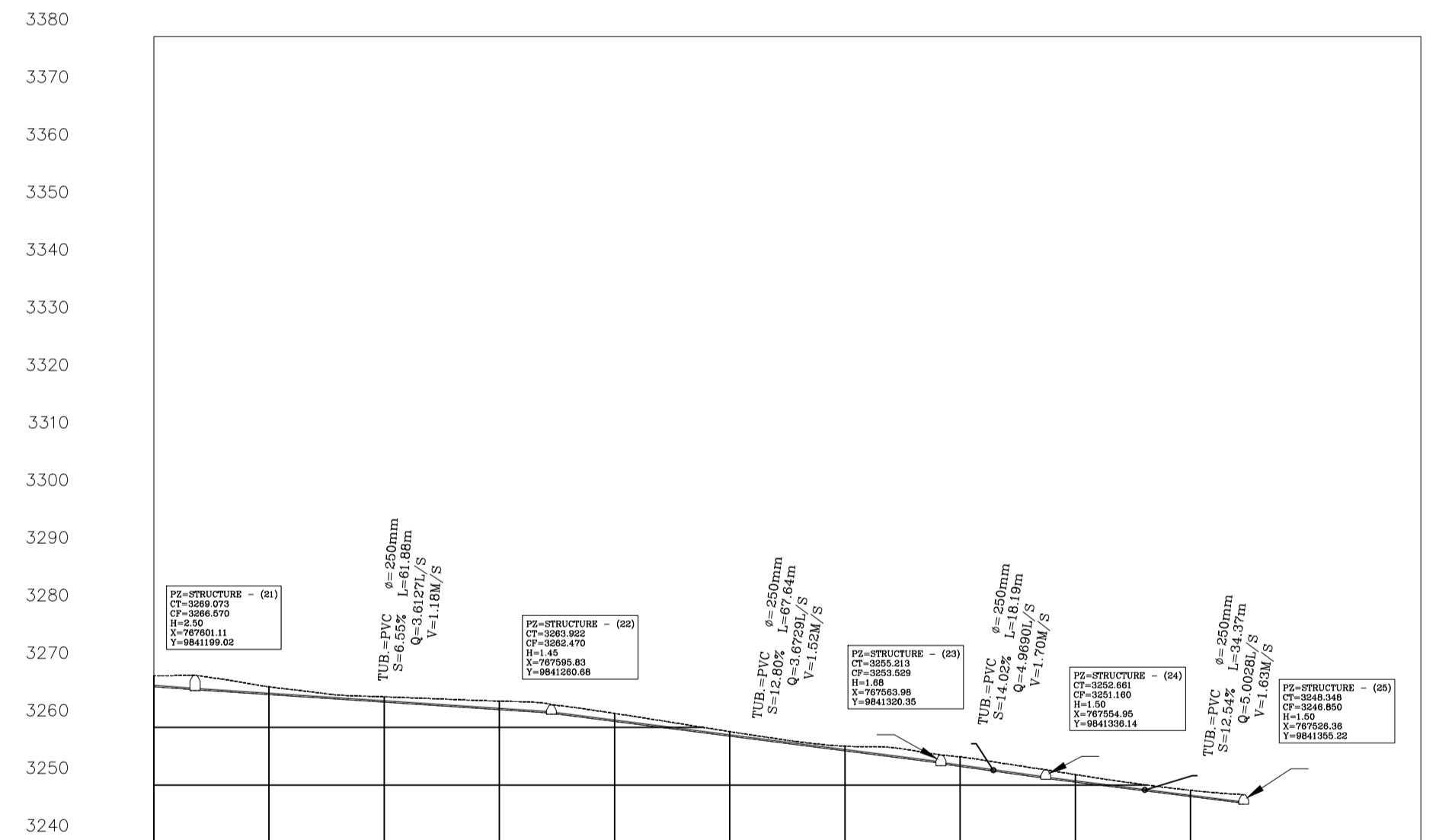
DATOS HIDRAULICOS	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=4.27% L=82.40m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=7.77% L=13.30m V=0.62M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=41.30m V=0.50M/S
COTA DE TAPA POZO		3355.06	3353.83															
COTA DE FONDO POZO		3353.56	3350.93															
PROFUNDIDAD DE POZO		2.50	2.90															
COTA PROYECTO	3357.08	3353.56	3350.93															
ALTURA CORTE (m)	2.16	1.96	1.84	1.73	2.33	2.88	2.40	1.99	1.96	1.91	1.63	1.29	1.40	1.61	1.15	0.88	0.92	1.48
ABSCISAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340

RED PRINCIPAL 2  
ESC V=1:1000.00



DATOS HIDRAULICOS	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=2.82% L=50.04m V=0.54M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.11% L=74.42m V=0.54M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=0.78% L=82.55m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=2.41% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=34.00m V=0.60M/S
COTA DE TAPA POZO		3324.66																
COTA DE FONDO POZO		3322.66																
PROFUNDIDAD DE POZO		2.00																
COTA PROYECTO	3324.07	3322.66																
ALTURA CORTE (m)	1.45	1.74	2.04	1.99	1.85	1.72	1.45	1.26	1.41	2.22	1.54	1.53	1.52	1.49	1.42	1.39		
ABSCISAS	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720

RED PRINCIPAL  
ESC V=1:1000.00



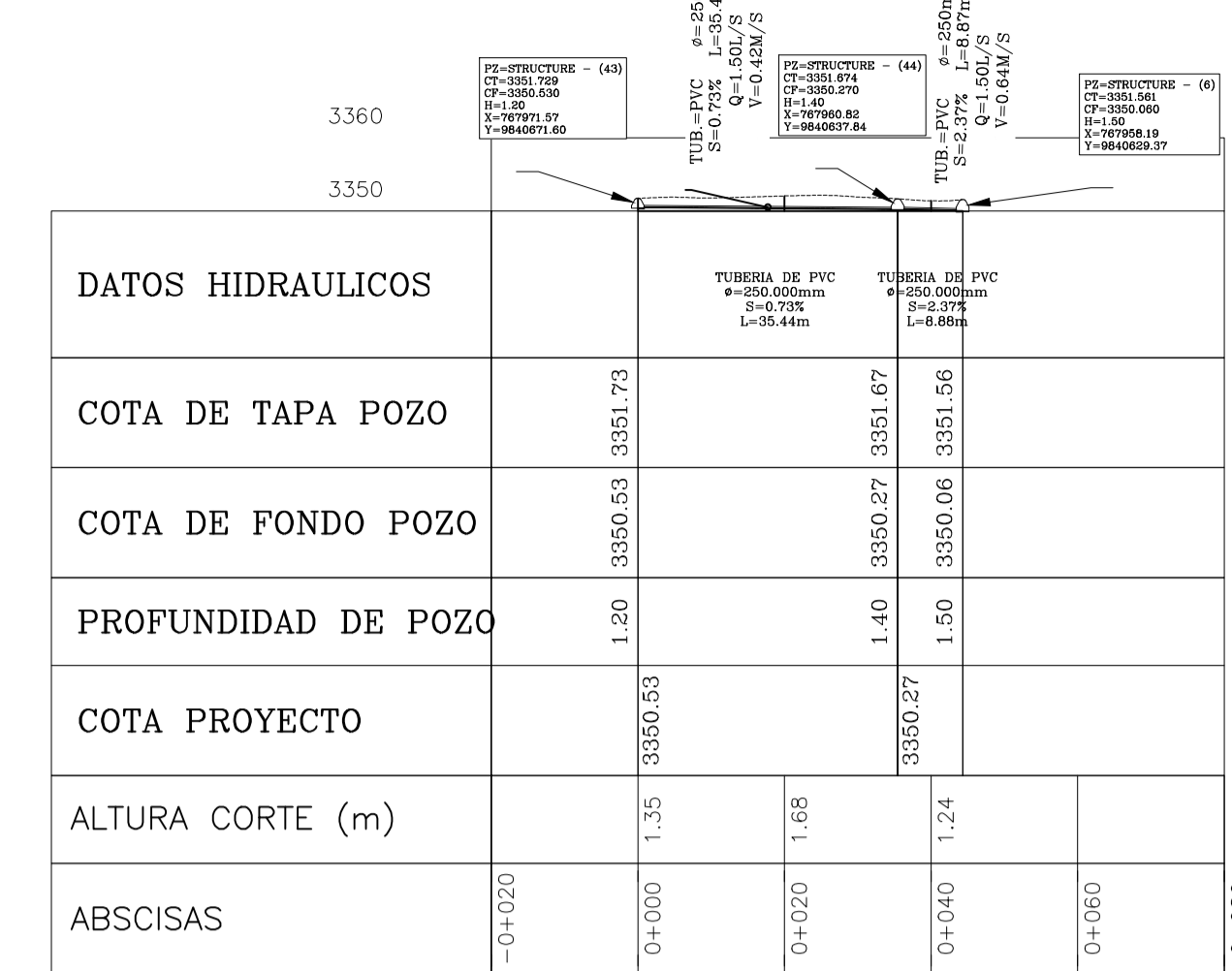
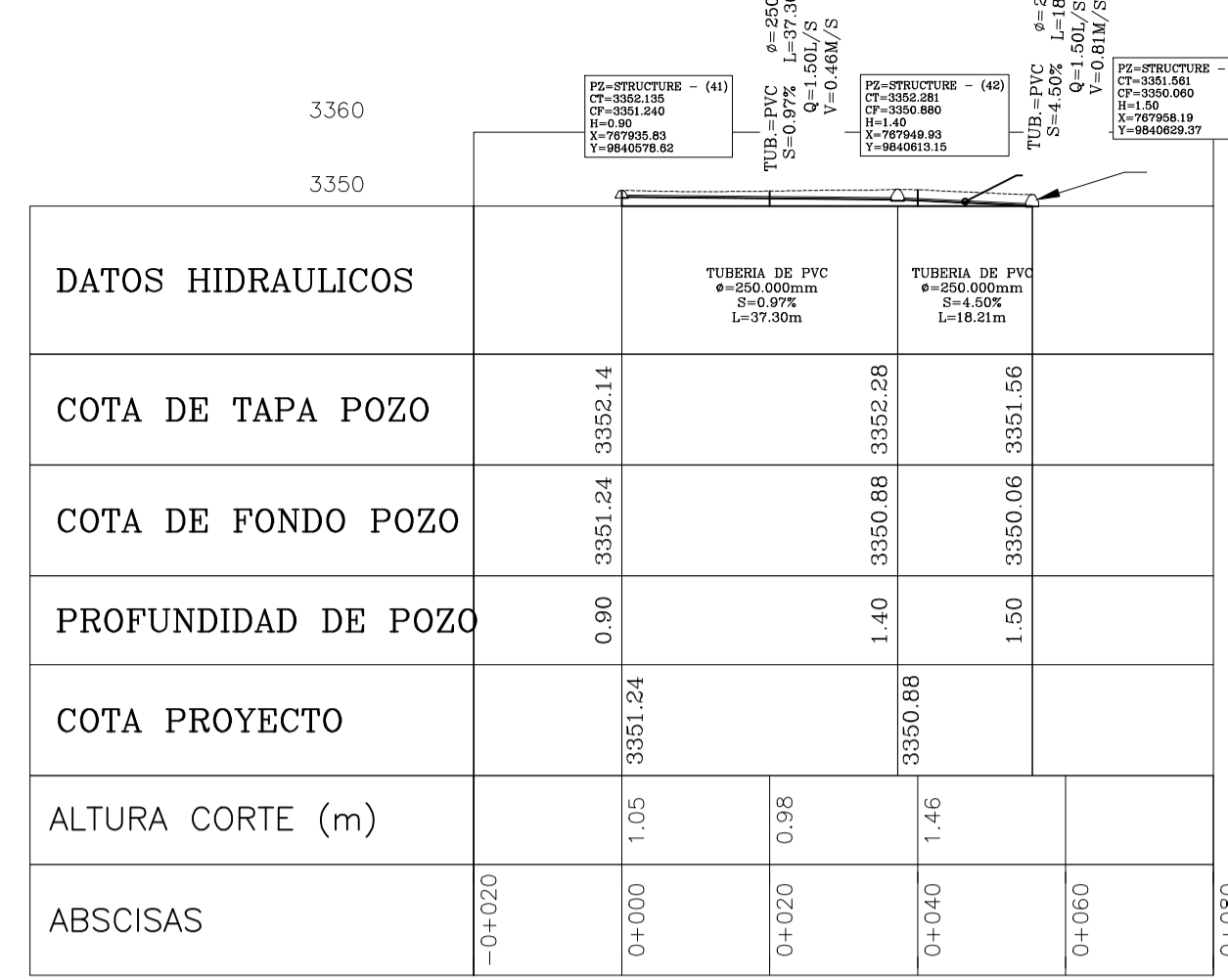
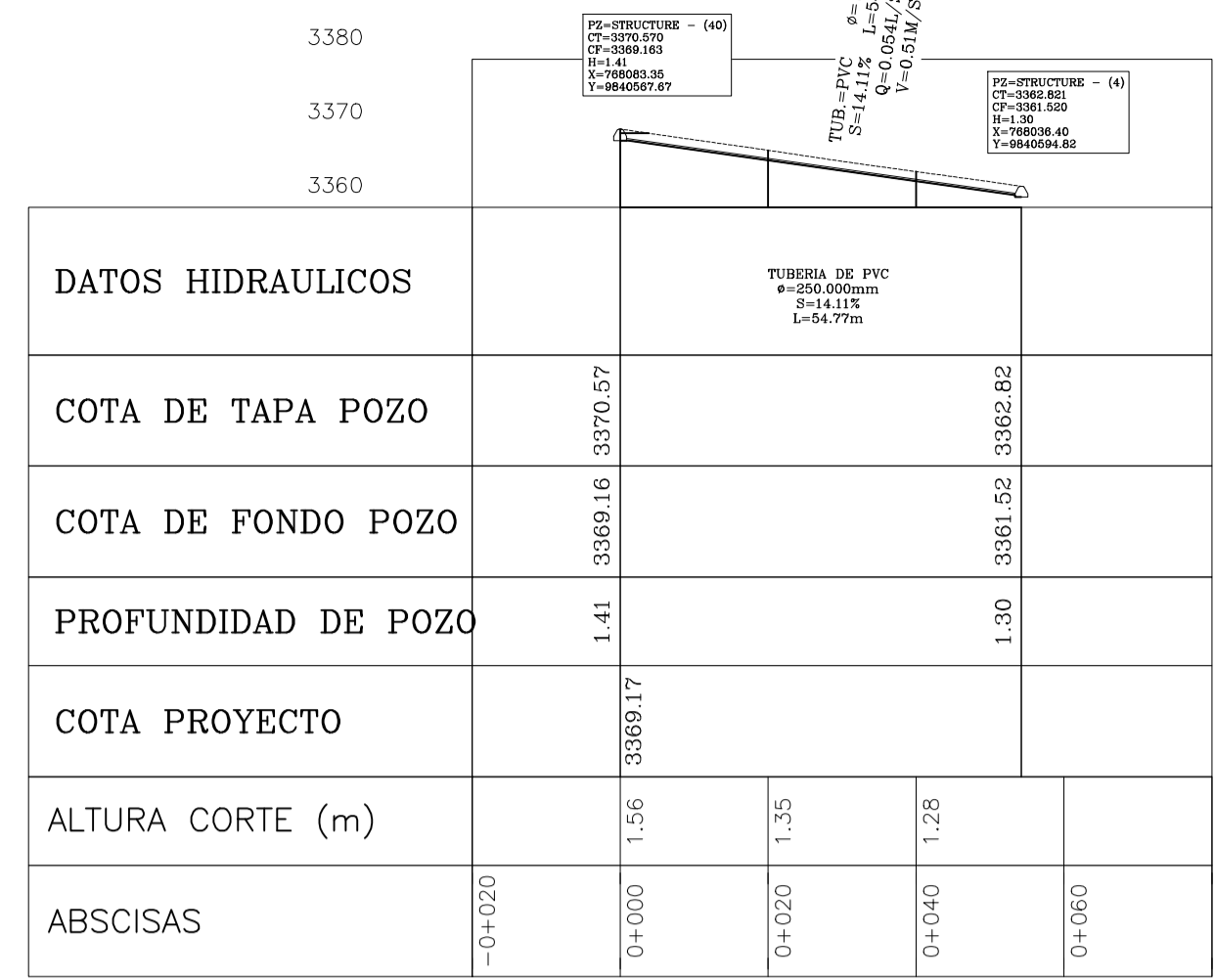
DATOS HIDRAULICOS	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	TUBERIA DE PVC Ø=250.000mm S=1.12% L=68.50m V=0.50M/S	
COTA DE TAPA POZO		3289.07																
COTA DE FONDO POZO		3286.57																
PROFUNDIDAD DE POZO		2.50																
COTA PROYECTO	3272.61	3286.57																
ALTURA CORTE (m)	1.93	1.33	1.90	1.47	1.38	1.75	0.81	1.65	1.31	1.08								
ABSCISAS	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340						



