



**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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL,  
PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA  
CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA  
BOLÍVAR”**

---

**AUTOR:** Carlos Antonio Aguirre Calderón.

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Dilón Germán Moya Medina.

**AMBATO – ECUADOR**

**Septiembre - 2021**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR”**, elaborado por el **Sr. Carlos Antonio Aguirre Calderón**, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 020231392-0 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.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2021

---

**Ing. M.Sc. Dilon Germán Moya Medina**

**TUTOR**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo **Carlos Antonio Aguirre Calderón**, con C.I. 020231392-0, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR”** 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, Septiembre 2021



---

**Carlos Antonio Aguirre Calderón.**

**C.I. 0202313920**

**AUTOR**

## © DERECHOS DE 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, Septiembre 2021



---

**Carlos Antonio Aguirre Calderón.**

**C.I. 0202313920**

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante. Carlos Antonio Aguirre Calderón. De la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR”**.

Ambato, Septiembre 2021

Para constancia firman:

---

**Ing. Mg. Lenin Gabriel Silva Tipantasig**  
**Miembro Calificador**

---

**Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narváez**  
**Miembro Calificador**

## **DEDICATORIA**

Esta Tesis está dedicada a Dios por darme la vida, guiarme, ser el apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres Mónica y Naun por su amor, paciencia y por inculcar en mi esfuerzo, trabajo y valentía para convertirme en la persona que soy ahora.

A mis hermanas por estar en cada momento y su apoyo incondicional a lo largo de esta carrera, a todos mis amigos, por ser un pilar fundamental al apoyarme en los momentos más difíciles y por el cariño que me han brindado a lo largo de estos años, siempre los llevare en mi corazón.

Carlos Antonio Aguirre Calderón

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud a Dios quien guía mi camino a mis padres, mi familia por su apoyo incondicional.

Agradezco a los docentes de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la Carrera, especialmente a mi Tutor Msg. Dilón Moya Medina quien me ayudó incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto y de igual manera al Ingeniero Lenin Maldonado por apoyarme con su conocimiento.

También quiero expresar mi gratitud a la EMAPA-G, a la Ingeniera Paola Gaibor Jurado y a los demás Ingenieros y personal de tan noble institución, por toda la ayuda recibida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
© DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT .....	xix
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.1.2. Justificación.....	2
1.1.3. Fundamentación teórica .....	3
1.1.3.1. ALCANTARILLADO SANITARIO .....	3
ASPECTOS GENERALES .....	3
Población de Diseño.....	3
Método aritmético. ....	4
Método geométrico. ....	4
Método exponencial. ....	5
Demanda de Agua Potable .....	5
Período de Diseño .....	7
Identificación de áreas de servicio .....	7
CAUDALES DE DISEÑO .....	7
APORTES .....	8
Domésticos .....	8
Industriales .....	8
Comerciales .....	9
Institucionales .....	9
Caudal medio diario de aguas residuales .....	10

Caudal Infiltración .....	11
Caudal conexiones erradas .....	12
Caudal máximo horario .....	13
Caudal de Diseño .....	15
<b>HIDRAULICA DE LOS CONDUCTOS .....</b>	<b>15</b>
Diámetros y/o Secciones de las Alcantarillas .....	15
Profundidades de la Red de Alcantarillado .....	16
Pozos de Revisión .....	17
Servidumbres de Paso .....	17
Definición del área de estudio .....	18
<b>BASES DE DISEÑO .....</b>	<b>18</b>
Periodo de diseño .....	18
Áreas de Aportación.....	18
Caudal de Diseño (Método Racional) .....	19
Coeficiente de escorrentía Superficial .....	20
<b>INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN .....</b>	<b>22</b>
Precipitación .....	22
Intensidad de Precipitación.....	22
Curvas de Intensidad Duración Frecuencia .....	22
Curvas Tipo INAMHI – Zona del proyecto .....	23
Periodo de Retorno .....	24
Tiempo de Concentración .....	26
Tiempo de Entrada.....	26
Tiempo de Flujo.....	28
<b>CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>28</b>
Áreas Tributarias.....	28
Diámetro y Capacidad.....	28
Velocidad Mínima .....	28
Velocidad Máxima.....	29
Pendiente y localización de Tuberías .....	29
Material y Rugosidad .....	30
Descargas finales .....	31
<b>PARÁMETROS DE AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>31</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) .....	31
Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	32
Potencial Hidrogeno (pH) .....	32
Nitrógeno (N) .....	32
Fosforo (P).....	33
Coliformes fecales y totales.....	33
<b>TIPOS DE AGUA RESIDUAL .....</b>	<b>33</b>

Agua residual doméstica o urbana .....	33
Agua residual industrial .....	33
Agua residual de la agricultura y ganadería .....	34
Agua residual derivada de la lluvia.....	34
TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES .....	34
Pretratamiento.....	34
Tratamiento primario .....	34
Tratamiento secundario .....	34
Tratamiento avanzado .....	35
COMPONENTES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL .....	35
Cribado	35
Desarenador .....	35
Tanque Séptico .....	36
Tanque IMHOFF .....	37
Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).....	37
Lecho de Secado de Lodos .....	37
Desinfección .....	38
1.2.    Objetivos .....	38
1.2.1.    Objetivo general.....	38
1.2.2.    Objetivos específicos .....	38
CAPITULO II.- METODOLOGÍA.....	40
2.    Materiales y Métodos .....	40
2.1.    Materiales.....	40
2.1.1.    Sistema de Posicionamiento Global GPS.....	40
2.1.2.    Estación total .....	40
2.1.3.    Trípode .....	41
2.1.4.    Prisma.....	41
2.1.5.    Jalón .....	42
2.1.6.    Flexómetro.....	42
2.1.7.    Mojones y estacas .....	42
2.1.8.    Smartphone.....	43
2.1.9.    Calculadora.....	43
2.1.10.    Laptop .....	43
2.1.11.    Impresora.....	44

2.1.12.	Software .....	44
2.2.	Metodología y nivel de investigación.....	45
2.2.1.	Fase preliminar del proyecto general.....	45
2.2.1.1.	Inspección del lugar.....	45
2.2.1.2.	Maestreo poblacional.....	46
2.2.1.3.	Características de la zona del proyecto.....	46
2.2.2.	Fase de diseño del alcantarillado .....	46
2.2.2.1.	Periodo de diseño .....	46
2.2.2.2.	Población de diseño .....	47
2.2.2.3.	Tasa de crecimiento poblacional .....	47
Método aritmético. ....	47	
Método geométrico. ....	48	
Método exponencial. ....	48	
2.2.2.4.	Población actual .....	48
2.2.2.5.	Densidad poblacional .....	48
2.2.2.6.	Suministro de agua potable .....	48
2.2.2.7.	Calculo de caudales de agua potable .....	49
2.2.2.8.	Calculo de caudales de diseño alcantarillado sanitario .....	50
2.2.2.9.	Gradiente hidráulica .....	51
2.2.2.10.	Pendientes máximas y mínimas .....	51
2.2.2.11.	Diámetro de la tubería .....	52
2.2.2.12.	Diseño hidráulico de tubería parcialmente llena .....	53
2.2.3.	Fase de diseño de alcantarillado pluvial.....	54
2.2.3.1.	Periodo de diseño .....	54
2.2.3.2.	Levantamiento topográfico .....	54
2.2.3.3.	Área de aportación.....	55
2.2.3.4.	Coefficiente de escorrentía superficial.....	55
2.2.3.5.	Estudios hidrológicos .....	55
2.2.3.6.	Zonificación de intensidades.....	57
2.2.3.7.	Descripción de la red .....	57
2.2.3.8.	Dimensionamiento de secciones .....	57
2.2.4.	Fase de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales .....	58
2.2.4.1.	Cribado .....	58
2.2.4.2.	Desarenador .....	61
2.2.4.3.	Diseño de tratamiento primario / IMHOFF .....	63
2.2.4.4.	Lecho de secado de lodos .....	65
2.2.4.5.	Filtro anaerobio de flujo ascendente / FAFA.....	66
2.2.5.	Fase de propuesta técnica.....	69
2.2.5.1.	Obtención de planos .....	69
2.2.5.2.	Análisis de precios unitarios .....	69

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	70
3.1. ALCANTARILLADO SANITARIO .....	70
3.1.1. Periodo de diseño.....	70
3.1.2. Promedio de personas por hogar .....	70
3.1.3. Resultado de población actual.....	70
3.1.4. Resultado de tasa de crecimiento.....	70
3.1.5. Resultado población futura.....	71
3.1.6. Resultado densidad poblacional .....	72
3.1.7. Resultado Dotación agua potable .....	72
3.1.8. Resultado de caudales de agua potable .....	72
3.1.8.1. Resultado caudal medio de agua potable .....	72
3.1.8.2. Resultado caudal medio sanitario .....	72
3.1.9. Resultados caudales de diseño alcantarillado sanitario .....	73
3.1.9.1. Resultado coeficiente de mayoración .....	73
3.1.9.2. Resultado caudal instantáneo .....	73
3.1.9.3. Resultado caudal de infiltración .....	73
3.1.9.4. Resultado caudal conexiones erradas .....	73
3.1.9.5. Resultado caudal de diseño .....	74
3.1.10. Resultado gradiente hidráulica .....	74
3.1.11. Resultado diámetro de la tubería .....	74
3.1.12. Resultado pendiente máxima y mínima .....	75
3.1.13. Resultado de caudal a tubería completamente llena .....	75
3.1.14. Resultado de velocidad a tubería completamente llena .....	75
3.1.15. Resultado radio hidráulico .....	76
3.1.16. Resultado a tubería parcialmente llena .....	76
3.1.16.1. Resultado ángulos .....	76
3.1.16.2. Resultado área hidráulica .....	76
3.1.16.3. Resultado perímetro mojado.....	76
3.1.16.4. Resultado radio hidráulico.....	77
3.1.16.5. Resultado velocidad .....	77
3.1.16.6. Resultado energía específica .....	77
3.1.16.7. Resultado altura hidráulica .....	77
3.1.16.8. Resultado ancho superficial.....	78

3.1.16.9. Resultado número de Froude.....	78
3.1.16.10. Resultado tensión tractiva .....	78
3.2.    ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	78
3.2.1.    Periodo de diseño.....	78
3.2.2.    Resultado coeficiente de escorrentía superficial .....	79
3.2.3.    Resultado de estudios hidrológicos .....	79
3.2.3.1.    Temperatura ambiental .....	79
3.2.3.2.    Humedad .....	80
3.2.3.3.    Nubosidad .....	81
3.2.4.    Resultado de intensidad .....	81
3.2.5.    Resultado de caudal .....	81
3.2.6.    Resultado de tiempo de concentración .....	82
3.2.7.    Resultado de diámetro de tubería .....	82
3.2.8.    Resultado de pendiente de terreno.....	82
3.2.9.    Resultado de pendiente mínima y máxima .....	82
3.2.10.    Resultado de caudal a tubería completamente llena .....	83
3.2.11.    Resultado velocidad a tubería completamente llena.....	83
3.2.12.    Resultado a tubería parcialmente llena .....	83
3.2.12.1.    Resultado ángulos .....	83
3.2.12.2.    Resultado área hidráulica .....	84
3.2.12.3.    Resultado perímetro mojado.....	84
3.2.12.4.    Resultado radio hidráulico.....	84
3.2.12.5.    Resultado velocidad .....	84
3.3.    DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO.....	84
3.3.1.    Resultado diseño de cribado.....	85
3.3.2.    Resultado diseño canal rectangular .....	87
3.3.3.    Resultado diseño desarenador .....	88
3.3.4.    Resultado diseño tanque IMHOFF .....	89
3.3.5.    Resultado diseño lecho de secad de lodos.....	91
3.3.6.    Resultado diseño Filtro anaerobio de flujo ascendente / FAFa.....	92
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94
4.1.    CONCLUSIONES.....	94