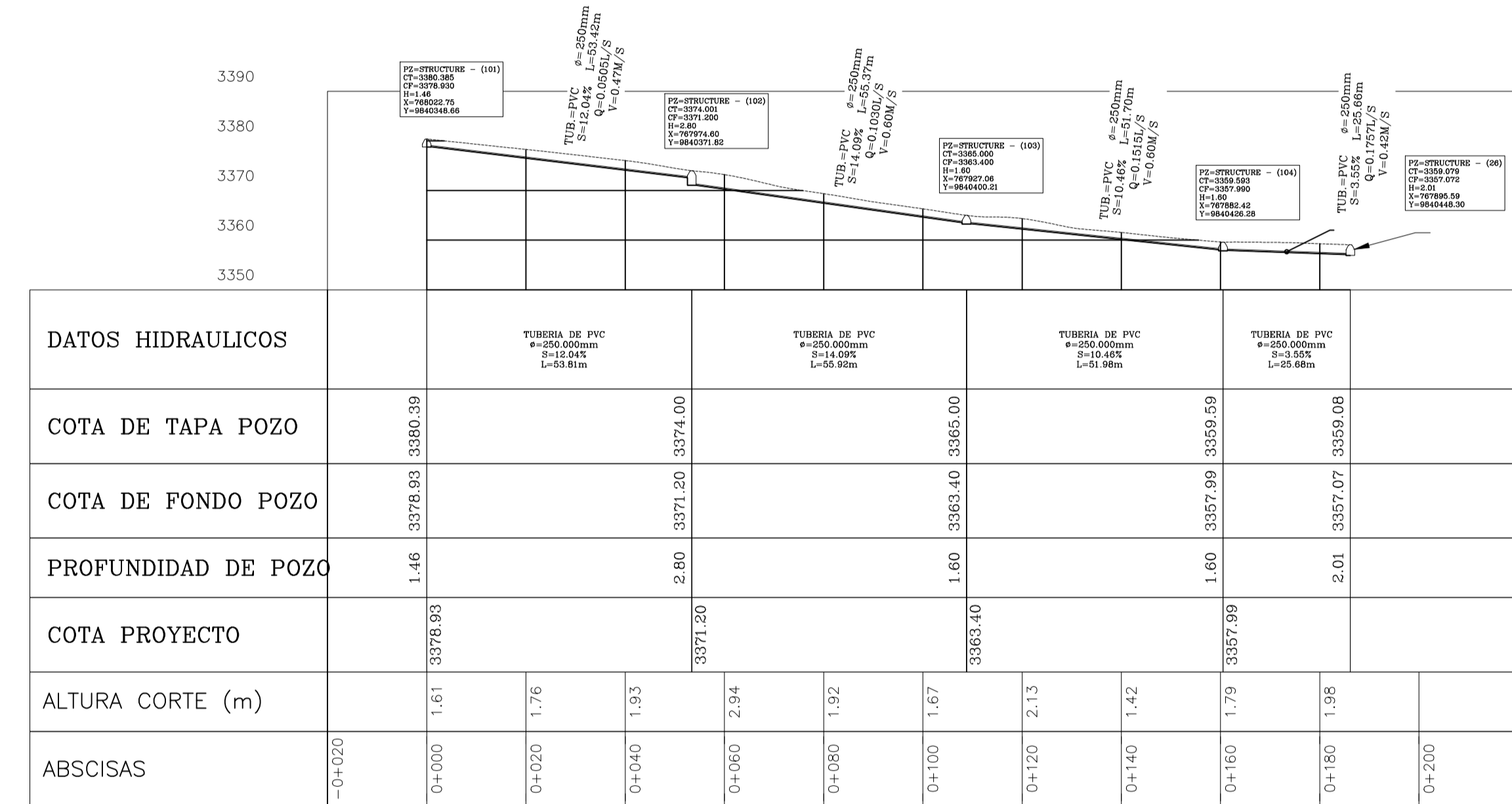
ESC V=1:1000.00

RAMAL 2 RED ANTIGUA  
ESC :1000.00

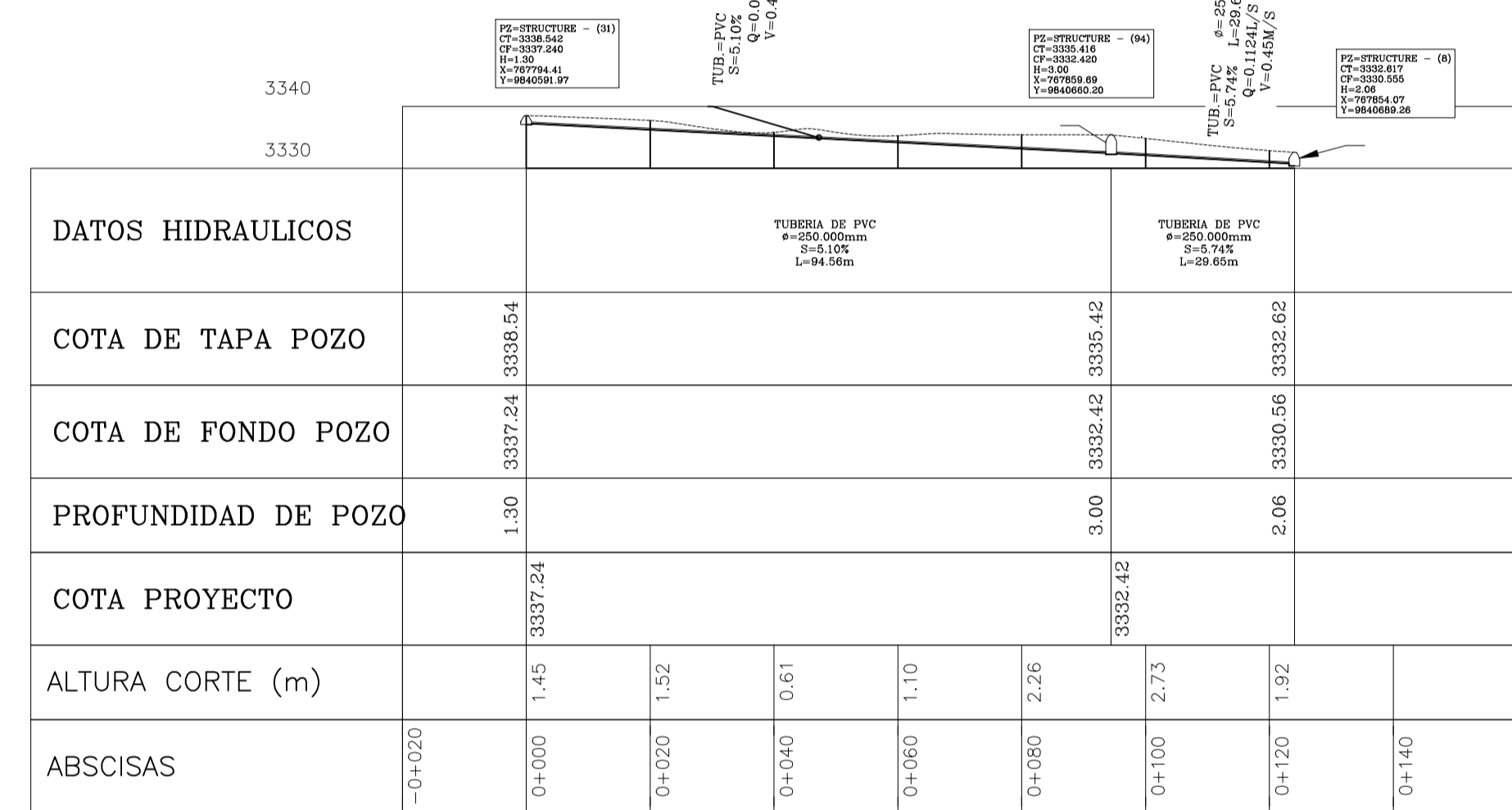
RAMAL 3 RED ANTIGUA  
V=1:1000.00



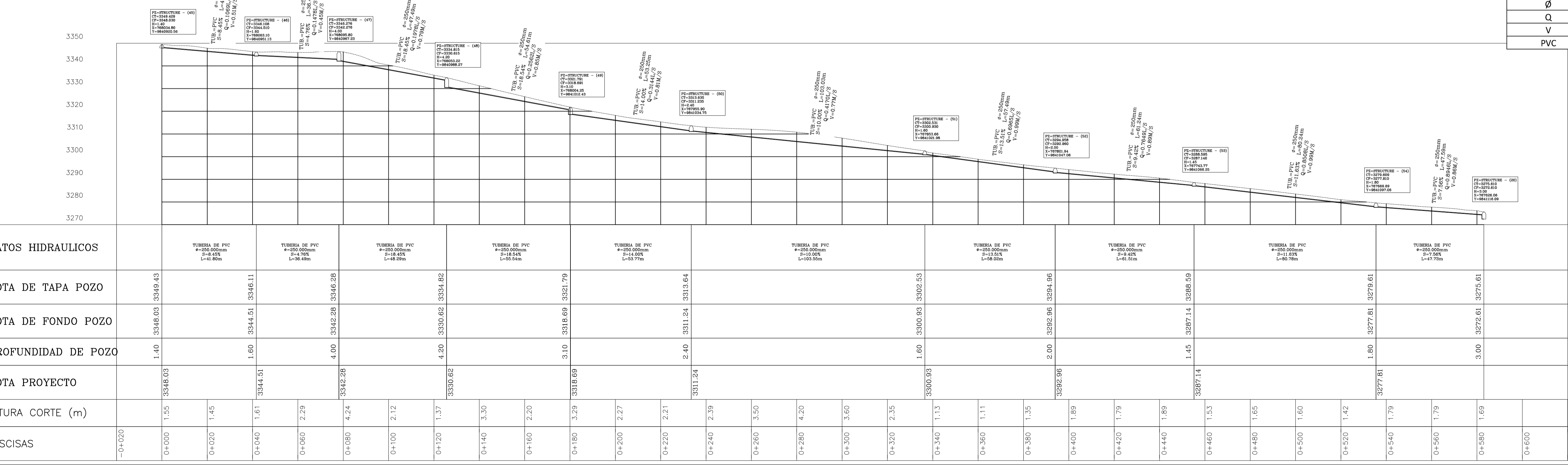
RAMAL 1 RED NUEVA  
ESC V=1:1000.00



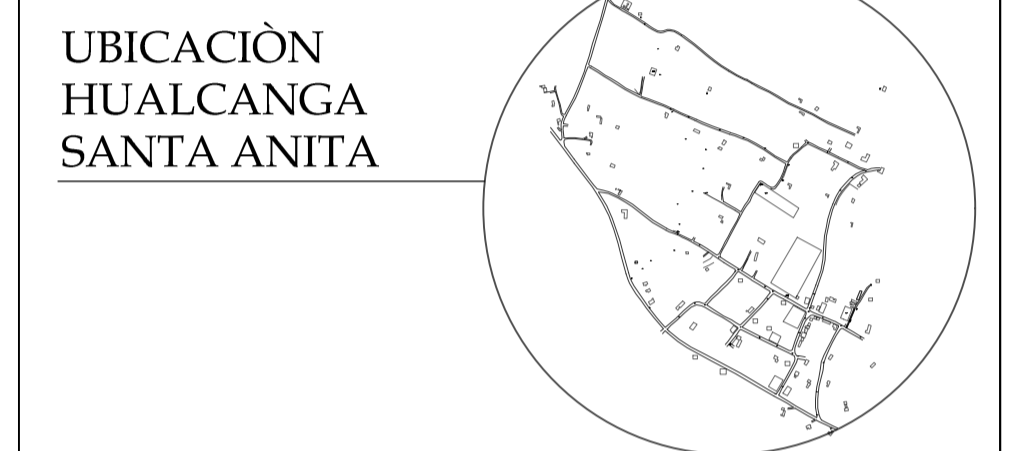
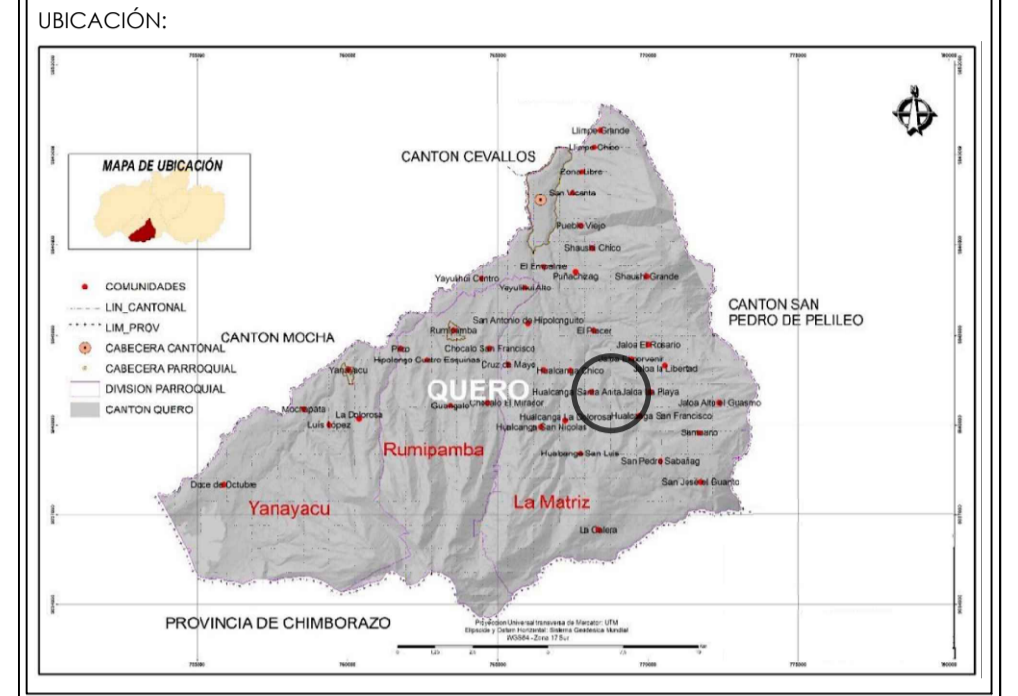
RAMAL 4 RED ANTIGUA  
ESC V=1:1000.00



RAMAL 5 RED ANTIGUA  
ESC V=1:1000.00



PROYECTO:  
"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

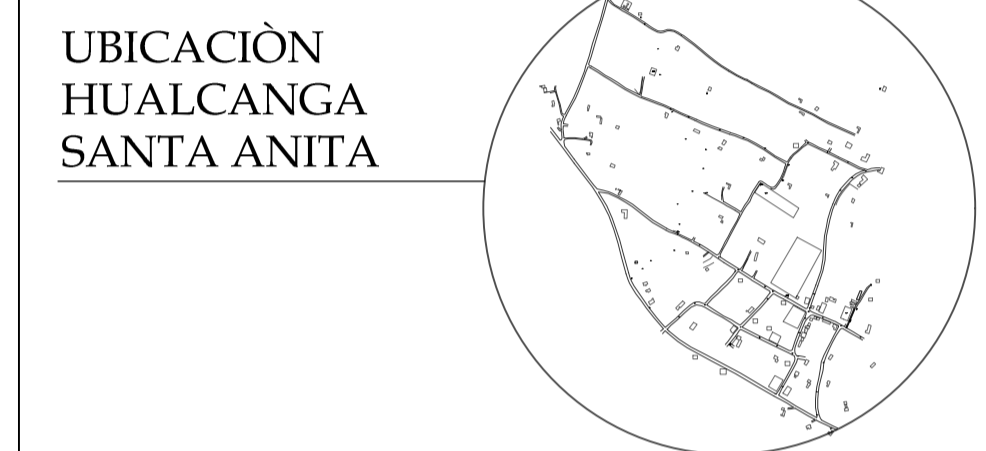
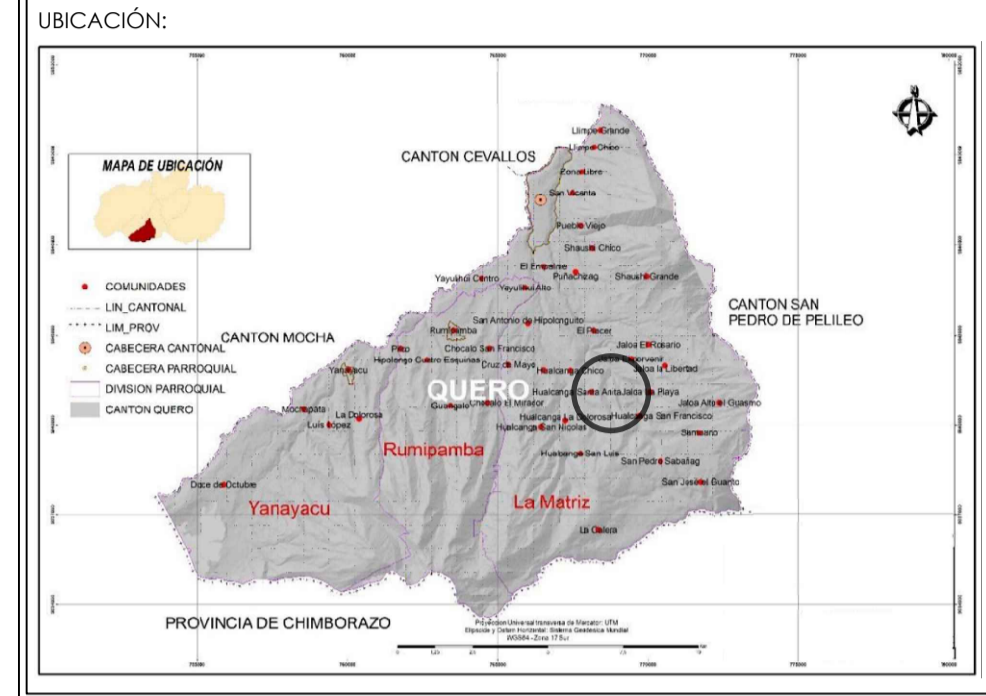


REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
CONTIENE: PERFIL HIDRAULICO	
LÁMINA: T/7/9	FECHA: SEPTIEMBRE 2022

NOMENCLATURA	
ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
∅	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería



PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



REALIZADO POR:  
Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro

APROBÓ:  
Ing Mg. Galo Núñez  
Docente

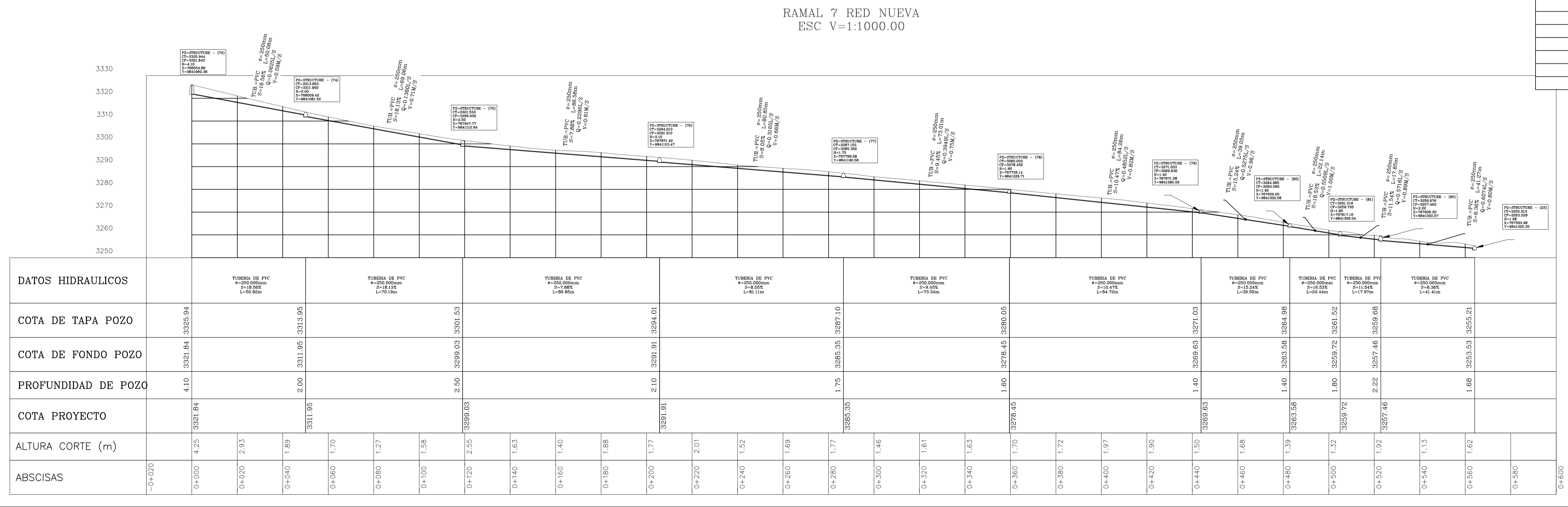
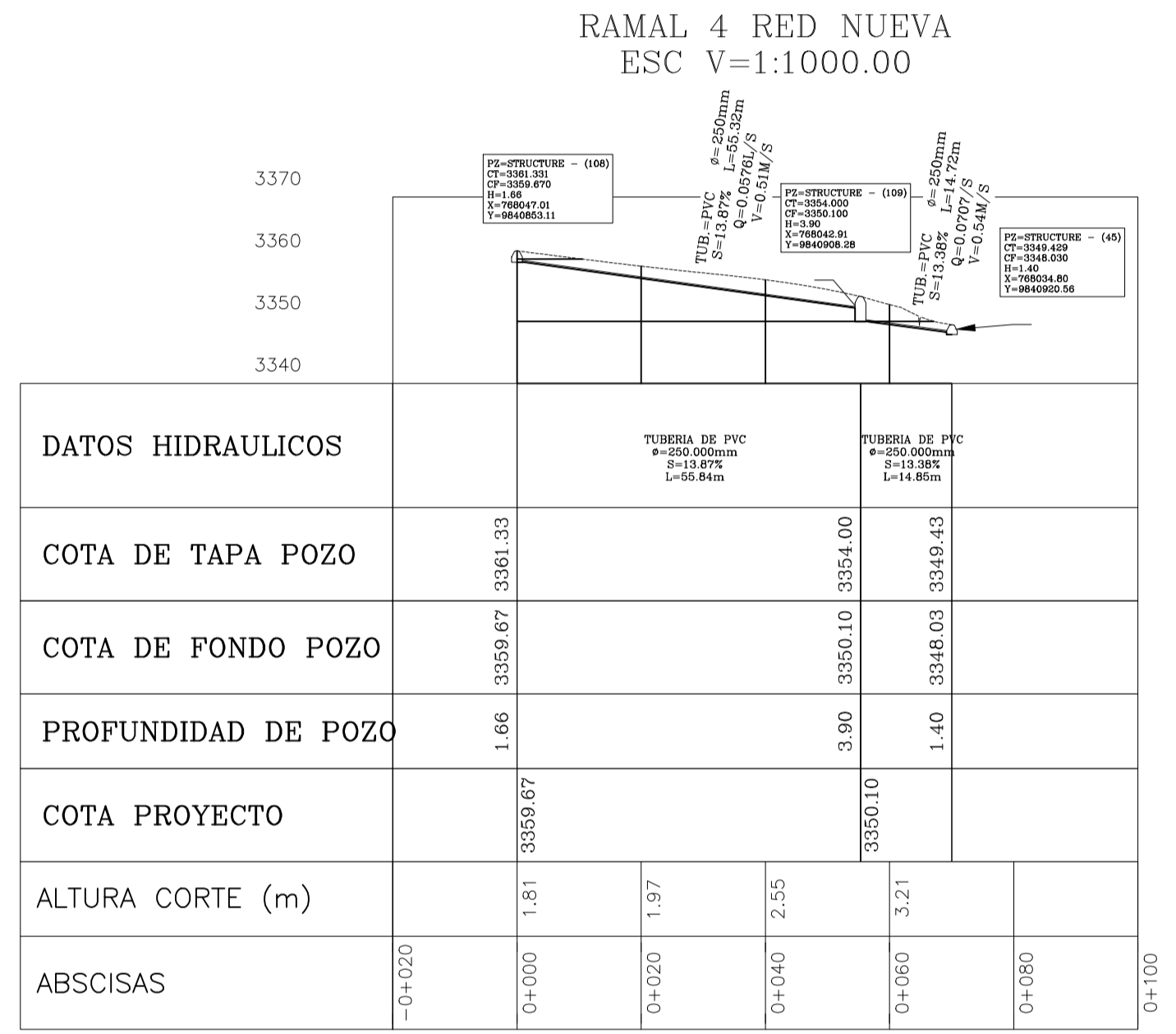
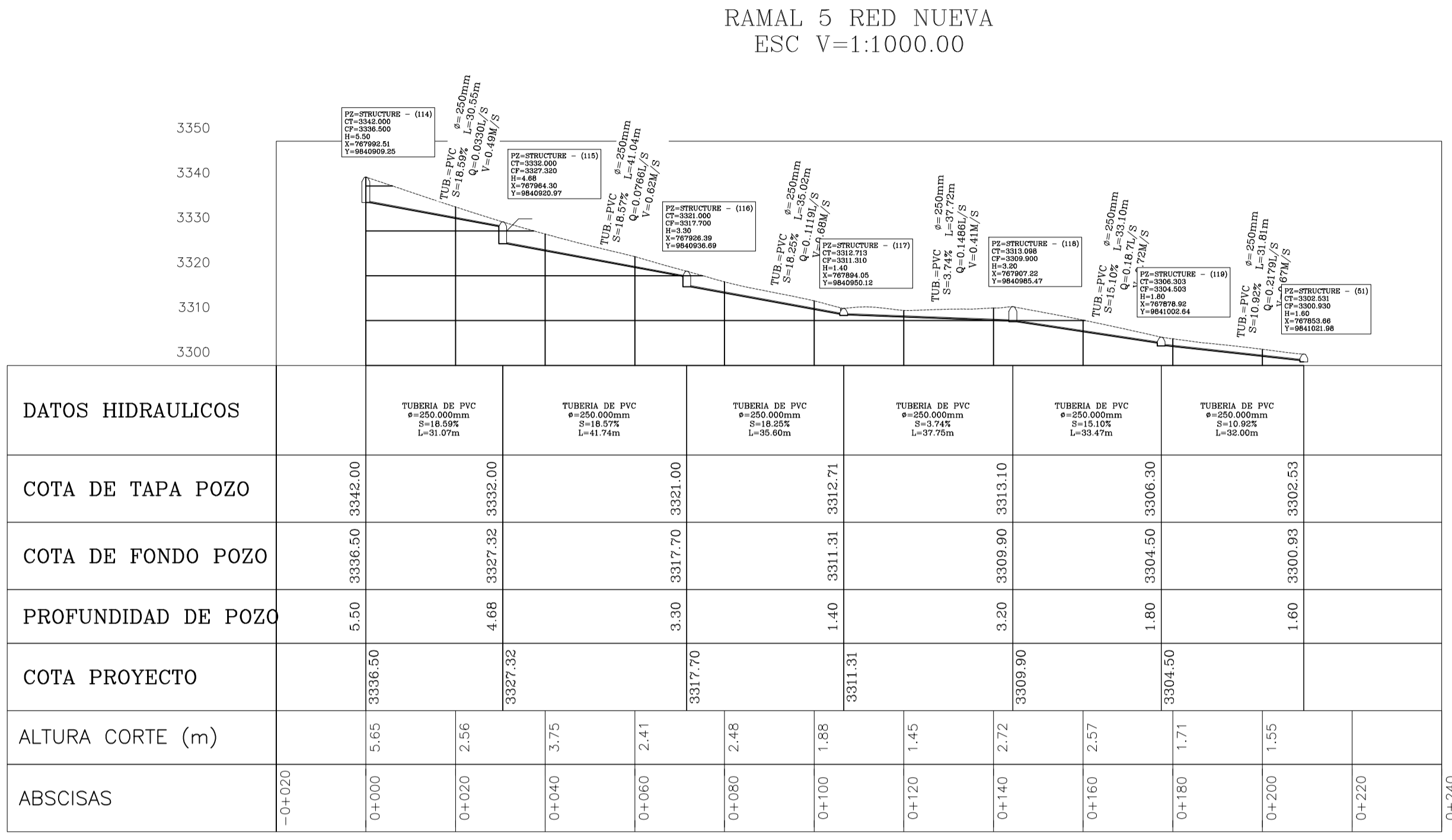
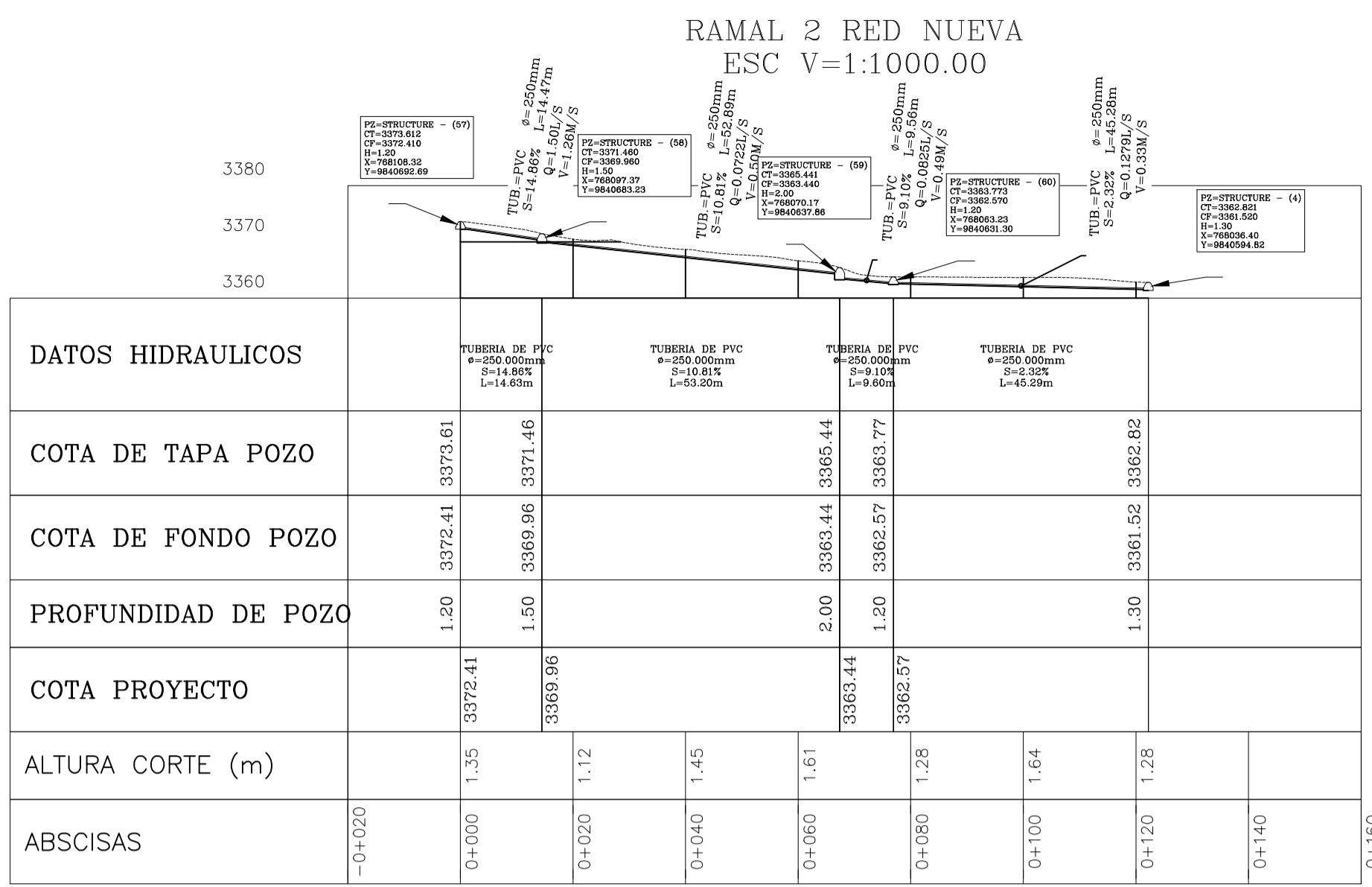
CONTIENE:  
PERFIL HIDRÁULICO