4.2. RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS .....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de hogares que tienen alcantarillado por red pública .....	2
Tabla 2. Dotaciones de Agua .....	5
Tabla 3. Dotaciones recomendadas .....	6
Tabla 4. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.....	6
Tabla 5. Consumo doméstico .....	8
Tabla 6. Contribución Industrial .....	9
Tabla 7. Contribución Comercial .....	9
Tabla 8. Contribución Institucional mínima en zonas residenciales .....	10
Tabla 9. Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas.....	10
Tabla 10. Coeficientes de infiltración en tuberías .....	11
Tabla 11. Caudales de infiltración.....	12
Tabla 12. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial .....	12
Tabla 13. Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial.....	12
Tabla 14. Valores de coeficiente de Pöpel.....	14
Tabla 15. Diámetros recomendados de pozos de revisión.....	17
Tabla 16. Métodos hidrológicos en función a las áreas de la cuenca.....	20
Tabla 17. Valores de coeficiente de escurrimiento .....	21
Tabla 18. Valores de C para diversos tipos de superficies .....	21
Tabla 19. Intensidad duración frecuencia, estación M0030 San Simón.....	23
Tabla 20. Intensidad máxima (mm/h).....	24
Tabla 21. Coeficiente de retardo .....	27
Tabla 22. Constante “a” de velocidad superficial .....	27
Tabla 23. Velocidades máximas admisibles por cada tipo de material de la tubería.....	29
Tabla 24. Profundidad con respecto a la cota de la tubería .....	30
Tabla 25. Valores recomendados de coeficiente de Manning .....	30
Tabla 26. Coeficiente de rugosidad para la fórmula de Manning .....	30
Tabla 27. Metodología utilizada en las fases de análisis .....	45
Tabla 28. Promedio de personas por Hogar, según Cantón.....	46

Tabla 29. Vida útil en función al componente .....	47
Tabla 30. Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990 .....	47
Tabla 31. Dotaciones recomendadas .....	48
Tabla 32. Coeficientes de infiltración en tuberías .....	50
Tabla 33. Coeficiente de rugosidad para la fórmula de Manning .....	52
Tabla 34. Calculo de los ángulos de la tubería.....	53
Tabla 35. Elementos hidráulicos con tubería parcialmente llena.....	53
Tabla 36. Valores de C para diversos tipos de superficies .....	55
Tabla 37. Precipitaciones mensuales estación San Simón.....	56
Tabla 38. Factor de capacidad relativa .....	64
Tabla 39. Tiempo de retención hidráulica del empaque (TRH <sub>emp</sub> ) .....	67
Tabla 40. Población futura por medio de los tres métodos.....	71

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. IDF estación M0030, San Simón .....	24
Ilustración 2. GPS eTrex 20 .....	40
Ilustración 3. Estación Total Trimble M3 .....	41
Ilustración 4. Trípode de Aluminio .....	41
Ilustración 5. Prisma .....	41
Ilustración 6. Bastón aplomador .....	42
Ilustración 7. Flexómetro .....	42
Ilustración 8. Mojoneros y Estacas .....	42
Ilustración 9. Calculadora Casio fx-570ES .....	43
Ilustración 10. Laptop DELL .....	43
Ilustración 11. Histograma de precipitaciones .....	57
Ilustración 12. Elementos de la planta de tratamiento .....	58
Ilustración 13. Temperatura media anual del aire, estación Laguacoto .....	80
Ilustración 14. Humedad relativa anual, estación Laguacoto .....	80
Ilustración 15. Nubosidad media anual, estación Laguacoto .....	81

## RESUMEN

El propósito fundamental es diseñar un proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial que cubra las necesidades de los habitantes de la comunidad Vinchoa Central y una propuesta de planta de tratamiento de aguas residuales que minimiza el impacto al medioambiente y efluente receptor.

La base del proyecto fue realizar el levantamiento topográfico de la zona para posteriormente hacer trabajo de oficina con la ayuda del software Civil 3D, aplicando la normativa nacional se diseñaron las hojas de cálculo para cada uno de los tipos de alcantarillado en donde se consideró varias tuberías en PVC, partiendo con un diámetro nominal de 200 mm para el alcantarillado sanitario con 6546.98 metros de longitud y 250 mm en el caso del alcantarillado pluvial con una longitud de 3479.73 metros, además se optó por otros diámetros comerciales de acuerdo a las necesidades de cada tramo para hacer cumplir pendientes y velocidades que establece la norma, igualmente se realizaron hojas de cálculo para el diseño hidráulico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad Vinchoa Central.

Como producto final se obtuvo planos con la planimetría, ubicación de pozos, áreas de aportación, perfiles y detalles; y un presupuesto referencial de USD 1'976,844 con 11/100 centavos.

**Palabras clave:** Alcantarillado sanitario, Alcantarillado pluvial, Planta de tratamiento, Aguas residuales, PTAR.

## **ABSTRACT**

The main purpose is to design a sanitary and storm sewerage project that meets the needs of the inhabitants of the Vinchoa Central community and a proposal for a wastewater treatment plant that minimizes the impact on the environment and the receiving effluent.

The basis of the project was to perform the topographic survey of the area and then do office work with the help of Civil 3D software, applying the national regulations, the spreadsheets were designed for each of the types of sewerage where several PVC pipes were considered, starting with a nominal diameter of 200 mm for the sanitary sewerage with 6546.98 meters long and 250 mm in the case of the storm sewer with a length of 3479.73 meters, in addition, other commercial diameters were chosen according to the needs of each section to comply with slopes and velocities established by the standard, also spreadsheets were made for the hydraulic design of the wastewater treatment plant of the Vinchoa Central community.

As a final product we obtained plans with the planimetry, location of wells, contribution areas, profiles and details; and a referential budget of USD 1'976,844 with 11/100 cents.

**Key words:** Sanitary sewerage, Storm sewerage, Treatment plant, Wastewater, WWTP.

## **CAPITULO I- MARCO TÉORICO**

### **1.1. Antecedentes investigativos**

#### **1.1.1. Antecedentes**

El cuerpo humano se encuentra compuesto por un 60% de agua por lo que es un recurso indispensable para la vida.

En el mundo alrededor de 1900 millones de personas correspondiente al 27% de toda la población, utiliza instalaciones de saneamiento no conectadas a un sistema de alcantarillado[1].

El agua potable al igual que el alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y demás que establezca la ley, son competencias municipales que deben ser cumplidas en el país de acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador en su artículo. 264[2].

En el Ecuador la contaminación es proveniente de descargas de aguas residuales de la mayoría de las ciudades, actividades de minería, hidrocarburíferas y agricultura[3].

Como principal agente de afectación para la calidad del agua está las descargas de aguas residuales de las ciudades, donde se debe considerar el tratamiento de los vertidos para evitar contaminar el ciclo del agua, considerando que la mala calidad del agua ocasiona problemas en la salud, las aguas residuales son un foco de contaminación a falta de alcantarillado y posterior tratamiento a su uso.

La cobertura de sistemas de saneamiento a nivel nacional abarca un 64.51%, del cual únicamente el 53.07% alcanza la cobertura en zonas rurales, el tratamiento de aguas servidas a nivel rural es casi nulo e inexistente a consecuencia de la falta de capacidad financiera y técnica de las Juntas Administradoras de Agua[4].

Como podemos visualizar en la tabla el porcentaje de hogares con acceso a servicio de alcantarillado a nivel nacional con conexión a una red pública no ha tenido un buen crecimiento porcentual en los últimos años tanto urbano como en el sector rural.

Tabla 1. Porcentajes de hogares que tienen alcantarillado por red pública

<b>Según área de residencia</b>					
<b>Alcantarillado por red pública (% hogares)</b>					
	<b>1995</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2006</b>	<b>2014</b>
<b>País</b>	44.10	41.80	44.40	49.50	60.00
<b>Urbano</b>	63.90	60.90	65.00	67.50	77.10
<b>Rural</b>	11.00	12.70	10.90	14.60	22.30

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC, Encuesta de condiciones de vida, 2014

Los GADs son los responsables de la falta de tratamientos de aguas residuales, estos son los encargados de cumplir las disposiciones establecidas por parte de la Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento que garantiza el derecho humano al agua potable y saneamiento[5].

Un diseño eficiente de alcantarillado mejorará la calidad de vida actual y futura al tener un impacto positivo en sus residentes, y dando un valor agregado a la plusvalía del lugar permitiendo el crecimiento de la ciudad y así la economía del sector.

Los servicios de alcantarillado se encargan principalmente de la recolección de líquidos por medio de tuberías y conductos, por lo general son de tipo sanitario y pluvial, encargados de transportar aguas residuales y de aguas lluvia respectivamente[6].

De hecho, según estadísticas de la UNESCO, el 80% de las aguas residuales regresa al ecosistema sin ningún tipo de tratamiento[3], por lo que es necesario complementar el sistema de alcantarillado con una planta de tratamiento de aguas residuales(PTAR) con tratamientos de tipo primario, secundario y terciario[6].

### **1.1.2. Justificación**

La urbanización descontrolada y el crecimiento poblacional demandan la creación de nuevos sistemas de saneamiento, según la Constitución de la República del Ecuador en su Art. 264 señala que los gobiernos municipales deberán prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y depuración de aguas residuales[2].

Sin una planificación urbana y con un descontrolado crecimiento poblacional las aguas negras son destinadas a sistemas de alcantarillados obsoletos o que ya han cumplido con

su vida útil, pozos sépticos, fuentes acuíferas, ríos o quebradas, ocasionando un problema de salud pública y contaminando el medio ambiente circundante.

En la provincia de Bolívar de acuerdo a datos del Sistema Nacional de Información (SNI) el 87.02% de viviendas del área urbana están conectados a una red pública de alcantarillado y el 13.08% de viviendas del sector rural cuentan con servicio de alcantarillado, en el cantón Guaranda solo el 45.50% de la población posee servicio de alcantarillado[7].

La comunidad de Vinchoa Central correspondiente a la parroquia urbana Veintimilla del cantón Guaranda por su proximidad al centro de la ciudad demanda servicios de alcantarillado tanto sanitario como pluvial y una planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar su calidad de vida y contribuir con el desarrollo de la población.

Respecto al alcantarillado pluvial, la comunidad de Vinchoa central carece de este servicio, siendo evacuadas las aguas lluvias por las calles, y en algunos casos las aguas lluvias domiciliarias son conectadas al sistema de alcantarillado sanitario, lo que ocasiona que colapse el sistema de alcantarillado existente que no abastece con la población actual del sector.

Enmarcándose a los requerimientos del área del proyecto, en los diseños definitivos se plantea un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial que cubra el 100% del área del proyecto.

### **1.1.3. Fundamentación teórica**

#### **1.1.3.1. ALCANTARILLADO SANITARIO**

Es un sistema de tuberías encargadas de conducir aguas residuales producidas por una población, incluyendo el comercio, los servicios y la industria.

## **ASPECTOS GENERALES**

### **Población de Diseño**

Determina la cantidad de habitantes para los cuales se ha de diseñar el proyecto, la población de diseño es una estimación de la población futura que es el valor de diseño con

el que partiremos para la obtención de los caudales sanitarios, he ahí la importancia de su valor.

Tomando en cuenta los siguientes métodos convencionales para su obtención:

- Método aritmético,
- Método geométrico y
- Método exponencial.

Donde la variable de la tasa de crecimiento será la incógnita a despejar y los otros valores de población inicial y final se los obtendrá de los datos demográficos de población del INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo)[8].

**Método aritmético.** - Indica un crecimiento constante para un periodo fijo aplicado a una tasa poblacional de años futuros, aplicando la siguiente ecuación.

$$P_f = P_a (1 + r.n) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

$P_f$  = población final

$P_o$  = población inicial

$r$  = tasa de crecimiento

$n$  = periodo de tiempo considerado (años)

**Método geométrico.** - Indica un crecimiento de la población proporcional al tamaño de esta, como lo indica la siguiente ecuación.

$$P_f = P_o(1 + r)^n \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$P_f$  = población final

$P_o$  = población inicial

$r$  = tasa de crecimiento

$n$  = periodo de tiempo considerado (años)

**Método exponencial.** – Indicia el crecimiento acelerado de población y se presenta una variación en la tasa de crecimiento en relación al tiempo.

$$P_f = P_o \cdot e^{r \cdot n} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

$P_f$  = población final

$P_o$  = población inicial

$r$  = tasa de crecimiento

$e$  = base logaritmo natural

$n$  = periodo de tiempo considerado (años)[9].