LÁMINA:  
T 8/9

ESCALA:  
1:750

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2022

NOMENCLATURA	
ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
CT	Cota de Terreno
CF	Cota de Fondo (Proyecto)
H	Profundidad del pozo de revisión
X	Coordenada Este
Y	Coordenada Norte
PZ	Pozo de Revisión
L	Longitud
TUB	Tubería
S	Pendiente del Proyecto
∅	Diámetro de tubería
Q	Caudal a sección parcialmente llena
V	Velocidad a sección parcialmente llena
PVC	Policloruro de vinilo-Material de Tubería

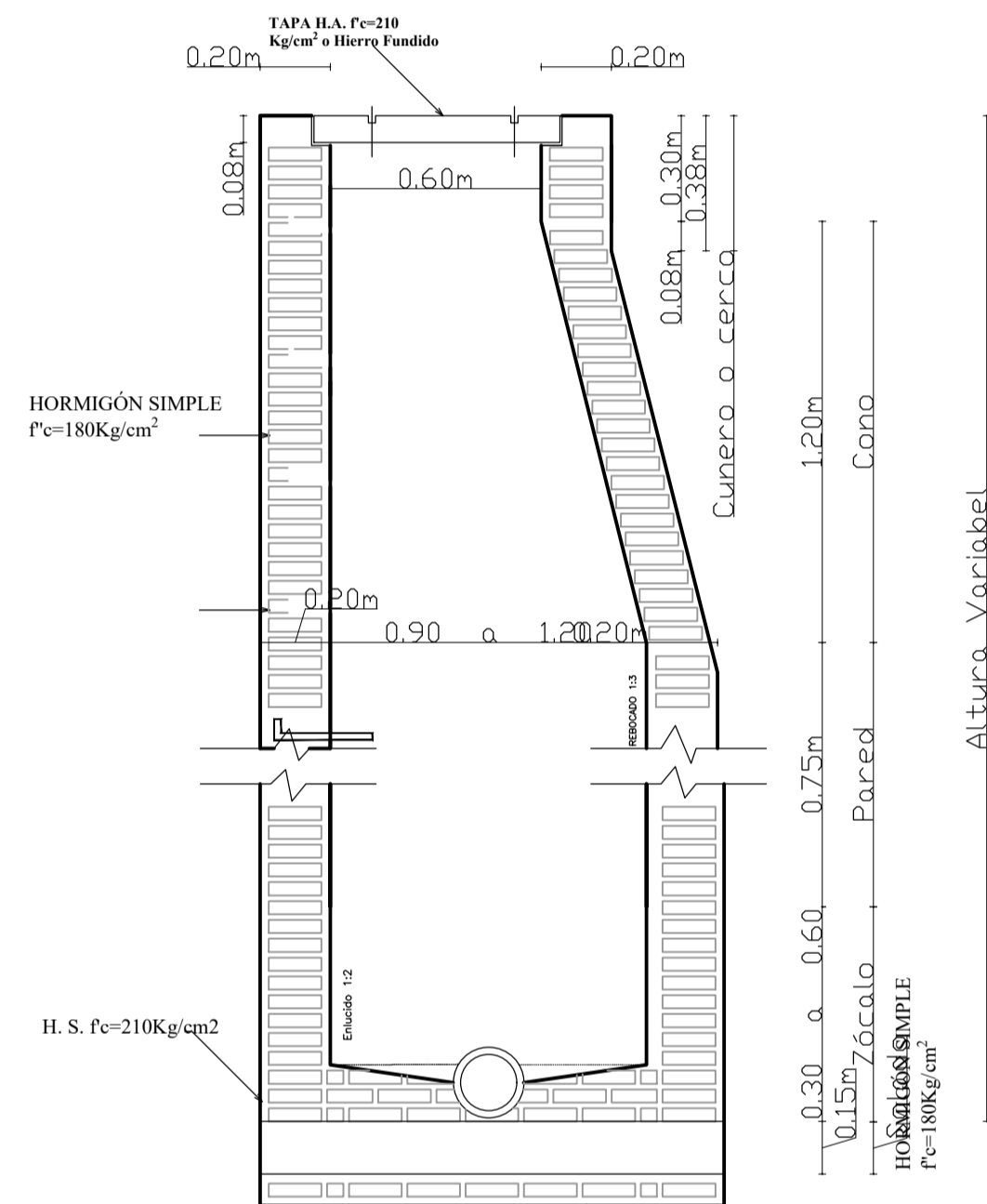
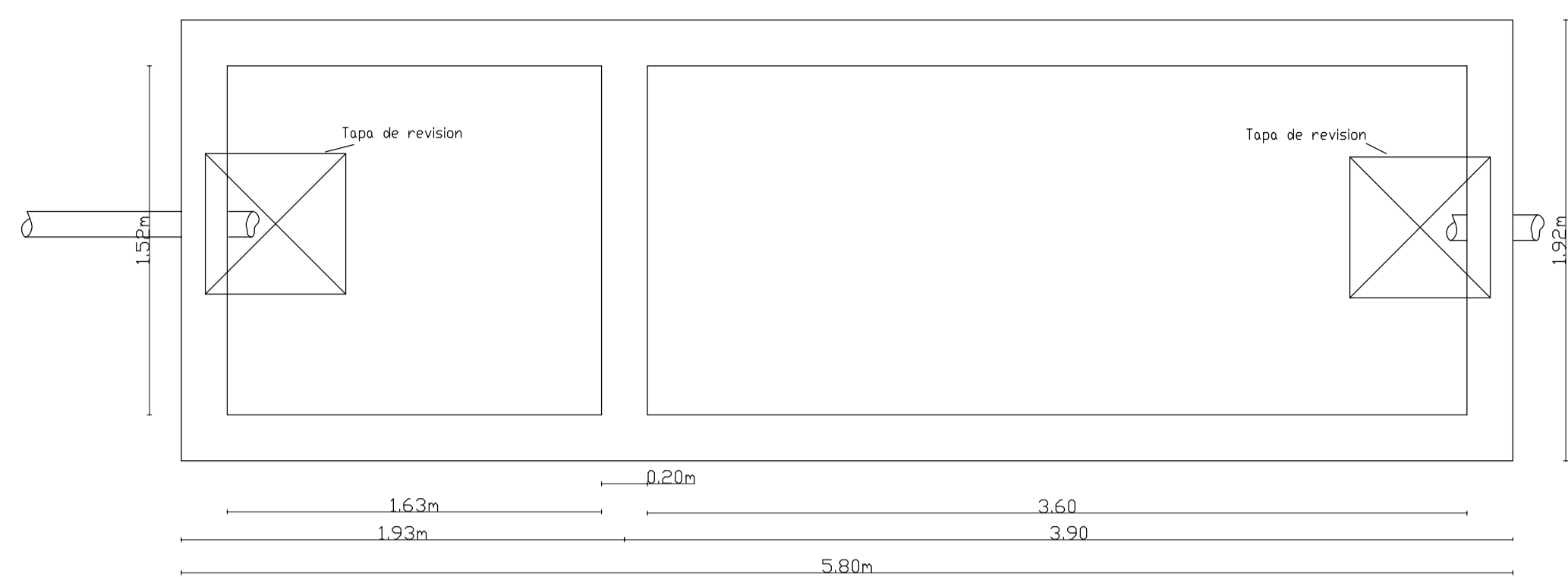