### **Demanda de Agua Potable**

Es la cantidad de agua potable consumida diariamente en promedio que requiere satisfacer las condiciones actuales y futuras de una población proyectada, incluyendo consumo doméstico, comercial, industrial y público, se recomienda utilizar los valores de consumo medio diario.

La demanda de agua para una población se determinará en base a las condiciones de la población, considerando las siguientes tablas:

- Consumo diario

Tabla 2. Dotaciones de Agua

<b>Rango de población</b>		<b>Dotación</b>	
<b>(habitantes)</b>		<b>(gl/hab/día)</b>	<b>(lt/hab/día)</b>
0-	5.000	20	75
5.000-	10.000	25	95
10.000-	15.000	30	113
15.000-	20.000	35	132
20.000-	30.000	40	151
30.000-	50.000	45	170
50.000-	100.000 y más	50	198

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua

- Condiciones climáticas

Tabla 3. Dotaciones recomendadas

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (lt/hab/día)	
		Hasta 5.000	Frio
Templado	130-		160
Cálido	170-		200
Hasta 5.000	Frio	180-	200
	Templado	190-	220
	Cálido	200-	230
Más de 5.000	Frio	> 200	
	Templado	> 220	
	Cálido	> 230	

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes

- Niveles de servicio

Tabla 4. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

Nivel de servicio	Clima frio	Clima cálido
	(lt/hab/día)	(lt/hab/día)
1 a	25	30
1 b	50	65
2 a	60	85
2 b	75	100

Fuente: Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

Dónde: el nivel de servicio indica la facilidad y accesibilidad que tienen los usuarios para acceder al servicio de abastecimiento de agua, supresión de excretas o residuos líquidos[5].

Al menos realizar una investigación cualitativa para identificar hábitos de consumo y uso del agua, así mismo una aproximación de costos del agua y la proximidad a fuentes hídricas[10].

### **Período de Diseño**

Es el tiempo para el que está diseñada un sistema de alcantarillado incluyendo sus componentes, satisfaciendo durabilidad, calidad, operación y mantenimiento, el cual debe atender las demandas para el período que fue proyectado, un sistema de alcantarillado sanitario como mínimo debe ser proyectado para un período de 30 años[11], en el caso de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos en el sector rural se diseñara para un período de 20 años[5].

### **Identificación de áreas de servicio**

Es el área útil del proyecto esto podemos encontrar en planos otorgados por el departamento de planificación de los GAD, en el cual se delimita por calles o manzanas urbanizadas el alcance del proyecto, y será el área que contará con servicio de alcantarillado sanitario para el periodo de diseño proyectado, la unidad de medida será la hectárea (ha).

Esta área parte de la topografía del sector y es propia para cada red tanto abierta como cerrada, las cotas y desniveles topográficos proporcional la pendiente del terreno el cual da sentido al flujo[11].

El área de aportación define al área tributaria entre pozos que proveen el caudal sanitario de cada costado de la tubería entre pozos, por tanto, se debe generar un caudal sanitario que sea recolectado por la tubería que se encuentra a lo largo de la vía, de no ser este el caso y que la tubería presente una depresión o una elevación que no se iguale a al nivel de las cajas de revisión de la vivienda, se considerará el criterio de acometida condominial, utilizando una red paralela que conecte a un punto bajo de la red principal[8].

### **CAUDALES DE DISEÑO**

Es la estimación de caudal con que diseñan los equipos, redes y estructuras de un proyecto de alcantarillado específico[11]. El caudal de diseño será el resultado del producto entre el caudal unitario en lt/s/ha por el área que corresponda, adicional el tramo podría recibir

caudales de aporte no domésticos como: público, industria y comercio como una descarga concentrada[12].

Para la determinación del caudal de aguas servidas y para el diseño de los elementos de un sistema de alcantarillado sanitario, se debe considerar los caudales de agua servidas descritos a continuación[13].

## **APORTES**

### **Domésticos**

Es el agua residual depositada en la red de alcantarillado, este valor es un porcentaje del valor de la dotación, debido a que una parte de volumen no contribuye a la red de alcantarillado, como el destinado para consumo humano, regadío de jardines, lavado de autos, entre otros.

Se estima un 70 y 75 por ciento de aportación a las aguas residuales del valor de la dotación de agua potable en lt/hab/día, tomando en consideración que el porcentaje restante se consume antes de llegar al sistema de alcantarillado.

Este aporte varía con el clima, clase socioeconómica, costumbres locales y actividad de los habitantes en la siguiente tabla podemos observar el consumo de agua y su destino en los hogares[14].

Tabla 5. Consumo doméstico

<b>Uso</b>	<b>Consumo diario</b>
	<b>(lt/hab/día)</b>
Bebida, cocina y limpieza	30
Eliminación de excretas	40
Aseo personal	30

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de México

### **Industriales**

El aporte de aguas residuales industriales se debe evaluar para cada circunstancia de acuerdo al consumo y perdidas de cada industria en sus distintas operaciones de

producción[15], en donde es necesario hacer análisis puntuales de aportes de aguas industriales, específicamente en zonas industriales, de mediana y gran industria que se encuentren en una zona residencial o comercial, como lo muestra la siguiente tabla de caudal por hectárea de área bruta industrial[11].

Tabla 6. Contribución Industrial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial
	(lt/s/ha-ind)
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio alto	0.8
alto	1.0-1.5

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

### Comerciales

En zonas comerciales el caudal se debe justificar con un estudio, basado en el consumo diario por persona, densidad poblacional de la zona y retorno de los consumos domésticos. En base a la concentración comercial residencial se puede utilizar la siguiente tabla para zonas comerciales mixtas y residencias[11].

Tabla 7. Contribución Comercial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial
	(lt/s/ha-com)
Cualquiera	0.4 – 0.5

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

### Institucionales

El consumo de agua en las instituciones varía con el tipo, dimensión, y uso de las mismas, de las cuales podemos resaltar a escuelas, colegios, universidades, hospitales, hoteles, centros de privación de la libertad, etc.

Por consiguiente, el caudal de aporte institucional se debe evaluar de forma puntual de acuerdo a las características de cada institución y debe considerarse para el estado inicial y

final de operación del sistema, sin embargo, podemos partir de los valores de la siguiente tabla para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales[11].

Tabla 8. Contribución Institucional mínima en zonas residenciales

Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional
	(lt/s/ha-inst)
Cualquiera	0.4 – 0.5

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

### Caudal medio diario de aguas residuales

Este caudal se calcula al inicio y al final del periodo de diseño, es el resultado de la población aportante, más la dotación de agua potable al principio y final del periodo de diseño, se define como la contribución durante 24 horas, obtenido como promedio anual. Se lo determina con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CR \cdot C \cdot D \cdot A}{86400} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

$Q$  = caudal de aguas residuales domésticas (lt/s)

$CR$  = coeficiente de retorno,

$C$  = consumo de agua potable (lt/hab.día)

$D$  = densidad de población de la zona (hab/ha)

$A$  = área de drenaje de la zona (ha)

El coeficiente de retorno es la fracción de agua potable que va devuelta al alcantarillado por sus usos para riego, lavado de autos, cocina, consumo y otros, este porcentaje fluctúa entre el 65 y 85 por ciento[16].

Se puede utilizar como guía los siguientes valores para coeficiente de retorno:

Tabla 9. Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.70 – 0.80
Medio alto y alto	0.80 – 0.85

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

## Caudal Infiltración

Se denomina así al caudal proveniente del encause ocasional o clandestino de las aguas pluviales, también puede ser originario del subsuelo, el cual ingresa por las siguientes zonas:

- Paredes de las tuberías
- Juntas de las tuberías
- Pozos de revisión, cajas de inspección, cajas de paso
- Tubos de inspección y limpieza y terminales de limpieza.

Se lo determina con la siguiente expresión:

$$Q_{inf} = I \cdot L \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

$Q_{inf}$  = caudal infiltración (lt/s)

$I$  = valor de infiltración (lt/m)

$L$  = longitud de la tubería (m)

El caudal de infiltración tiene un aporte referencial establecido en la siguiente tabla[15].

Tabla 10. Coeficientes de infiltración en tuberías

Nivel freático	Tubería de hormigón		Tubería de plástico	
	Tipo de unión			
	Hormigón	Anillo de goma	Hormigón	Anillo de goma
Bajo	0.0005	0.0002	0.00010	0.00005
Alto	0.0008	0.0002	0.00015	0.00005

Fuente: Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, Bolivia 2007.

El nivel de infiltración también se lo relaciona con la amenaza sísmica del lugar el diseñador debe justificar todos los valores tomando en cuenta las horas de consumo, naturaleza y permeabilidad del suelo, topografía, precipitaciones, variación del nivel freático, estado y tipo de tubería, número de pozos, cantidad de uniones y la calidad de construcción. La contribución de este caudal se lo puede establecer en base a la siguiente tabla.

Tabla 11. Caudales de infiltración

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta	Infiltración media	Infiltración baja
	(lt/s-ha)	(lt/s-ha)	(lt/s-ha)
Bajo y medio	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2
Medio alto y alto	0.15 – 0.4	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

La categoría alta, medio alta, media y baja se encuentra relacionada con la topografía, el tipo de suelo, precipitación y el nivel freático[11].

### Caudal conexiones erradas

Es el aporte de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario que proviene principalmente por malas conexiones de bajantes de los techos y patios, corresponde al 5 y 10 por ciento del caudal máximo horario de aguas residuales domésticas[15].

En caso de existir o no un sistema de evacuación pluvial se deberá considerar los valores de las tablas a continuación[11].

Tabla 12. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte
	(lt/s-ha)
Bajo y medio	0.2 – 2.0
Medio alto y alto	0.1 – 1.0

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

Tabla 13. Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte
	(lt/s-ha)
Bajo y medio	4.0 – 20*
Medio alto y alto	2.0 – 20*

\* Debe disponer de un sistema pluvial o combinado a medio plazo.

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

## Caudal máximo horario

El caudal de aguas servidas considerado para el diseño de las redes de alcantarillado sanitario, corresponde al caudal medio diario de aguas servidas domésticas afectado por un coeficiente de mayoración, tal como se indica en la siguiente expresión.

$$Q_{mh} = M \cdot Q_{mds} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

$Q_{mh}$  = caudal máximo horario (lt/s)

$Q_{mds}$  = caudal medio diario sanitario (lt/s)

$M$  = coeficiente de mayoración

El coeficiente de mayoración o simultaneidad ( $M$ ) representa la relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario. Este coeficiente varía en las diferentes horas de acuerdo a los factores que influye en la variación de los caudales de abastecimiento de agua (clima, patrón de vida, hábitos, etc.), pero es afectado en menor intensidad, en función al porcentaje de agua suministrada que retorna al alcantarillado y al efecto regulador del flujo a lo largo de los conductos de alcantarillado, que tiende a disminuir los caudales máximos y a elevar los mínimos. Este parámetro se determina con la siguiente expresión:

$$M = \frac{2.228}{Q^{0.073325}} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

$M$  = coeficiente de simultaneidad o mayoración.

Condición:  $M = 4$ , cuando  $Q < 4$  (lt/s)

Rango de aplicación:  $1,5 \geq M \leq 4$

$Q$  = caudal medio diario de aguas servidas (lt/s)[17].

El coeficiente de mayoración o simultaneidad también puede ser obtenido mediante las siguientes ecuaciones:

### **Coefficiente de Harmon**

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

$M$  = coeficiente de Harmon adimensional

$P$  = población, en miles de habitantes

$2.0 \leq M \leq 3.8$ , rango recomendado.

### **Coefficiente de Babbit**

$$M = \frac{5}{P^{0.20}} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

$M$  = coeficiente de Babbit

$P$  = población, en miles de habitantes.

### **Coefficiente de Flores**

$$M = \frac{3.5}{P^{0.10}} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

$M$  = coeficiente de Flores

$P$  = población, en número total de habitantes.