# TANQUE SÉPTICO

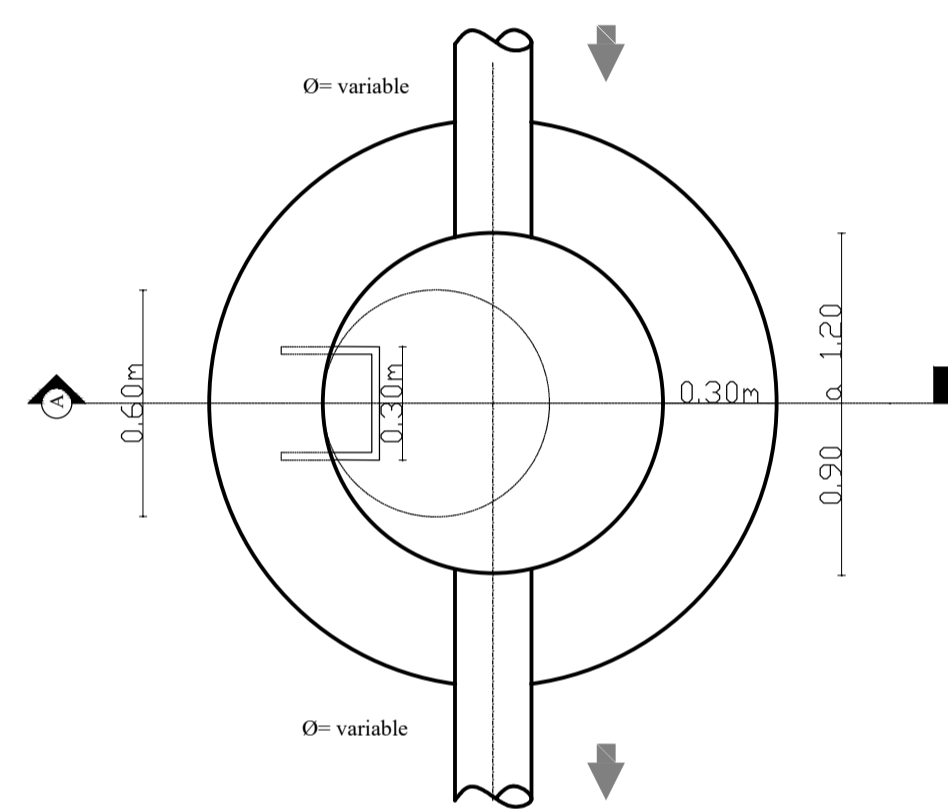
ESCALA-----1:25



POZO DE REVISION CORTE A-A'

# POZO DE REVISIÓN

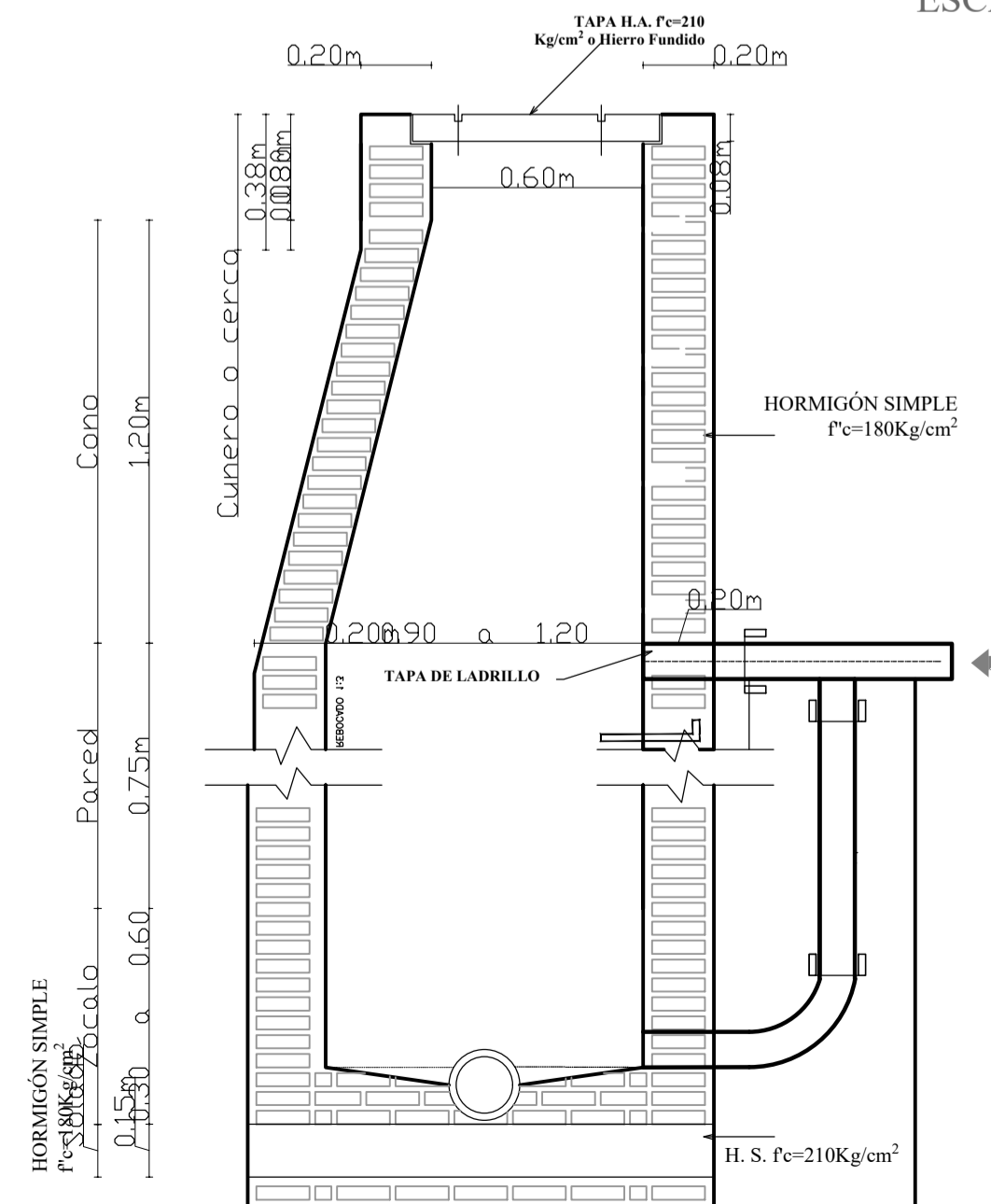
ESCALA-----1:20



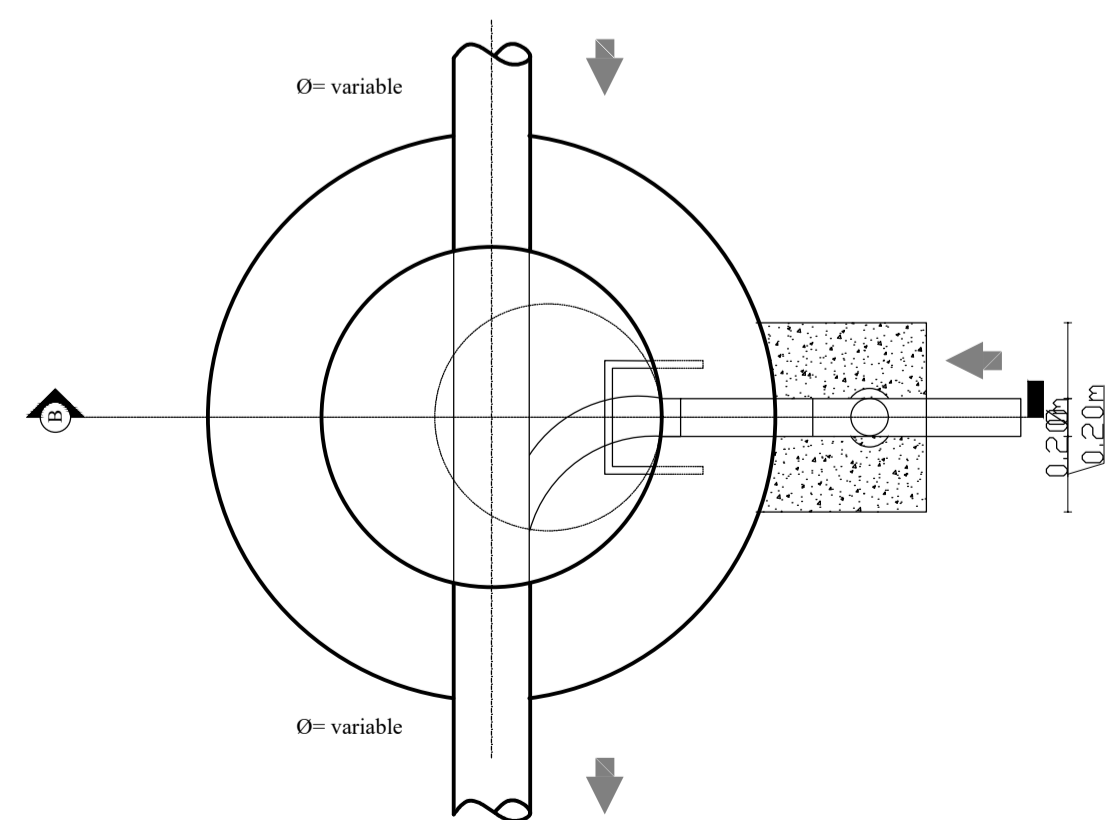
PLANTA POZO DE REVISIÓN

# POZO DE SALTO

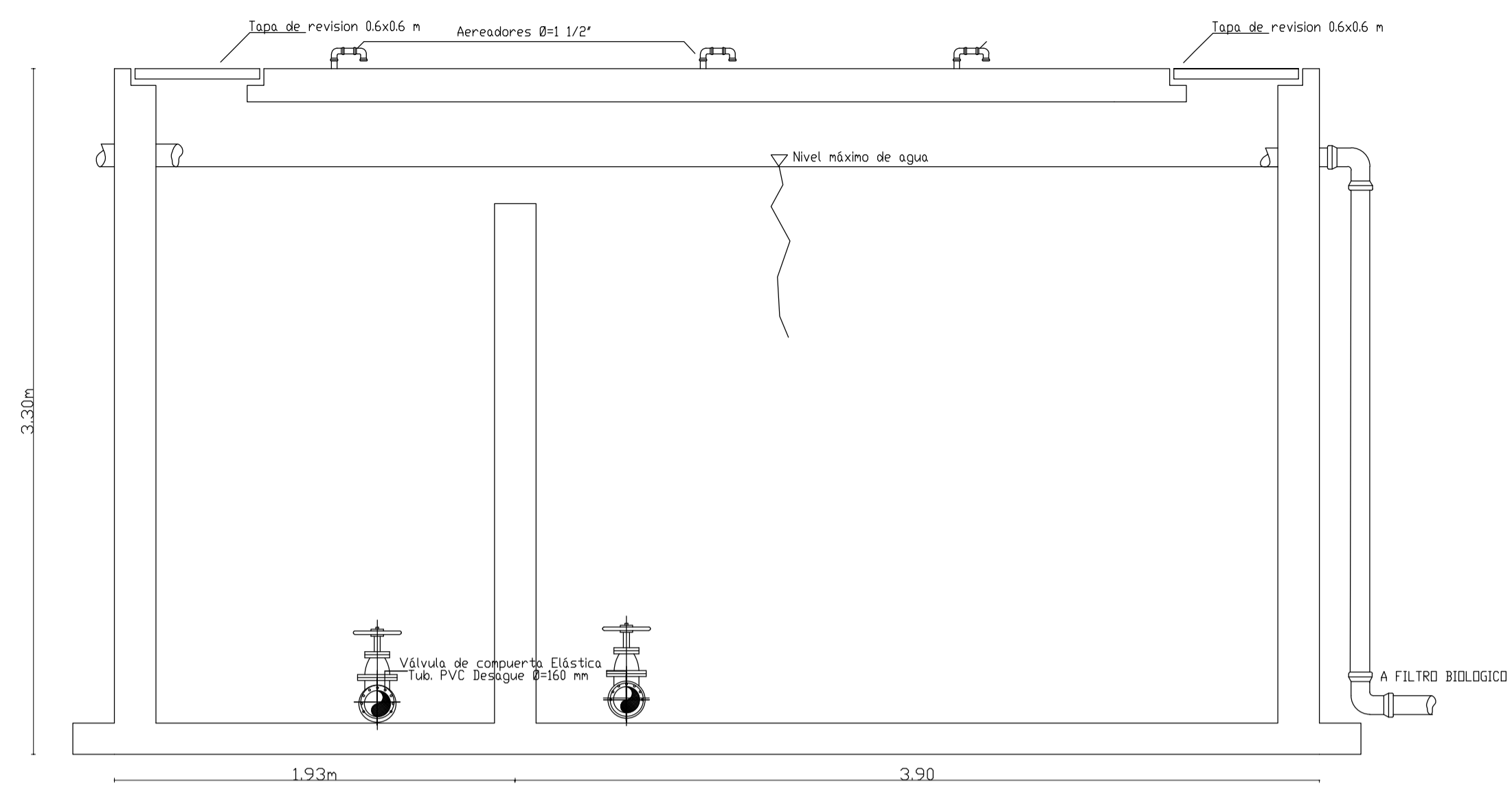
ESCALA-----1:20



POZO DE REVISIÓN CORTE B-B'

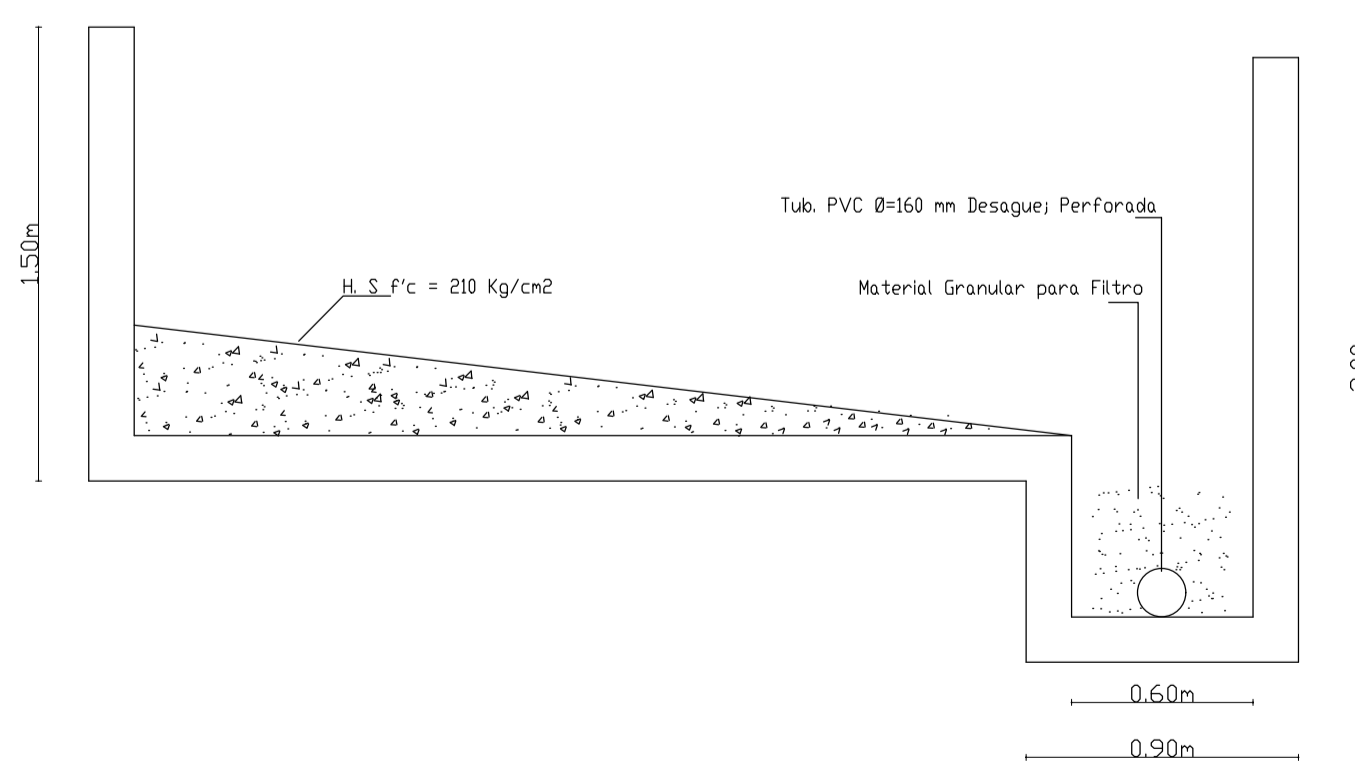
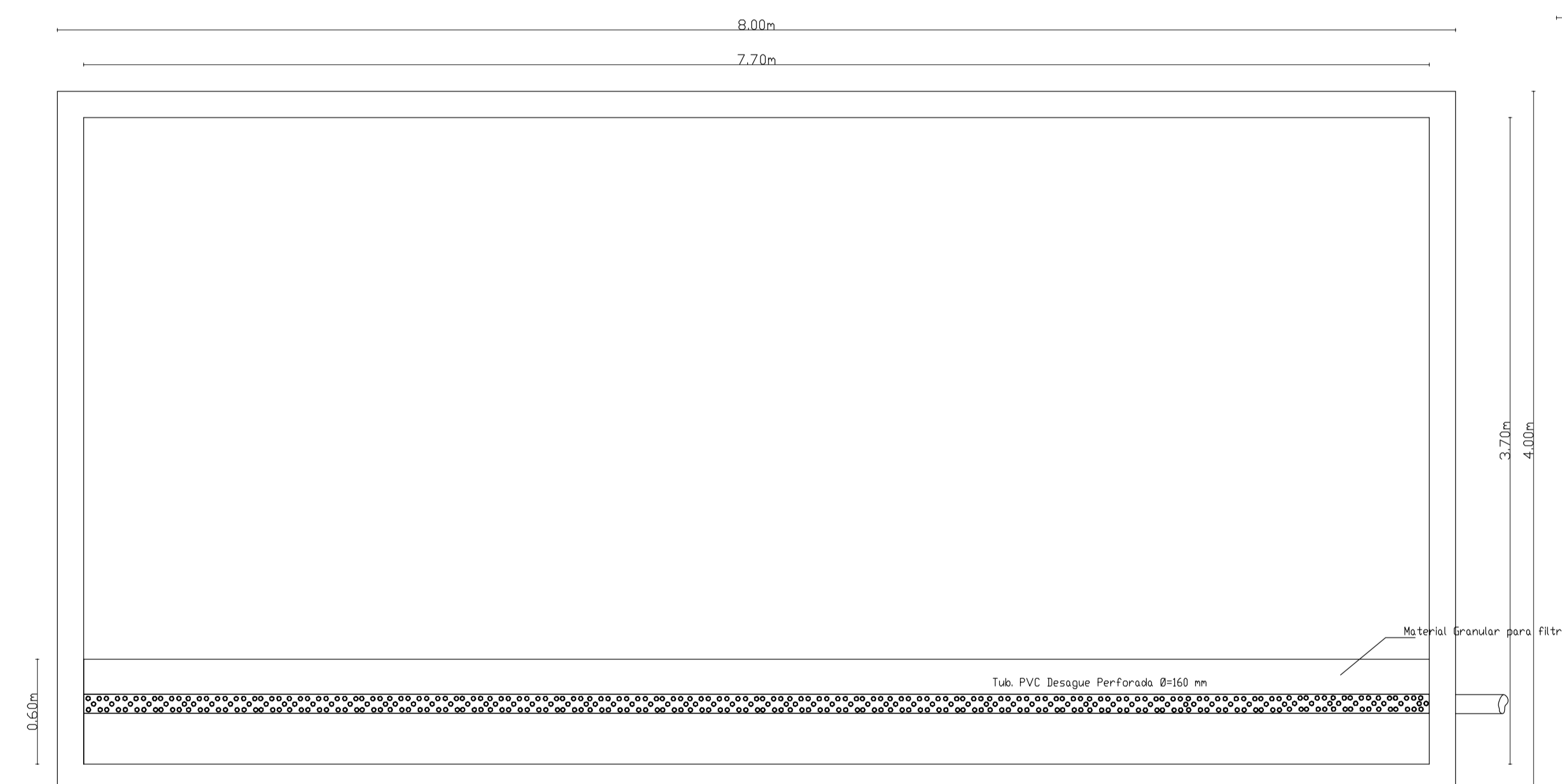