### **Coefficiente de Pöpel**

El coeficiente de Pöpel está en función al tamaño de la población como lo demuestra la siguiente tabla[15]:

Tabla 14. Valores de coeficiente de Pöpel

<b>Población en miles</b>	<b>Coefficiente M</b>
Menor a 5	2.40 – 2.00
5 – 10	2.00 – 1.85
10 – 50	1.85 – 1.60
50 – 250	1.60 - 1.33
Mayor a 250	1.33

Fuente: Reglamentos Técnicos de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvia de Bolivia

## Caudal de Diseño

Caudal a utilizarse en el diseño del alcantarillado sanitario resultado de la sumatoria de los caudales de aguas residuales domesticas afectado por sus correspondiente coeficiente de retorno y simultaneidad o mayoración, caudal de infiltración, conexiones erradas y en el caso de existir industrias, también se considera el caudal de aguas residuales industriales de acuerdo a la siguiente ecuación[11].

$$Q_{tr} = Q_{int} + Q_{inf} + Q_e \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

$Q_{tr}$  = caudal en el tramo (lt/s)

$Q_{int}$  = caudal instantáneo (lt/s)

$Q_{inf}$  = caudal de infiltración (lt/s)

$Q_e$  = caudal conexiones erradas (lt/s)

Para cada tramo es necesario calcular su caudal y la sumatoria total de los caudales en los tramos nos dará como resultado el caudal de diseño como lo muestra la siguiente ecuación[8].

$$Q_d = \sum_{i=1}^n Q_{tr} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

$Q_d$  = caudal de diseño (lt/s)

$Q_{tr}$  = caudal en el tramo.

## HIDRAULICA DE LOS CONDUCTOS

### Diámetros y/o Secciones de las Alcantarillas

Los aspectos a considerar en un proyecto son, la forma geométrica y el material del conducto, tomando en cuenta:

- Rugosidad
- Coeficiente de rozamiento
- Caudal y velocidad

- Resistencia a la erosión, corrosión, mecánica e infiltración de raíces
- Facilidad de manejo
- Tipo de unión
- Facilidad de mantenimiento
- Costo

La sección de tipo circular por su geometría, posee varias ventajas: fabricación, instalación, resistencia, facilidad y seguridad de uniones[18].

Las tuberías destinadas para alcantarillado sanitario son fabricadas de distintos materiales como:

- Acero
- Concreto simple (CS) y concreto reforzado (CR)
- Concreto con revestimiento interior (CRRI)
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- Poli cloruro de vinilo (PVC)
- Fibrocemento (FC)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)[19].

Como mínimo el diámetro a utilizarse en un sistema de alcantarillado sanitario será de 200mm tomando en cuenta las especificaciones señaladas por la norma INEN 2059[20].

### **Profundidades de la Red de Alcantarillado**

La red de alcantarillado se diseñará a profundidades que permitan la evacuación de las aguas lluvias de los predios y de los sumideros que se instalarán a cada lado de las calles, desde los niveles más bajos referidos a la rasante de la calzada. En función del tipo de material de la tubería, del tráfico previsto y conforme a lo establecido en las normas de diseño de la SENAGUA, se considera como profundidad mínima sobre la clave del conducto 1.50 metros[6]. En el caso de la norma INEN, si la tubería soporta tránsito vehicular, la profundidad mínima será de 1.20 metros como seguridad, de alto desde la clave del tubo, tomando en cuenta lo señalado por la normativa, de manera que las tuberías

de alcantarillado deberán pasar por debajo de las tuberías de agua potable dejando una separación de 0.30 metros cuando sean paralelas y de 0.20 metros di se cruzan[20].

### **Pozos de Revisión**

Son estructuras que permiten el acceso al interior de un sistema de alcantarillado, se colocaran en los cambios de pendiente y dirección. La distancia máxima entre pozo y pozo será de 100 metros para tuberías con diámetros menores a los 350 milímetros, 150 metros para tuberías de diámetro entre 400 milímetros y 800 milímetros, y una distancia de 200 metros para tuberías de diámetro superior a los 800 milímetros. Dependiendo de la topografía y urbanismo del proyecto se puede colocar pozos de revisión a distancias mayores para todo tipo de tubería, sin exceder la separación que permita equipos de limpieza.

Los pozos de revisión sanitarios se ubicarán de una manera que evite el contenido con el flujo de escorrentía pluvial, para evitar esto se diseñarán tapas especiales herméticas que impidan la escorrentía superficial.

La entrada al pozo desde la parte superior será como mínima de 0.60 metros y aumentará en el interior del pozo con un cambio de diámetro en forma de tronco de cono excéntrico.

Como indica la siguiente tabla, el diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la tubería[6].

Tabla 15. Diámetros recomendados de pozos de revisión

<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Diámetro del pozo (m)</b>
Menor o igual a 550	0.90
Mayor a 550	Diseño especial

Fuente: Código ecuatoriano de la construcción de parte IX obras sanitarias CO 10.07-601

### **Servidumbres de Paso**

Si por razones de topografía una red principal de alcantarillado debe atravesar terrenos que no sea de la vía pública se planteará una vía alterna a través de los terrenos colindantes denominada servidumbres reales.

Como lo define el artículo 488 del COOTAD, los municipios podrán imponer servidumbres de paso en los casos que se requiera ejecutar obras destinadas a prestación de servicios públicos siempre y cuando dicha servidumbre no implique la ocupación gratuita de más de un 10 por ciento de la superficie del terreno afectado[21].

### **1.1.3.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL**

#### **Definición del área de estudio**

Se entiende por área de estudio a la zona destinada para el proyecto en donde se realizará el sistema de alcantarillado pluvial, área por el cual se escurrirá todo el caudal producido por la precipitación, desde el punto hidrográfico se refiera al límite geográfico, es decir el contorno que drena el agua en un punto[22].

## **BASES DE DISEÑO**

#### **Periodo de diseño**

El alcantarillado pluvial al ser un sistema que contiene un conjunto de varias estructuras hidráulicas- sanitarias, como tal con el pasar del tiempo por su uso constante puede presentar problemas de saturación o deterioro del mismo, por lo que sus mediad estructurales deben planificarse para una vida útil mínima de 30 años, con actualizaciones cada 5 años[11].

#### **Áreas de Aportación**

Se define como el espacio geográfico que contribuye significativamente al escurrimiento procedente de las precipitaciones, el cual se delimita desde los puntos topográficos altos, siguiendo continuamente la pendiente del terreno hasta llegar al sitio que permite la recolección, conformado por sumideros o rejillas.

En la determinación del área de drenaje urbano se procede de la misma manera que en la determinación del área aportación para el alcantarillado sanitario, trazando diagonales por las manzanas y planimetrendo las áreas concernientes a cada colector[16].

### **Caudal de Diseño (Método Racional)**

Para la estimación del caudal de diseño debe utilizarse el método racional, el cual permite calcular el caudal pico de aguas pluviales con relación en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escurrimiento.

El caudal de diseño es el caudal que se recolectado de un sitio acorde a la precipitación donde se debe tener en consideración la intensidad, duración y frecuencia, expresado en la siguiente ecuación:

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

$Q$  = caudal pico del escurrimiento de aguas pluviales

$C$  = coeficiente de esorrentía medio superficial, adimensional

$I$  = intensidad media de lluvia (lt/s/ha)

$A$  = área de drenaje (ha)

Igualmente, la ecuación del método racional se la debe utilizar para las siguientes unidades:

$$Q = 2,78 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

$Q$  = caudal pico del escurrimiento de aguas pluviales (lt/s)

$C$  = coeficiente de esorrentía medio superficial, adimensional

$I$  = intensidad media de la lluvia (mm/h)

$A$  = área de drenaje (ha)

$$I = \frac{P}{D} \quad \text{Ec. 15}$$

Donde:

$I$  = intensidad de la precipitación (mm/min)

$P$  = profundidad de a lluvia (mm)

$D$  = duración (h)

El método racional es útil para áreas pequeñas de hasta 50ha, para áreas relativamente grandes se puede estimar los caudales mediante otros modelos y que tengas la capacidad de amortiguamiento dentro la red de alcantarillado pluvial. Para estos casos es necesario justificar con los métodos de cálculo que se muestran en la siguiente tabla[15].

Tabla 16. Métodos hidrológicos en función a las áreas de la cuenca

Área de la cuenca (A)	Método hidrológico
$A < 50$ ha	Método racional
$50 \text{ ha} < A < 500$ ha	Método racional modificado
$A > 500$ ha	Otros métodos; ejemplo: Hidrograma unitario

Fuente: Reglamento técnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, La Paz.

### **Coefficiente de escorrentía Superficial**

Es la relación entre los volúmenes totales de escurrimiento superficial y los de precipitación, depende de la impermeabilidad del suelo, y es un factor que interviene en el cálculo del caudal pluvial.

El coeficiente ( $C$ ) del método racional es una ponderada de los coeficientes de un intervalo de tiempo para cada tipo de superficie[18]. Adicionalmente incorpora variables hidrometeorológicas y características de infiltración del suelo, condiciones de uso, cobertura y ocupación[11].

Según José Ramón Temez, el cálculo del coeficiente de escorrentía se deriva de la siguiente expresión:

$$C = \frac{(P_d - P_o) \cdot (P_d + 23P_o)}{(P_d + 11P_o)^2} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

$C$  = coeficiente de escorrentía

$P_d$  = precipitación máxima diaria (mm)

$P_o$  = precipitación a partir de la cual se inicia la esorrentía de la lluvia (mm)

Para determinar el coeficiente C se considerará los efectos de infiltración, retención, evaporación, etc. Para una recurrencia de 2 y 10 años es recomendable el uso de los siguientes valores para C.

Tabla 17. Valores de coeficiente de escurrimento

<b>Tipo de zona</b>	<b>Valores de C</b>
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0.70 – 0.90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55 – 0.65
Zonas residenciales con baja densidad poblacional	0.35 – 0.55
Parques, campos deportivos	0.10 – 0.20

Fuente: SENAGUA CO 10.07 – 601, Código ecuatoriano de la construcción parte IX obras sanitarias

De ser necesario el cálculo de C compuesto, basado en porcentajes de distintos tipos de terrenos se utilizará los valores del tabal siguiente.

Tabla 18. Valores de C para diversos tipos de superficies

<b>Tipo de superficie</b>	<b>Valor de C</b>
Cubierta metálica teja vidriada	0.95
Cubierta de teja ordinaria o impermeabilizada	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 - 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 - 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 - 0.80
Empedrados (juntas ordinarias)	0.40 - 0.50
Pavimentos de macadam	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

Fuente: SENAGUA CO 10.07 – 601, Código ecuatoriano de la construcción parte IX obras sanitarias

En ocasiones cuando las áreas de drenaje incluyen subáreas con distinto coeficiente de escurrimento, debe calcularse como el promedio ponderado con sus respectivas áreas como lo expresa la siguiente ecuación[15].

$$C = \frac{(\sum C_i \cdot A_i)}{\sum A} \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

$C$  = coeficiente de escorrentía, superficial, adimensional

$C_i$  = coeficiente de escorrentía superficial de cada sector, adimensional

$A_i$  = área de cada sector (ha)

$A$  = área total de la cuenca de drenaje, (ha)

## **INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN**

### **Precipitación**

La precipitación define a el agua sobre un terreno de forma líquida, vapor o sólida como nieve o granizo, contenida en las nubes como gotas de agua con un diámetro de 0.02mm, que se mantienen en el aire mientras su tamaño no aumente. Desde el punto de vista de la hidrología, la precipitación es la principal fuente de agua sobre la superficie de la tierra, su medición es la partida para estudios de uso y control del agua[23].

### **Intensidad de Precipitación**

Es la cantidad de agua pluvial que cae sobre una superficie durante un tiempo determinado, normalmente medido en mm/h, es uno los parámetros a utilizarse en el cálculo del caudal de diseño de aguas pluviales, corresponde a una intensidad media obtenida de las curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia), para un periodo de retorno entre los 2 y 10 años y una duración equivalente al tiempo de concentración del escurrimiento[6], [15].

### **Curvas de Intensidad Duración Frecuencia**

Las curvas de intensidad, duración y frecuencia o curvas IDF representan, para un período de recurrencia dado,  $T$ , la intensidad media máxima  $I$ , en función del intervalo de

referencia,  $\Delta t$ , donde el período de recurrencia o retorno para una intensidad en un intervalo  $\Delta t$ , es el número medio de años que transcurren entre la presentación siguiente de dos intensidades iguales o mayores que la intensidad en ese mismo intervalo, en otras palabras, son las curvas que proporcionan la intensidad máxima de lluvia para una frecuencia y duración determinada[6].

### Curvas Tipo INAMHI – Zona del proyecto

Como ecuación general para la obtención de las curvas de intensidad duración y frecuencia (IDF) el INAMHI propone la siguiente ecuación tipo.

$$I = \frac{K \cdot T^n}{t^n} \quad \text{Ec. 18}$$

Donde:

$I$  = intensidad (mm/h)

$T$  = periodo de retorno (años)

$t$  = tiempo (h)

$K, m, n$  = constantes de ajuste propias de casa estación.

Determinada la ecuación se le aplica logaritmos a cada valor de intensidad, y se grafica los valores, obteniendo las curvas IDF[24].

Tabla 19. Intensidad duración frecuencia, estación M0030 San Simón

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE				
M0030	SAN SIMÓN	5<30	$i = 174.8695 * T^{0.1457} * t^{-0.459}$	0.9851	0.9704
		30<120	$i = 589.2026 * T^{0.1703} * t^{-0.8441}$	0.9978	0.9957
		120<1440	$i = 695.4409 * T^{0.1622} * t^{-0.885}$	0.9981	0.9963

Fuente: INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

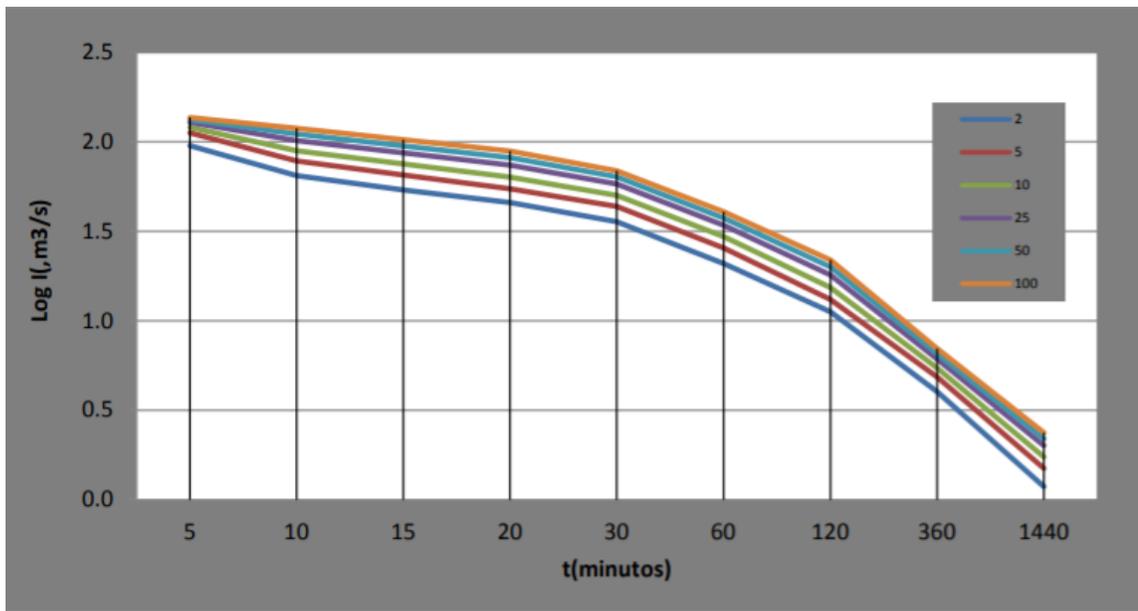


Ilustración 1. IDF estación M0030, San Simón

Fuente: INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

Tabla 20. Intensidad máxima (mm/h)

T (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	92.4	105.6	116.8	133.5	147.7	163.4
10	67.2	76.8	85.0	97.1	107.5	118.9
15	55.8	63.8	70.6	80.6	89.2	98.7
20	48.9	55.9	61.8	70.7	78.2	86.5
30	37.6	43.9	49.4	57.7	65.0	73.1
60	20.9	24.5	27.5	32.2	36.2	40.7
120	11.2	13.0	14.6	16.9	19.0	21.2
360	4.3	4.9	5.5	6.4	7.2	8.0
1440	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.4

Fuente: INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

### Periodo de Retorno

El periodo de retorno es el tiempo promedio dentro del que se espera que ocurra un evento de precipitación que sea igualado o superado una vez cada T años. La determinación del periodo de retorno está en función a las características propias de la zona del proyecto, la frecuencia es un valor crucial a considerar, ya que determina la capacidad de una red de

alcantarillado, al momento de determinar la intensidad máxima se recomienda utilizar los siguientes valores de frecuencia.

- **Frecuencia de 1 – 2 años.** Para redes de área urbana y suburbana.
- **Frecuencia de 2 – 5 años.** Para redes de área urbana residencial y comercial.
- **Frecuencia de 10 años.** Para colectores de segundo orden como canalización de riachuelos.
- **Frecuencia de 20 – 50 años.** Para el diseño de obras especiales como emisarios, canalizaciones de primer orden.
- **Frecuencia de 100 años.** Para ríos principales que constituyen el sistema de drenaje de la cuenca[8].

El periodo de retorno se calcula como la inversa de excedencia anual y manifiesta un intervalo promedio de tiempo en sentido probabilístico, igualado o excedido, por lo que la probabilidad  $p$ , que en un año cualquiera el periodo de retorno  $Tr$  sea superado será expresado de la siguiente manera.

$$p = \frac{1}{Tr} \quad \text{Ec. 19}$$

De la que despejando  $Tr$  tendremos la siguiente ecuación

$$Tr = \frac{1}{p (\%)} \cdot 100\% \quad \text{Ec. 20}$$

Donde:

$Tr$  = tiempo de retorno (años)

$p$  = probabilidad de ocurrencia (%)

Al tener un periodo de retorno grande se debería aumentar el diámetro de la tubería, mientras que un periodo de retorno pequeño nos da secciones mínimas, bajando el costo al momento de la construcción del proyecto[11].

## Tiempo de Concentración

Está constituido por el tiempo de entrada y de recorrido o flujo en el colector, expresado en la siguiente ecuación.

$$T_c = T_e + T_t \quad \text{Ec. 21}$$

Donde:

$T_c$  = tiempo de concentración (min)

$T_e$  = tiempo de entrada (min)

$T_t$  = tiempo de retorno del fuljo (min)

El tiempo de recorrido es el tiempo de transito del agua dentro del colector, y el tiempo de entrada corresponde al tiempo que requiere el escurrimiento en llegar al sumidero[15].

## Tiempo de Entrada

El tiempo de entrada  $T_i$  es el lapso de tiempo que tarda la lluvia en recorrer una cuenca desde el punto más alejado hasta el punto de desagüe, el tiempo recomendado en zonas urbanas es de 10 a 30 minutos, es calculable por medio de los siguientes métodos.

- Ecuación de la FAA de los Estados Unidos

$$T_e = \frac{0,707 \cdot (1,1 - C) \cdot L^{0.5}}{S^{1/3}} \quad \text{Ec. 22}$$

Donde:

$C$  = coeficiente de escurrimiento, adimensional

$L$  = longitud máxima del flujo de escurrimiento superficial (m)

$S$  = pendiente promedio entre el punto más alejado y el colector (m/m)

- Formula de Kerby

$$T_e = 1,44 \cdot \left( \frac{L \cdot m}{S^{1/2}} \right)^{0.467} \quad \text{Ec. 23}$$

Donde:

$L$  = longitud máxima del flujo de escurrimiento superficial (m)

$S$  = pendiente promedio entre el punto más alejado y el colector (m/m)

$m$  = coeficiente de retardo, adimensional

Los valores de  $m$  se estimarán en base al tipo de superficie de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 21. Coeficiente de retardo

Tipo de superficie	m
Impermeable	0.02
Suelo sin cobertura, compacto liso	0.10
Superficie sin cobertura modernamente rugosa	0.20
Pastos ralos	0.30
Terrenos arborizados	0.70
Pastos densos	0.80

Fuente: Reglamento técnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, La Paz.

- Propuesta de SCS Soil Conservation Service

$$T_e = \frac{L}{(60 \cdot V_e)} \quad \text{Ec. 24}$$

Donde:

$L$  = longitud máxima del flujo de escurrimiento superficial (m)

$V_e$  = velocidad media de escurriendo superficial (m/s)

$$V_e = a \cdot \sqrt{S} \quad \text{Ec. 25}$$

Donde:

$a$  = constante, adimensional

$S$  = pendiente promedio entre el punto más alejado y el colector (m/m)

El valor  $a$  depende de la superficie de acuerdo a la siguiente tabla[15].

Tabla 22. Constante “a” de velocidad superficial

Tipo de superficie	a
Bosque denso – poblado de árboles y arbustos	0.70
Pastos y patios	2.00
Áreas cultivadas en surcos	2.70
Suelos desnudos	3.15
Áreas pavimentadas y tramos iniciales de quebradas	6.50

Fuente: Reglamento técnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, La Paz.

### **Tiempo de Flujo**

El tiempo de flujo  $T_f$  es el tiempo de recorrido en un colector, se lo calcula en función de la longitud de recorrido en la tubería y su sección hidráulica.

$$T_f = \frac{L_c}{(60 \cdot V_m)} \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

$L_c$  = longitud del colector (m)

$V_m$  = velocidad media del flujo en el colector (m/s)[11].

## **CRITERIOS DE DISEÑO**

### **Áreas Tributarias**

El diseño de la red de alcantarillaos pluvial debe seguir la pendiente de las calles del sector, la extensión y el tipo de área tributaria serán determinadas para cada tramo a diseñar, y se deben determinar por medición en planos coincidiendo con el drenaje natural[15].

La limitación de las áreas tributarias está definida en función de los colectores y si unidad de medida es la hectárea, en zonas con mínimas pendientes se debe diseñar por pequeños tramos, para distribuir el flujo pluvial y evitar estancamientos o inundaciones[8].

### **Diámetro y Capacidad**

El diámetro mínimo para una red de alcantarillado pluvial según la NORMA CO 10.07-601 de la SENAGUA, es de 250 milímetros, y para conexiones domiciliarias el diámetro mínimo a utilizar será de 150 milímetros con pendiente del 1 por ciento[6].

### **Velocidad Mínima**

la velocidad mínima bajo condiciones de caudal máximo instantáneo del líquido para evitar la acumulación de gas sulfhídrico y otros gases tóxicos, debe estar dentro del rango, no menor a 0.45m/s y no mayor a los 0.6m/s[20].

## Velocidad Máxima

La velocidad máxima permisible está en función al tipo de material de la tubería, y los efectos erosivos de arenas u otros sedientos acarreados por el flujo, como se observa en la tabla siguiente

Tabla 23. Velocidades máximas admisibles por cada tipo de material de la tubería

Material de la tubería	Velocidad máxima
	(m/s)
Tubería de hormigón simple hasta 600mm de diámetro	4.50
Tubería de hormigón armado de hasta 600mm de diámetro o mayores	6.0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup>	6.0 – 6.5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm <sup>2</sup> , grandes conducciones	7.0 – 7.5
PEAD, PVC, PRFV	7.5
ACERO (a ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos)	9.0 o mayor
Hierro dúctil o fundido (a ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos)	9.0 o mayor

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

La velocidad se repite una frecuencia de Tr en años, por su relación con el caudal de diseño y la frecuencia Tr[11].

## Pendiente y localización de Tuberías

La pendiente debe ser la más semejante al terreno y mínima es el 1% y de 0.5% en tuberías con diámetro de 400mm, garantizando que el recorrido libre del flujo sin que se ocasioné obstrucciones por sedientos que reduzcan la capacidad de conducción, la pendiente máxima dependerá de la velocidad máxima permisible del fluido, y cuando dicha velocidad no disponga la conducción pluvial se colocara estructuras para aliviar la velocidad y reducir la energía, la tubería del sistema de alcantarillado pluvial irá en el centro de la calzada con una profundidad como lo indica la siguiente tabla, para profundidades menores a las indicadas se deberá justificar el tipo de cimentación que garantice el relleno[11].