PLANTA POZO DE SALTO



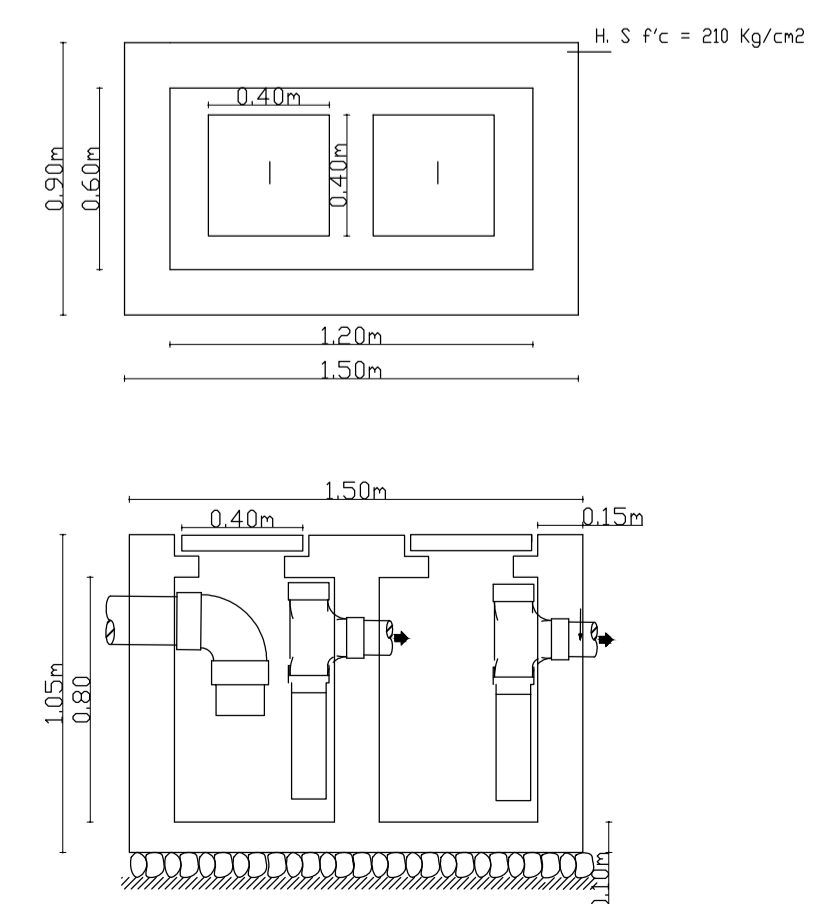
# LECHO DE SECADO DE LODOS

ESCALA-----1:25



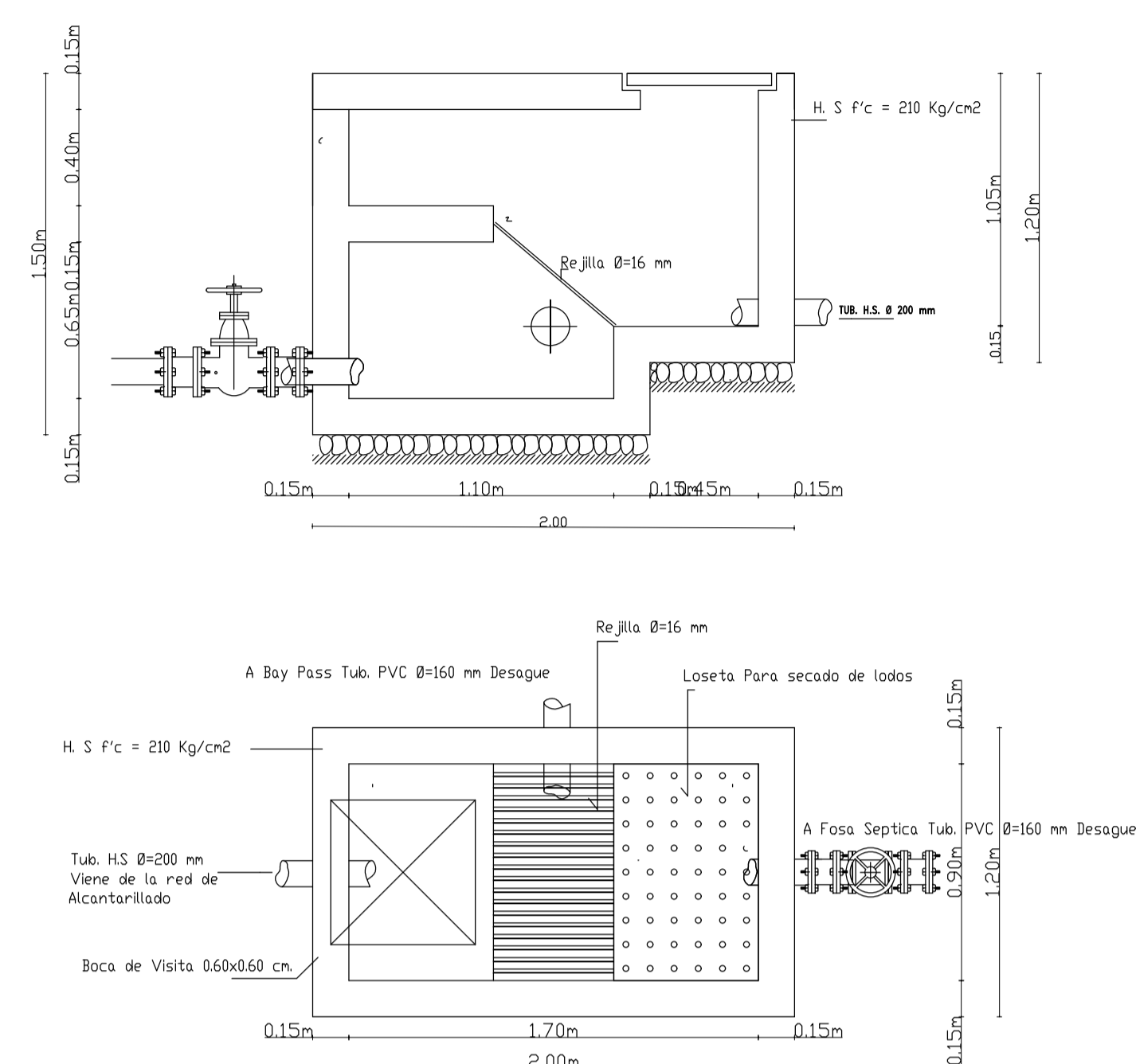
# TRAMPA DE GRASAS

ESCALA-----1:25

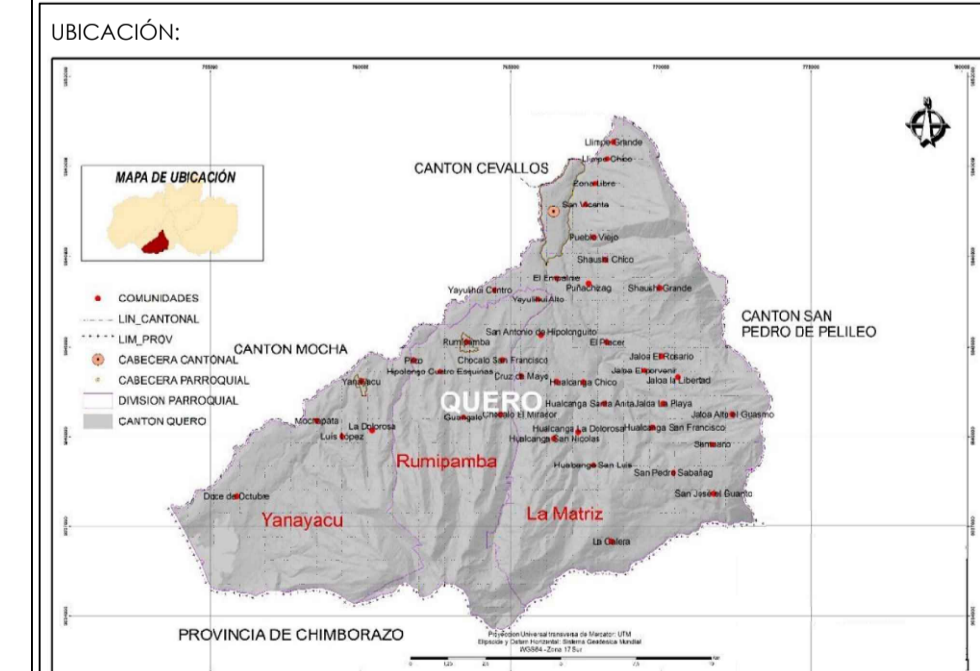


# TANQUE REPARTIDOR

ESCALA-----1:25



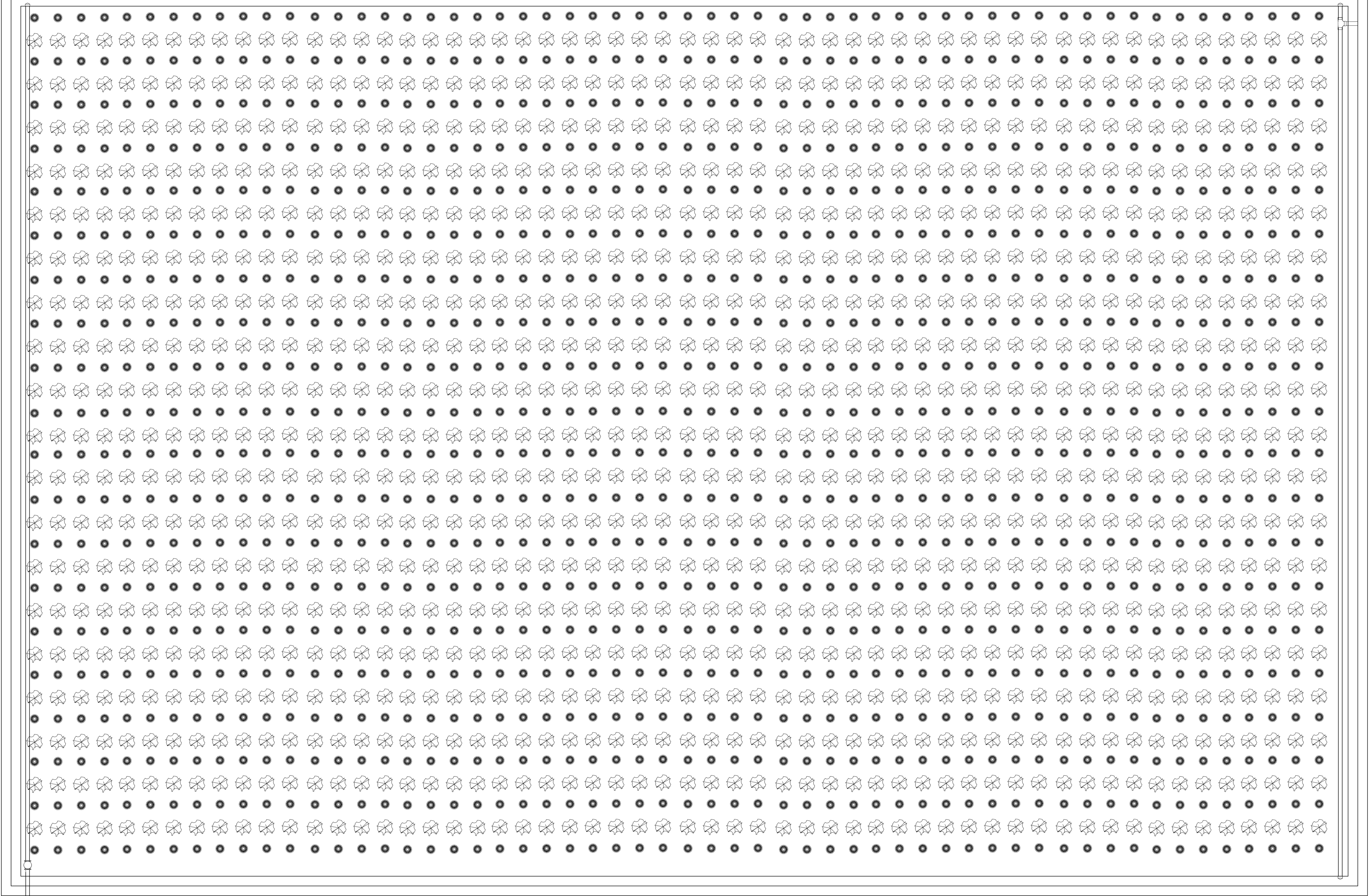
PROYECTO:  
**"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**



REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Gala Nuñez Docente
CONTIENE: DETALLES DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
LÁMINA: T/14	ESCALA: INDICADAS
FECHA: SEPTIEMBRE 2022	



47.00m



# HUMEDAL

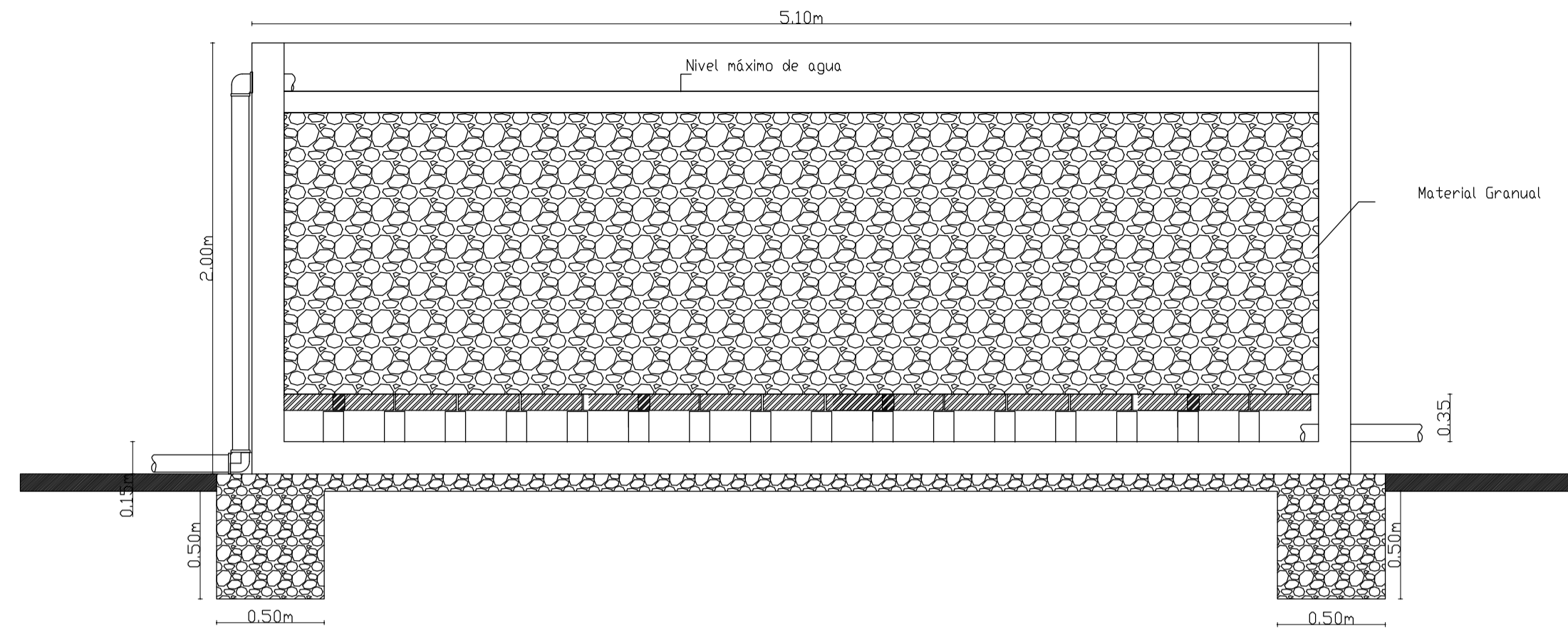
ESCALA-----1:100

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>			
PROYECTO: <b>"DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."</b>		REALIZADO POR: Ego. Toscano Masabanda Hector Alejandro		APROBÓ: Ing Mg. Gala Núñez Docente	
CONTIENE: IMPLANTACIÓN HUMEDAL					
LÁMINA: <b>T 2/4</b>		ESCALA: INDICADAS		FECHA: SEPTIEMBRE 2022	



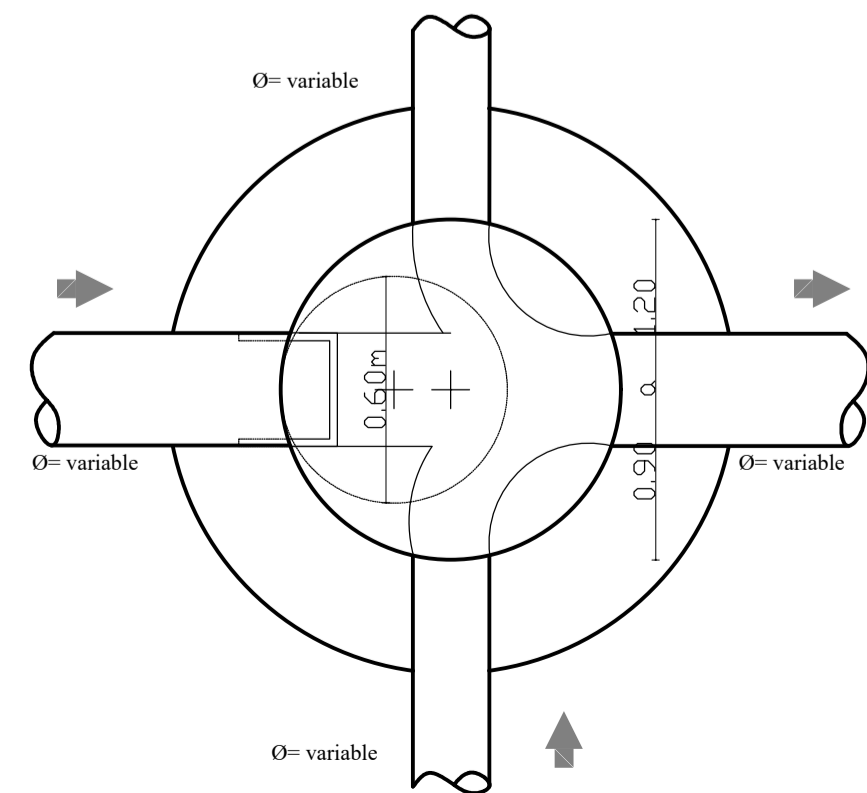
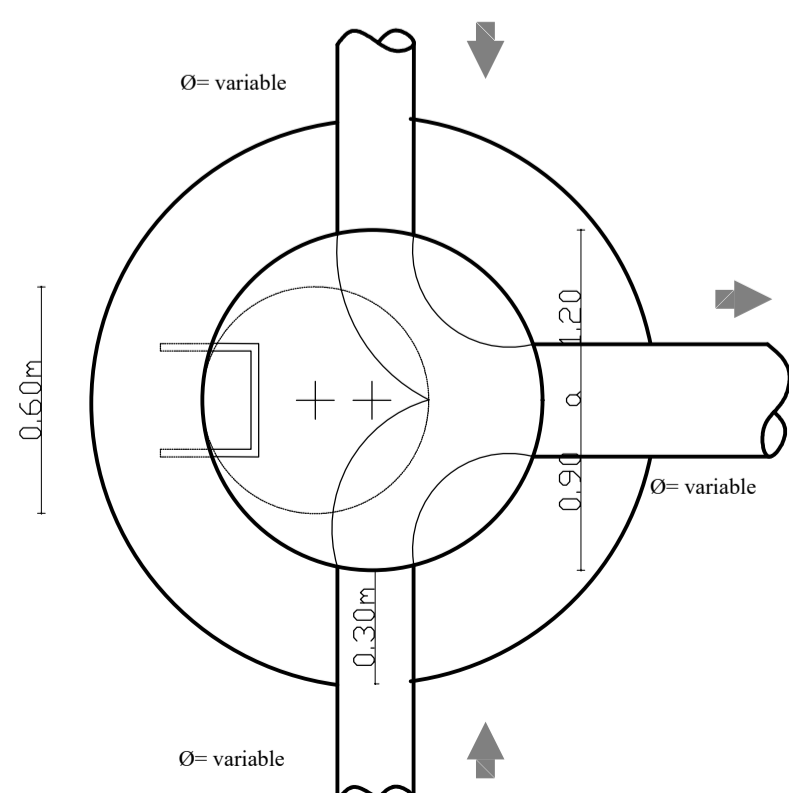
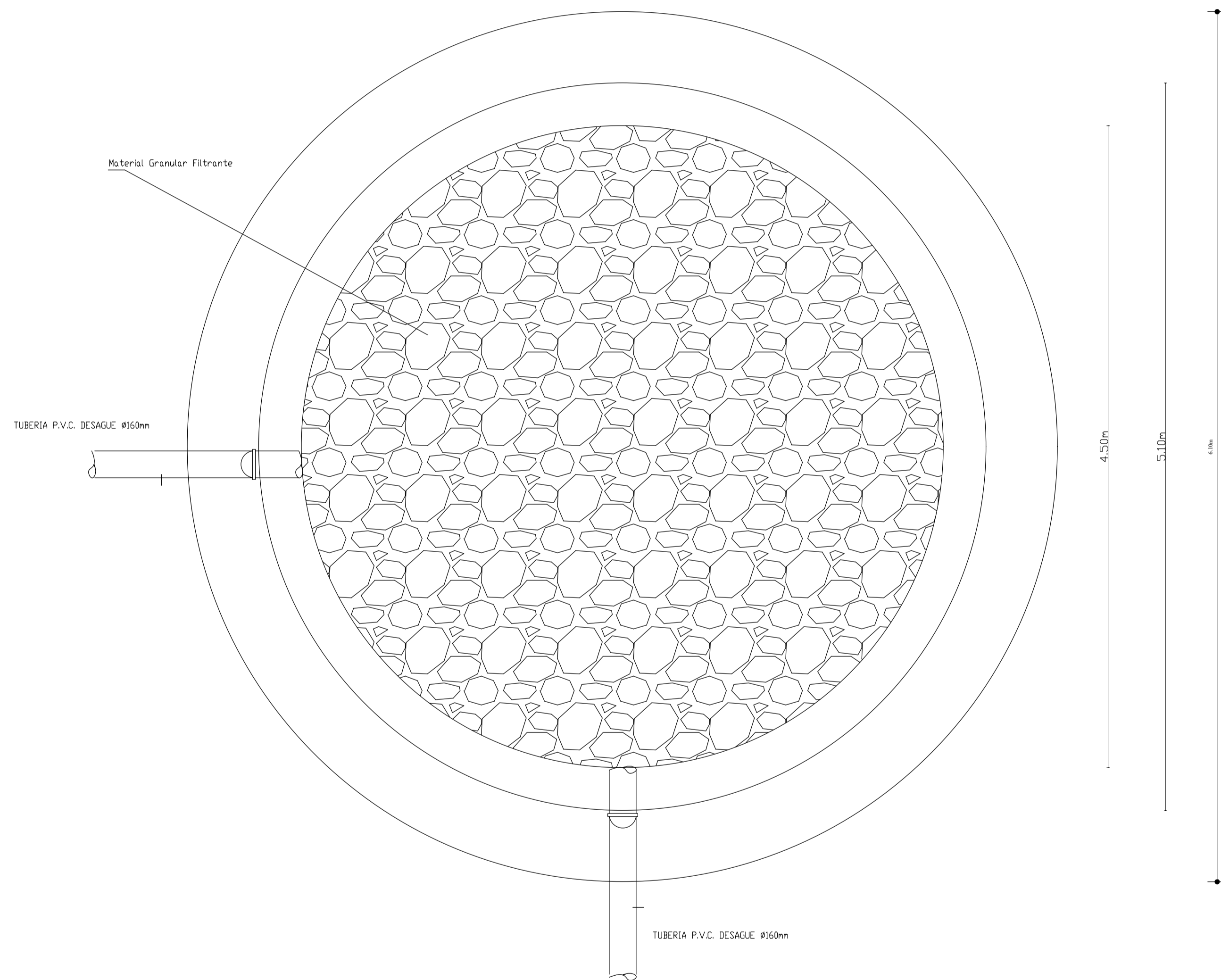
### FILTRO BIOLÓGICO