Tabla 24. Profundidad con respecto a la cota de la tubería

<b>Zona</b>	<b>Profundidad</b>
	<b>(m)</b>
Peatonal o verde	1.50
Vehicular	1.50

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

### Material y Rugosidad

En las siguientes tablas podemos observar los distintos valores de “n” recomendados por parte de la ACPA, y las normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disipación de aguas residuales para poblaciones a 1000 habitantes.

Tabla 25. Valores recomendados de coeficiente de Manning

<b>Tuberías</b>	<b>“n” laboratorio</b>	<b>“n” recomendado</b>	
Hormigón	0.009 – 0.011	Red alcantarillado	0.011 – 0.012
		Red a. residual	0.012 – 0.013
HDPE	0.009 – 0.015	Red alcantarillado	0.012 – 0.020
PVC	0.009 – 0.011	Red alcantarillado	0.011 – 0.013
		Red a. residual	
Corrugada	0.012 – 0.030		0.021 – 0.029

Fuente: Calculo hidráulico en sistemas de saneamiento, Coeficiente de rugosidad

Tabla 26. Coeficiente de rugosidad para la fórmula de Manning

<b>Características de la superficie</b>	<b>Valores de “n” de Manning</b>
Tubería de hormigón	0.013
Tubería de hierro fundido	0.012
Tubería de PVC	0.011
Tuberías de asbesto-cemento, o tuberías recubiertas con mortero de cemento	0.011
Tuberías de acero	0.011

Fuente: SENAGUA CO 10.07 – 601, Código ecuatoriano de la construcción parte IX obras sanitarias

## **Descargas finales**

La descarga final de un alcantarillado pluvial se lo realiza por medio de estructuras de conducción a cielo abierto, una red de tuberías o tucenes colectores, en zonas rurales es indispensable recurrir a la topografía del lugar y conduciendo el caudal hacia quebradas o causes existentes[8].

### **1.1.3.3. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL**

#### **CARACTERÍSTICAS DE AGUA RESIDUAL**

Las aguas residuales presentan características muy variadas, tanto cualitativa, como cuantitativamente, en la que influyen muchos factores tales como: dotación de agua por habitante, hábitos de higiene y alimentación, época del año, etc.

Las aguas residuales son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión, cuando frescas su color es gris con un olor a moho, no desagradable, flotan en ellas cantidades variables de materia, sustancias fecales, trozos de alimentos, basuras y otros residuos de la actividad cotidiana de los habitantes de una comunidad. Con el transcurso del tiempo el color cambia gradualmente del gris al negro, desarrollando un olor ofensivo y desagradable, los sólidos negros aparecen flotando en la superficie.

En general, el líquido residual contiene un 99.9% de agua; la materia sólida está constituida por los desechos sólidos que provienen de las viviendas a las que sirve el sistema, esto es, fibras de papel, jabón, aceites y grasas; residuos de alimentos de variada procedencia y composición, heces, orina, material mineral insoluble como: limos, arcilla, entre otros.

#### **PARÁMETROS DE AGUAS RESIDUALES**

##### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

El DBO5 o Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días, es la cantidad de oxígeno que requieren los organismos aerobios para descomponer la materia orgánica de una muestra de agua a una temperatura de incubación de 20°C en un periodo de 5 días[25].

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

El DQO o Demanda Química de Oxígeno, es un parámetro universal capaz de medir el grado de contaminación que no puede ser oxidado por medios biológicos de una muestra de agua, a mayor DQO, mayor es la contaminación inorgánica de la muestra.

Si la relación entre el DBO y DQO es mayor o igual a 0.50, se trata de un agua que puede ser tratada fácilmente por medios biológicos, pero si la relación es menor a 0.30, quiere decir que tal vez sea necesario microorganismos aclimatados para lograr una estabilización[25].

### **Potencial Hidrogeno (pH)**

La concentración de ion hidrogeno es un parámetro que determina la alcalinidad o acides del agua, en aguas residuales con ph inadecuados presenta dificultad en el proceso de tratamiento con factores biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrogeno en las aguas naturales si este no es modificado antes de la descarga en las aguas.

### **Nitrógeno (N)**

El contenido total en nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoniaco, nitrito y nitrato.

La presencia de nitrógeno es esencial para el crecimiento de plantas y algas por lo que se lo denomina como un nutriente o bioestimulador, debido a que la presencia de nitrógeno es básica para la síntesis de proteínas, es indispensable saber datos sobre la presencia y cantidades del mismo en las aguas, para evaluar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales mediante procesos biológicos, cuando en el agua el contenido de nitrógeno es insuficiente es preciso añadirlo para hacer tratable el agua residual.

En casos en los que sea necesario el crecimiento de algas en la masa de agua receptora para preservar los usos a que se destina, puede ser necesaria la eliminación o reducción del nitrógeno en las aguas residuales antes del vertido.

## **Fosforo (P)**

El fosforo al igual que el nitrógeno es un contribuyente esencial para el crecimiento de plantas, algas y otros organismos bilógicos. El fósforo se lo puede encontrar en soluciones acuosas como el ortofosfato, el polifosfato y los fosfatos orgánicos[26].

## **Coliformes fecales y totales**

Los coliformes es un grupo el cual incluye todos los bacilos gram negativos aerobios y anaerobios facultativos no esporulados capaces de desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tenso activos con propiedades similares de inhibición del crecimiento, fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído de 35°C a 37°C en un rango de 24 a 48 horas.

Los coliformes fecales o *Escherichia Coli*, posee una relación directa con la contaminación fecal producida por animales de sangre caliente, para su identificación su principal característica bioquímica usada es la fermentación de la lactosa con producción de gas a 44.50°C, o la de crecer en otros medios selectivos a 44.00°C a 44.50°C[20].

## **TIPOS DE AGUA RESIDUAL**

### **Agua residual doméstica o urbana**

Es el agua procedente de las heces fecales y orina humana, aseo personal, cocina, limpieza del hogar; contiene una gran cantidad de materia orgánica y microorganismos como restos jabones, sales, detergentes, lejía y grasas[27].

### **Agua residual industrial**

Se denomina así al agua procedente de los desechos generados por los procesos y operaciones de establecimientos industriales[28], contiene una gran cantidad de aceites, detergentes, antibióticos, sales, ácidos y grasas, además de otros productos de origen mineral, químico y vegetal o animal; y su composición varía dependiendo de la actividad industrial.

### **Agua residual de la agricultura y ganadería**

Proceden de la actividad agrícola y ganadera en zonas rurales, y suelen contener restos de eses de animales conjuntamente con restos de fertilizantes o químicos destinados a la agricultura.

### **Agua residual derivada de la lluvia**

O denominadas aguas blancas proceden de la atmosfera (lluvia, nieve o granizo) o del riego y mantenimiento de jardines o espacios públicos e ingresan de forma directo o indirecta al sistema de alcantarillado, dependiendo si es una lluvia acida, el pH varia[27].

## **TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES**

### **Pretratamiento**

El pretratamiento o tratamiento preliminar son las operaciones y/o procesos antes del tratamiento primario de aguas residuales, destinado a la reducción de la concentración de contaminantes por medio de cribado, desarenado, trituración, pre aireación, ajuste de pH o remoción de grasas.

### **Tratamiento primario**

Este tratamiento considera el uso de operaciones físicas como: cribado, medición de caudal, desarenación, sedimentación, y procesos de tratamientos de lodos, para la depuración de solidos flotantes y sedimentables presentes en el agua residual.

### **Tratamiento secundario**

Considera la implementación de procesos químicos y biológicos para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables, nutrientes y solidos suspendidos.

Al tratamiento secundarios lo precede los posesos de depuración del tratamiento primario, exceptuando el caso de aireación prolongada, además incluye procesos de desinfección.

## **Tratamiento avanzado**

En un tratamiento adicional necesario para la eliminación de sustancias disueltas que permanecen después del proceso de tratamiento convencional[28].

## **COMPONENTES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL**

### **Cribado**

Una de las operaciones obligatorias en el tratamiento de aguas residuales es el cribado, en el que se utiliza unas rejillas por las que circula el agua a través de ellas, reduciendo la presencia de sólidos en suspensión de varios tamaños que acarrea el agua residual cruda.

La abertura de las rejillas depende del tamaño de las partículas que se desean retener y eliminar con limpieza manual o mecánica.

El canal que transporta el agua residual y donde estará colocada la rejilla de cribado se diseñará de forma que alcance una velocidad no menor a 0.60 m/s para evitar la sedimentación de materiales pétreos.

Se las puede clasificar de acuerdo a su colocación en móviles o fijas; por su sección transversal en circulares, cuadradas y rectangulares; por su manera de limpieza en manuales y mecánicas; y por el tamaño de abertura de la reja como microrejillas, finas, medias y gruesas[29].

### **Desarenador**

Separa arenas, gravas, ceniza y cualquier otro material con velocidad de sedimentación superior al de los sólidos orgánicos presentes en un agua residual, dentro de la arena se incluye restos de cascarones de huevo, huesos, granos de café; y residuos orgánicos grandes como restos de comida. Con la eliminación de esta materia se ayuda a la protección de los equipos mecánicos móviles contra la abrasión y el desgaste anormal, reduce la formación de depósitos en tuberías, canales y conductos; disminuye la frecuencia en la limpieza de los digestores, necesario para la remoción de la acumulación excesiva de arena en dichas unidades.

Los desarenadores más comunes son los de flujo horizontal y los aireados o más conocidos como de flujo helicoidal[29].

### **Tanque Séptico**

El tanque séptico está diseñado para caudales no superiores a 50.000 m<sup>3</sup>/día, permitiendo un tratamiento preliminar, primario y secundario de aguas residuales, reduce el contenido de sólidos en suspensión, sedimentables y flotantes.

Los tanques sépticos quitan materia sólida por sedimentación o decantación, al detener agua residual en el tanque, que permite que se hundan los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que esta separación ocurra, el agua residual debe detenerse en el tanque por un mínimo de 24 horas. Hasta el 50 por ciento de los sólidos retenidos en el tanque se descomponen. La materia sólida restante se acumula en el tanque. No se necesitan aditivos biológicos ni químicos para ayudar o acelerar la descomposición.

El lodo continúa acumulándose en el fondo del pozo séptico, los pozos diseñados debidamente cuentan con espacio seguro para la acumulación de al menos, tres años de lodo. Cuando el nivel del fango sobrepasa este punto, las aguas residuales tienen menos tiempo para separar la materia sólida del agua antes de salir del tanque, por lo que el proceso deja de realizarse con eficacia.

Mientras sube el nivel del sedimento, más materia sólida entra en el área de filtración. Si el cieno se acumula durante demasiado tiempo, no ocurre ninguna separación de materia sólida del agua y aguas residuales pasan directamente a la siguiente etapa de tratamiento.

El plazo para el vaciado de un Pozo Séptico depende, básicamente de:

- Capacidad del tanque séptico
- Cantidad de agua residual
- Volumen de materia sólida en el agua residual\*

\*más materia solida si no se separa la basura[30].

## **Tanque IMHOFF**

Su principal finalidad es la remoción de sólidos suspendidos, útil en comunidades no mayores a los 5000 habitantes o volúmenes entre 1 a 500 litros, integrando la sedimentación y la digestión de lodos sedimentados en la misma unidad, es de fácil operación y no requiere mecanismos mecánicos y su estructura de geometría rectangular se divide en:

- Cámara de sedimentación
- Cámara de digestión de lodos
- Área de ventilación y acumulación de natas[31].

## **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)**

Los FAFA proporcionan un sustrato mediante rocas u otro material, en donde se crea una capa biológica que, a través del paso del agua en forma ascendente, suministrada desde la base del tanque, se genera un tratamiento biológico, a medida que el agua asciende por este sistema sucede la degradación biológica, dando origen a un efluente con menos carga orgánica, removiendo así un 70 a 80 por ciento de DBO5[30].

## **Lecho de Secado de Lodos**

También llamado eras o canchas de secado es el método más común empleado para la deshidratación de lodos digeridos, una vez seco se dispone en vertederos controlados y se lo puede dar uso como acondicionador de suelos, posee una geometría rectangular con una profundidad de entre 20 y 30 centímetros, donde la humedad de los lodos es removida por decantación y evaporada por acción del viento y el sol, con un sistema de drenaje en la parte inferior para recolectar los lixiviados, no requieren mucha atención de operación.

Dependiendo de las características de los lodos entre un 50 y 80 por ciento se drena como lixiviados, que deben ser tratados antes de su descarga al medio ambiente[32].

## **Desinfección**

La desinfección en el tratamiento de aguas residuales reduce el número de organismos vivo en el agua que se descargara en el ambiente, la desinfección depende de la calidad del agua a tratar como el pH, turbiedad, etc.; del tipo de desinfectante, dosificación, concentración y tiempo que se utilizara, además de otras variables ambientales.

Los métodos comunes de desinfección son:

- Ozono,
- Cloración,
- Luz ultravioleta.

Siendo el más común la desinfección con cloro, por su bajo costo y largo plazo de eficiencia[33].

## **1.2.Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, para mejorar la calidad de vida de la comunidad Vinchoa central, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Disponer de una plataforma georreferenciada de la orografía del sector del proyecto
- Levantar información necesaria para estructurar los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado combinado de la comunidad Vinchoa central, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar
- Implementar el diseño de la red de Alcantarillado combinado
- Diseñar un sistema de tratamiento de las aguas residuales para mejorar la calidad ambiental

- Presentar un proyecto amigable y que sea factible de ejecutarse de acuerdo con el requerimiento de la EMAPA-G (empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Guaranda)

## CAPITULO II.- METODOLOGÍA

### 2. Materiales y Métodos

#### 2.1.Materiales

Los materiales y equipos utilizados en el desarrollo de este proyecto, tanto en campo como de oficina serán descritos a continuación.

##### 2.1.1. Sistema de Posicionamiento Global GPS

Equipo GPS o sistema de Posicionamiento Global, de marca GARMIN modelo eTrex 20, propiedad de la EMAPA-G, es un equipo que posee un rango de error de  $\pm 3$  metros al momento de tomar una coordenada UTM, el cual consta de una pantalla que puede leerse con la luz del sol, una autonomía de 25 horas y que tiene incorporado un mapa mundial[34].



Ilustración 2. GPS eTrex 20

Fuente: Autor

##### 2.1.2. Estación total

Equipo de marca Trimble M3 propiedad de la EMAPA-G, diseñado para trabajos topográficos, de replanteo y muchos más, consta de un teclado alfanumérico y pantalla táctil que brindan un fácil control y manejo del equipo, posee software propio Trimble Access capas de capturar datos y procesar cálculos y brindar resultados rápidos sobre el terreno, al contar con dos baterías proporciona un rendimiento en el campo de hasta 26 horas de trabajo continuo.



Ilustración 3. Estación Total Trimble M3  
Fuente: Autor

### 2.1.3. Trípode

De marca Trimble, gracias a sus tres patas regulables proporciona una buena estabilidad al momento de implantar la estación total sobre su plato triangular plano con su tornillo de fijación, dando seguridad al momento de manipular el equipo.



Ilustración 4. Trípode de Aluminio  
Fuente: Autor

### 2.1.4. Prisma

Es un conjunto de cristales en el que se refleja la señal EMD producida por la estación total, posee una compensación de 30mm y cuenta con un soporte totalmente metálico.



Ilustración 5. Prisma  
Fuente: Autor

### 2.1.5. Jalón

O bastón aplomador, se encarga de fijar la altura del prisma y es utilizado para marcar un punto del terreno que se va a visar con la estación total a cierta distancia.



Ilustración 6. Bastón aplomador  
Fuente: Autor

### 2.1.6. Flexómetro

Es un instrumento de medida, destinado para varios usos, en la topografía es utilizado para tomar la distancia entre el suelo y la marca de la estación total.



Ilustración 7. Flexómetro  
Fuente: Autor

### 2.1.7. Mojones y estacas

Por lo general son señales permanentes, utilizadas como referencia de un punto visado en la topografía, son de variada geometría y material, en el levantamiento topográfico para este proyecto se utilizó clavos de acero de 2 pulgadas y estacas de maderas.



Ilustración 8. Mojones y Estacas  
Fuente: Autor

### 2.1.8. Smartphone

Teléfono celular inteligente, de marca Samsung modelo A70, con triple cámara y un campo de visión de 123 grados, destinado a capturar fotografías durante el desarrollo del proyecto.

### 2.1.9. Calculadora

Calculadora científica de la marca Casio, diseñada para realizar ciertas operaciones matemáticas y resolución de fórmulas a lo largo del proyecto.

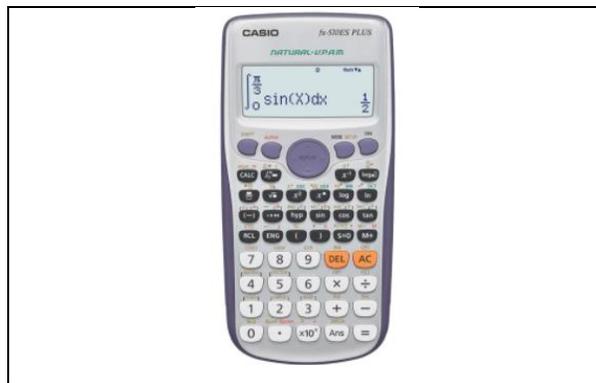


Ilustración 9. Calculadora Casio fx-570ES  
Fuente: Autor

### 2.1.10. Laptop

Computadora portátil, marca DELL Inspiron de séptima generación, procesador Intel Core™ i7-7500u, 6Gb de memoria RAM, 1Tb de almacenamiento y sistema operativo Windows 10 Home, que gracias a sus características es empleado para el desarrollo de este proyecto de titulación.



Ilustración 10. Laptop DELL  
Fuente: Autor

### **2.1.11. Impresora**

Equipo particular contratado para impresión de documentos, archivos, planos y demás información a fin con el proyecto.

### **2.1.12. Software**

El software de ingeniería civil, es un conjunto de herramientas que facilita al ingeniero civil el proceso de diseño y construcción, los cuales son muy útiles para todas las fases de un proyecto, como lo son los programas descritos a continuación:

- **AutoCAD Civil3D**

Es un programa de Autodesk dirigido al diseño y generación de proyectos con soporte BIM (Building Information Modeling), proporcionado por la Universidad Técnica de Ambato con la versión student para los alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, capaz de permitir importación de puntos, crear curvas de nivel, superficies de terreno, perfiles longitudinal y vertical, secciones transversales, diseño de drenajes, red de tuberías entre otras más funciones que supone un ahorro significativo de tiempo en el desarrollo de un proyecto de ingeniería.

- **Excel**

Pertenece a la familia de programas de Microsoft Office 360, el cual permite crear y modificar hojas de cálculo, gracias a sus numerosas funciones ha sido de mucha utilidad en el desarrollo para el trabajo de oficina.

- **Word**

Es un programa capaz de soportar caracteres alfanuméricos, el mismo que permite al usuario la creación y edición de archivos de texto.

- **Global Mapper**

Permite analizar datos geoespaciales en dos y tres dimensiones, de una nube remota o local, procesa datos GIS, cartográficos y de mapas satelitales.

- **Google Earth Pro**

Es un programa con datos geoespaciales públicos de alta resolución, en el cual permite localizar la ubicación específica de nuestro proyecto.

## 2.2. Metodología y nivel de investigación

La metodología es un conjunto coherente y racional de procesos y técnicas, ordenadas y sistemáticas esenciales para el desarrollo de este proyecto, utilizado en campo y oficina.

Siguiendo la línea de investigación este proyecto califica dentro de una investigación explicativa, que se encarga de buscar la causalidad del problema y aportar con una solución.

- La investigación Investigativa. – La inexistencia de un servicio de alcantarillado en la comunidad de Vinchoa Central, provoca malestar en la salud de las personas que ahí residen, limitando el desarrollo socioeconómico de la zona.
- La investigación Aplicativa. – La implementación de una red de alcantarillado sanitario y pluvial con descarga en una planta de tratamiento de aguas residuales es una solución al problema planteado en el párrafo anterior.

Tabla 27. Metodología utilizada en las fases de análisis

<b>Fase</b>	<b>Investigación aplicada</b>
Preliminar	De campo
De diseño del sistema de alcantarillado	Documental y de campo
De diseño de la planta de tratamiento	Documental y de campo
Técnica	Documental
<b>Nivel de investigación:</b> investigación explicativa	

Fuente: El proyecto de investigación, Arias 2012

### 2.2.1. Fase preliminar del proyecto general

Búsqueda y recopilación de información útil para el desarrollo del proyecto de diseño, consta de los pasos descritos a continuación:

#### 2.2.1.1. Inspección del lugar

Es esencial realizar un recorrido de la zona del proyecto para delimitar el lugar, hacer un reconocimiento, observar las características del sitio y obtener información previa al levantamiento topográfico.

### 2.2.1.2. Maestreo poblacional

Es indispensable consultar y recopilar información demográfica de la zona del proyecto.

Tabla 28.Promedio de personas por Hogar, según Cantón

<b>Código</b>	<b>Cantón</b>	<b>Total de personas</b>	<b>Total de hogares</b>	<b>Promedio de personas por hogar</b>
<b>0201</b>	Guaranda	91.348	23.166	3.94

Fuente: INEC, instituto nacional de estadística y censo.

El cual se obtiene en base a la siguiente ecuación.

$$Pph = \frac{\#habitantes}{\#hogares} \quad \text{Ec. 27}$$

Según la junta regional de agua potable de la comunidad Vinchoa Central el número de usuarios es de 185 beneficiarios, esto quiere decir que en la comunidad existe un total de 185 familias y para obtención de la población actual aplicamos la siguiente formula.

$$Pa = \#de\ viviedad * Pph \quad \text{Ec. 28}$$

### 2.2.1.3. Características de la zona del proyecto

Vinchoa Central es una comunidad que pertenece a la parroquia urbana Veintimilla a 7Km del centro del cantón Guaranda, en la provincia de Bolívar.

Se encuentra delimitado: al norte por la comunidad de Casipamba; al sur por el barrio Laguacoto; al este por la comunidad de Vinchoa Grande y al oeste por el barrio Laguacoto alto.

El clima es variante en el sector, entre los meses de noviembre hasta abril la temperatura promedio es de 7°C y de 22°C en los meses de mayo a octubre[35].

### 2.2.2. Fase de diseño del alcantarillado

#### 2.2.2.1. Periodo de diseño

Según la norma CPE INEN 5, Parte 9-1, el periodo de diseño es directamente proporcional a la vida útil de los materiales a utilizar[20].

Tabla 29. Vida útil en función al componente

Componente	Vida útil
	(años)
Diques grandes y túneles	50 – 100
Obras de captación	25 – 50
Pozos	10 – 25
Conducciones de hierro dúctil	40 – 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 – 30
Plantas de tratamiento	30 – 40
Tanques de almacenamiento	30 – 40
<b>Tuberías principales y secundarias de la red</b>	
De hierro dúctil	40 – 50
De asbesto cemento o PVC	20 – 25
Otros materiales	Varía de acuerdo a especificaciones del fabricante

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes

#### 2.2.2.2. Población de diseño

Para el presente estudio establecido se optó la toma de datos obtenidos por el INEC, para los censos poblaciones de 1990, 2001 y 2010.

Tabla 30. Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990

Código	Parroquia	2010	2001	1990	Tasa de crecimiento anual total	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL	2001-2010	1990-2001
20150	Guaranda	55,374	47,390	21,273	1,95%	2.10%
20151	Facundo V.	3,319	3,753	3,402	1,37%	0,89%

Fuente: INEC, instituto nacional de estadística y censo.