ESCALA-----1:25



### FILTRO BIOLÓGICO

ESCALA-----1:25

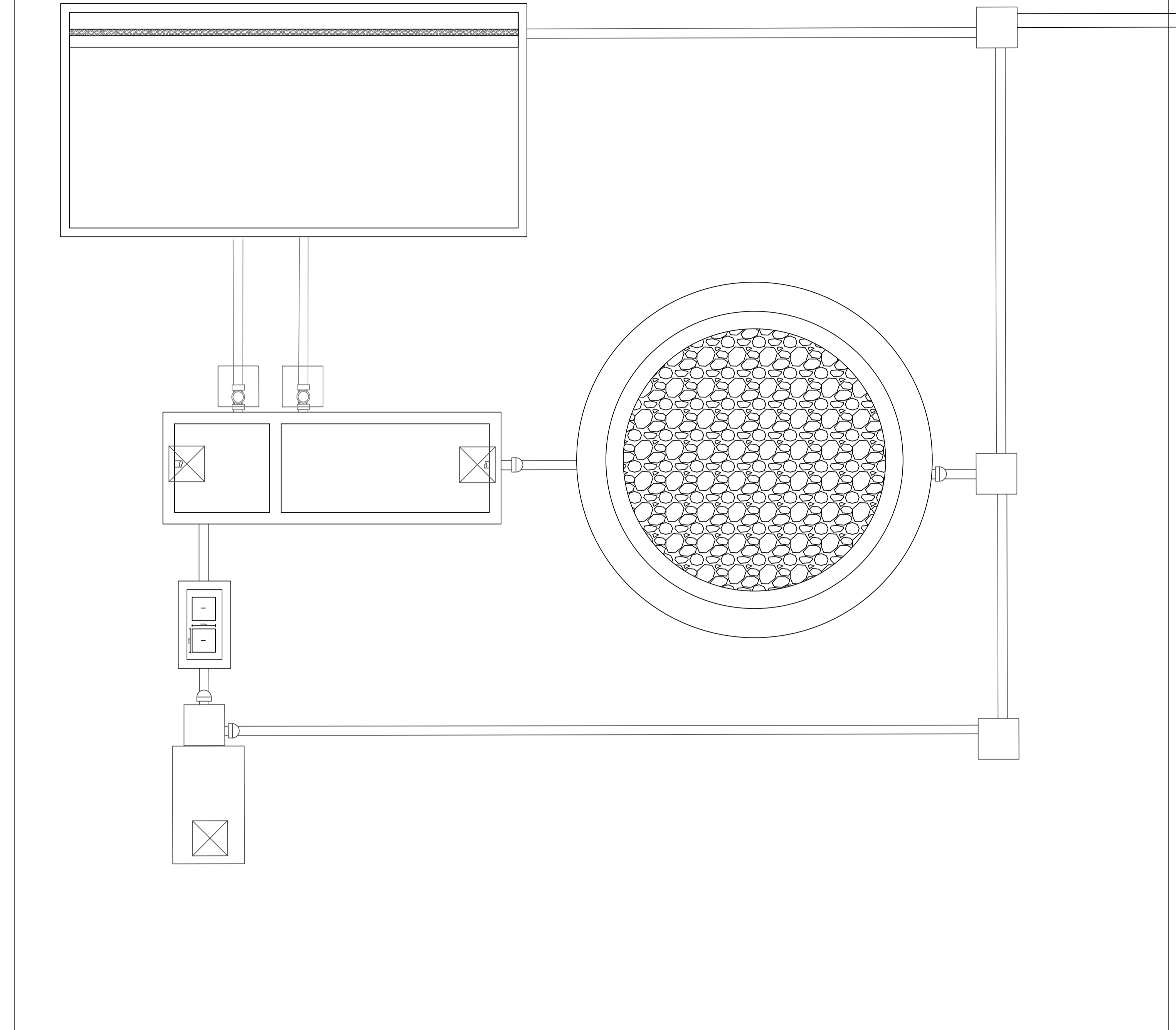


### EMPLAME TRES Y CUATRO RAMALES

ESCALA-----1:20

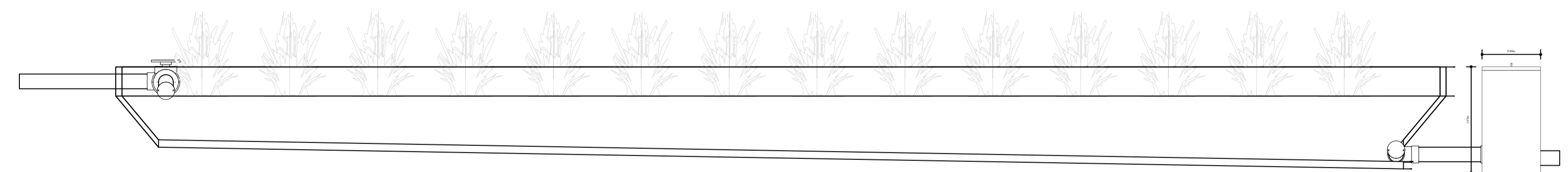
### IMPLANTACIÓN PTAR



ESCALA-----1:20



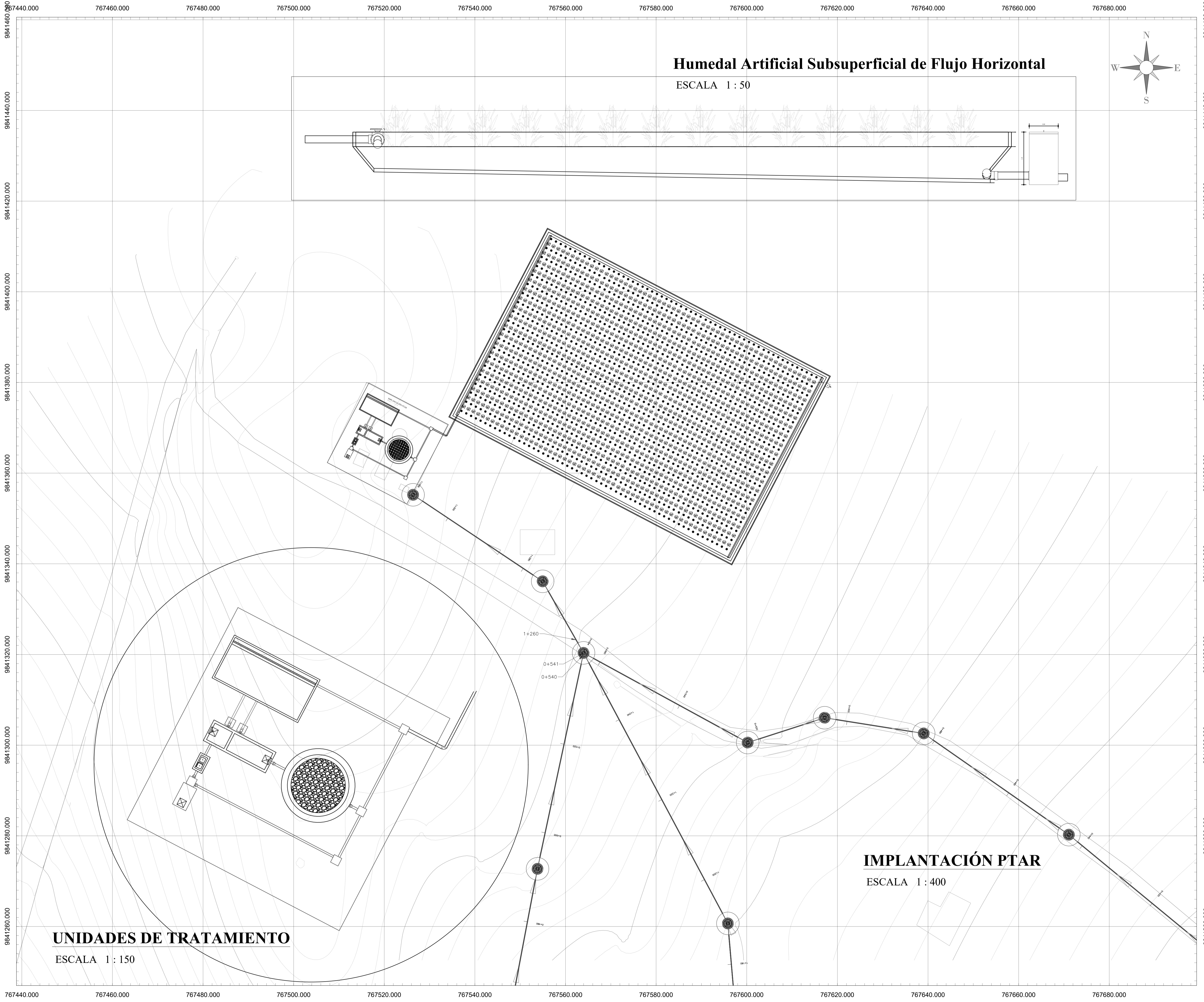
### IMPLANTACIÓN Y HUMEDAL ARTIFICIAL

ESCALA-----1:50



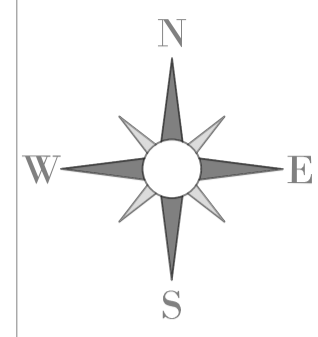
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: <b>“DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”</b>	REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Gala Nuñez Docente
CONTIENE: FILTRO BIOLÓGICO		
LÁMINA: <b>T 3/4</b>	ESCALA: INDICADAS	FECHA: SEPTIEMBRE 2022





**Humedal Artificial Subsuperficial de Flujo Horizontal**

ESCALA 1 : 50



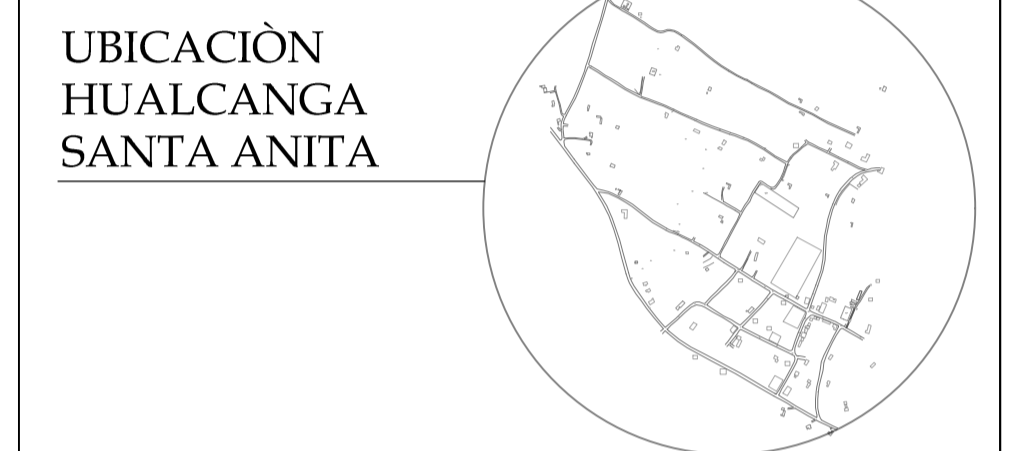
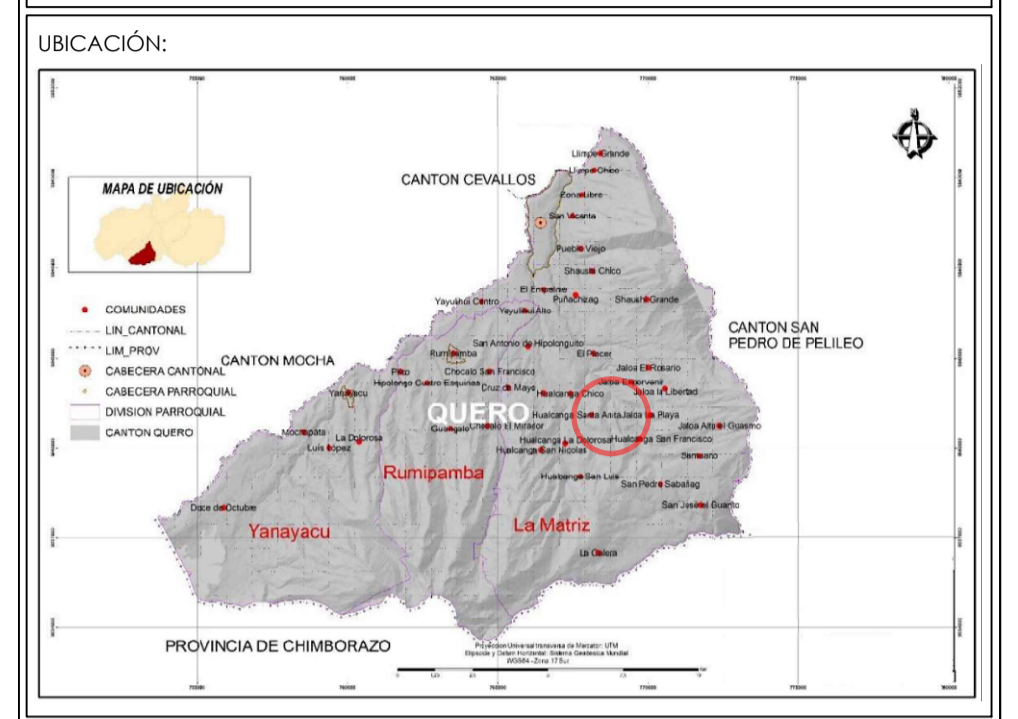
**UNIDADES DE TRATAMIENTO**

ESCALA 1 : 150

**IMPLANTACIÓN PTAR**

ESCALA 1 : 400

PROYECTO:  
**“DISEÑO ACTUALIZADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD HUALCANGA SANTA ANITA, PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**



REALIZADO POR: Egdo. Toscano Masabanda Hector Alejandro	APROBÓ: Ing Mg. Galo Núñez Docente
------------------------------------------------------------	------------------------------------------

CONTIENE:  
IMPLANTACIÓN PTAR

LÁMINA: T 4/4	ESCALA: INDICADAS	FECHA: SEPTIEMBRE 2022
------------------	----------------------	---------------------------