#### 2.2.2.3. Tasa de crecimiento poblacional

Los valores de población se determinarán con los métodos de tendencia poblacional citados en el capítulo anterior:

##### Método aritmético.

$$P_f = P_a (1 + r \cdot n) \quad \text{Ec. 1}$$

### Método geométrico.

$$P_f = P_o(1 + r)^n \quad \text{Ec. 2}$$

### Método exponencial.

$$P_f = P_o \cdot e^{r \cdot n} \quad \text{Ec. 3}$$

#### 2.2.2.4. Población actual

La población actual en la comunidad de Vinchoa central es calculada en base a los usuarios de la junta regional de agua potable.

#### 2.2.2.5. Densidad poblacional

Se obtiene en por medio del número de habitantes y el área de aportación del proyecto como lo muestra la siguiente expresión.

$$Dp = \frac{Pf}{A} \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

$Dp$  = densidad poblacional (hab)

$Pf$  = población futura (hab)

$A$  = área de aportación (ha)

#### 2.2.2.6. Suministro de agua potable

Según las condiciones climáticas de la comunidad de Vinchoa y su población se utilizará la siguiente tabla de datos proporcionada por el la SENAGUA.

Tabla 31. Dotaciones recomendadas

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (lt/hab/día)	
Hasta 5.000	Frio	120-	150
	Templado	130-	160
	Cálido	170-	200
Hasta 5.000	Frio	180-	200
	Templado	190-	220
	Cálido	200-	230

Más de 5.000	Frio	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes

Ajustándose a las necesidades de la población, considerando el nivel de servicio y los coeficientes de variación de consumo máximo horario para el presente estudio se utilizará una dotación de 120 lt/hab/día y se la calculará con siguiente expresión.

$$D_f = (D_a + 1 (lt/hab/día) * n \quad \text{Ec. 30}$$

Donde:

$D_f$  = Dotación futura

$D_a$  = Dotación actual (lt/hab/día)

$n$  = Periodo de diseño (años)

#### 2.2.2.7. Calculo de caudales de agua potable

##### Caudal medio de agua potable

Es el caudal producido por la población a lo largo de un día, expresado en la siguiente ecuación:

$$Q_{md} A_p = \frac{P_f * D_f}{86400} \quad \text{Ec. 31}$$

Donde:

$Q_{md} A_p$  = caudal medio diario de agua potable

$D_f$  = dotación futura (lt/hab/día)

$P_{ft}$  = población futura (hab)

### Caudal medio sanitario

Se considera el coeficiente de retorno “C” que varía entre el 60% al 80% según el (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 1998).

$$Q_{mds} = C \cdot Q_{md} \quad \text{Ec. 32}$$

Donde:

$Q_{mds}$  = caudal medio diario sanitario (lt/sg)

$C$  = coeficiente de retorno (80%)

$Q_{md}A_p$  = caudal medio diario de agua potable

### 2.2.2.8. Calculo de caudales de diseño alcantarillado sanitario

#### Coefficiente de mayoración

Valido para poblaciones de 1000 a 100000 hab, según Harmon.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Ec. 8}$$

Considerando la siguiente condición:  $2.00 > M < 3.80$

#### Caudal instantáneo

Es el resultado del caudal instantáneo máximo

$$Q_{int} = M \cdot Q_{mds} \quad \text{Ec. 33}$$

#### Caudal de infiltración

Se considera una tubería de PVC sobre un bajo nivel freático, como se observa en la tabla:

Tabla 32. Coeficientes de infiltración en tuberías

Nivel freático	Tubería de hormigón		Tubería de plástico	
	Tipo de unión			
	Hormigón	Anillo de goma	Hormigón	Anillo de goma

Bajo	0.0005	0.0002	0.00010	0.00005
Alto	0.0008	0.0002	0.00015	0.00005

Fuente: Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, Bolivia 2007.

En base al valor de I calculamos el caudal de infiltración con la siguiente ecuación:

$$Q_{inf} = I \cdot L \quad \text{Ec. 5}$$

#### **Caudal de conexiones erradas**

Será un porcentaje entre el 5% y 10% del valor del caudal instantáneo.

#### **Caudal de diseño**

Se aplica la siguiente expresión que es la suma de los caudales medio diario, infiltración y conexiones erradas.

$$Q_{tr} = Q_{int} + Q_{inf} + Q_e \quad \text{Ec. 11}$$

#### **2.2.2.9. Gradiente hidráulica**

Dependiendo de las condiciones topográficas, la diferencia de cotas y la longitud podemos determinar la gradiente como:

$$P_d = \frac{P_o - P_f}{L_t} \quad \text{Ec. 34}$$

Donde:

$P_d$  = gradiente hidráulica

$P_o$  = cota inicial (m)

$P_f$  = cota final (m)

$L_t$  = longitud en el perfil horizontal y vertical, entre los puntos inicial y final.

#### **2.2.2.10. Pendientes máximas y mínimas**

Según Manning, la pendiente es directamente proporcional a la velocidad.

$$V = \frac{397}{1000 \cdot n} \cdot \phi^{2/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 35}$$

Donde:

$V$  = velocidad máxima y mínima (m/s)

$n$  = coeficiente de rugosidad

$\phi$  = diámetro interno de la tubería

$P_d$  = gradiente hidráulica.

Para el valor de rugosidad se considera los siguientes datos de la tabla:

Tabla 33. Coeficiente de rugosidad para la fórmula de Manning

Características de la superficie	Valores de “n” de Manning
Tubería de hormigón	0.013
Tubería de hierro fundido	0.012
Tubería de PVC	0.011
Tuberías de asbesto-cemento, o tuberías recubiertas con mortero de cemento	0.011
Tuberías de acero	0.011

Fuente: SENAGUA CO 10.07 – 601, Código ecuatoriano de la construcción parte IX obras sanitarias

### 2.2.2.11. Diámetro de la tubería

Para su cálculo del diámetro es necesaria la aplicación de la siguiente ecuación.

$$Q_d = \frac{39}{125 \cdot n} \cdot \phi^{8/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 36}$$

Donde:

$Q_d$  = caudal de diseño

$n$  = coeficiente de rugosidad

$\phi$  = diámetro interno de la tubería

$P_d$  = gradiente hidráulica.

Considerando que la normativa establece un diámetro mínimo de 200mm, partiremos con ese valor y asumiendo valores de diámetros comerciales en base a los cálculos.

### 2.2.2.12. Diseño hidráulico de tubería parcialmente llena

En este caso utilizaremos las fórmulas de Manning, en dos escenarios, el primero con un tirante hidráulico a menos del 50% y el otro caso con el tirante hidráulico con más del 50%.

Tabla 34. Calculo de los ángulos de la tubería

ESCENARIO 1 Tirante hidráulico > 50%	ESCENARIO 2 Tirante hidráulico < 50%
<b>Angulos</b>	
$\alpha = 2 \cdot \beta$	
$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{YN - \frac{Do}{2}}{Do/2} \right)$	$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{\frac{Do}{2} - YN}{Do/2} \right)$
$\theta = 360 - \alpha$	$\theta = 2 \cdot \beta$
$\theta_{rad} = \frac{\theta \cdot \pi}{180}$	

Fuente: Autor

Los demás elementos a calcular serán descritos en la siguiente tabla:

Tabla 35. Elementos hidráulicos con tubería parcialmente llena

Elemento	Ecuación	Simbología	Ec. N°
Área hidráulica	$A = 0,125 \cdot (\theta_{rad} - \sin \theta) \cdot Do^2$	$\theta$ = ángulo Do = diámetro interno	37
Perímetro mojado	$P_m = 0,5 \cdot \theta \cdot Do$	$\theta$ = ángulo Do = diámetro interno	38
Radio hidráulico	$Rh = \frac{A}{P_m}$	A = área Pm = perímetro mojado	39

Energía específica	$E = Y_n + \frac{V^2}{2 \cdot (9,81)}$	Yn = tirante normal V = velocidad	40
Número de Froude	$F = \frac{V}{\sqrt{9,81 \cdot D}}$	V = velocidad D = altura hidráulica	41
Altura hidráulica	$D = \frac{A}{T}$	A = área T = ancho superficial	42
Ancho superficial	$T = \sin(0,5 \cdot \theta) \cdot D_o$	$\theta$ = ángulo Do = diámetro interno	43
Tensión tractiva	$t = p \cdot g \cdot R_h \cdot P_d$	p = densidad del agua g = gravedad Rh = radio hidráulico Pd = pendiente del terreno	44

Fuente: Autor

### 2.2.3. Fase de diseño de alcantarillado pluvial

#### 2.2.3.1. Periodo de diseño

Tomando en cuenta la normativa y lo establecido por la EMAAP-Q, se considerará un periodo de diseño para 30 años, con un periódico mantenimiento cada 5 años, para garantizar la vida útil del proyecto.

#### 2.2.3.2. Levantamiento topográfico

Previo al levantamiento topográfico se realizó un recorrido de reconocimiento al lugar para ahí determinar el punto de inicio y posibles cambios de estación.

Con la ayuda de un equipo GPS, fueron colocados puntos en sitios estratégicos del proyecto con la finalidad de controlar las coordenadas y cotas de partida y llegada durante el proceso de levantamiento de datos.

El levantamiento de Vinchoa Central tomó 4 días realizarlo, visando puntos cada 20 metros a cada costado de la vía.

### 2.2.3.3. Área de aportación

El área de aportación se trazó abarcando toda la comunidad de Vinchoa Central en dirección al flujo desde la cota más alta a la más baja donde será la descarga y la implantación de la planta de tratamiento de agua residual.

### 2.2.3.4. Coeficiente de escorrentía superficial

Considerando que las vías y calles de acceso a la comunidad de Vinchoa Central son de variada superficie como: adoquín, asfalto y superficies no pavimentadas se ha optado por los valores de la tabla para el valor del coeficiente de escorrentía superficial, y aplicar en la fórmula que está a continuación.

$$C = \frac{(\sum C_i \cdot A_i)}{\sum A} \quad \text{Ec. 17}$$

Tabla 36. Valores de C para diversos tipos de superficies

Tipo de superficie	Valor de C
Cubierta metálica teja vidriada	0.95
Cubierta de teja ordinaria o impermeabilizada	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 - 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 - 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 - 0.80
Empedrados (juntas ordinarias)	0.40 - 0.50
Pavimentos de macadam	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

Fuente: SENAGUA CO 10.07 – 601, Código ecuatoriano de la construcción parte IX obras sanitarias

### 2.2.3.5. Estudios hidrológicos

#### Hidrología

Debido a que la zona forma parte de la cuenca del río Guayas, posee un significativo potencial de aprovechamiento del recurso agua para las poblaciones y sistemas de producción agrícola y ganadera.

Para determinar la cantidad y frecuencia de las precipitaciones en el área del proyecto es necesario realizar un estudio hidrológico de la zona del proyecto y la estación

meteorológica más próxima es la estación de San Simón situada a una altitud de 2530 m.s.n.m. similar a las condiciones de este proyecto.

### **Temperatura ambiental**

En base a la disposición geográfica de la zona del proyecto y según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gad del Cantón Guaranda, la temperatura media anual es de 7°C para los meses de noviembre hasta abril y de 22°C entre los meses de mayo a octubre.

Valores para cálculos adicionales se obtuvo de la base de datos del INAMHI.

### **Humedad**

En función a los anuarios meteorológicos del INAMHI se determinó la cantidad de vapor existente en el aire.

### **Nubosidad**

Es medida en octanos, es la fracción de cielo cubierto con nubes y los valores de nubosidad máxima y mínima son tomados de la base de datos del INAMHI.

### **Precipitación**

El instituto nacional de meteorología e hidrología INAMHI, posee ecuaciones para el cálculo de las intensidades máximas de precipitación, y como referencia toma los valores de la estación M0030 San Simón por su cercanía a la zona del proyecto.

Tabla 37. Precipitaciones mensuales estación San Simón

<b>Precipitación por mes</b>			
<b>Enero</b>	31.70	<b>Julio</b>	3.40
<b>Febrero</b>	135.90	<b>Agosto</b>	47.80
<b>Marzo</b>	215.80	<b>Septiembre</b>	20.20
<b>Abril</b>	247.10	<b>Octubre</b>	55.00
<b>Mayo</b>	103.50	<b>Noviembre</b>	23.50
<b>Junio</b>	16.60	<b>Diciembre</b>	4.40

Fuente: INAMHI

## SAN SIMÓN

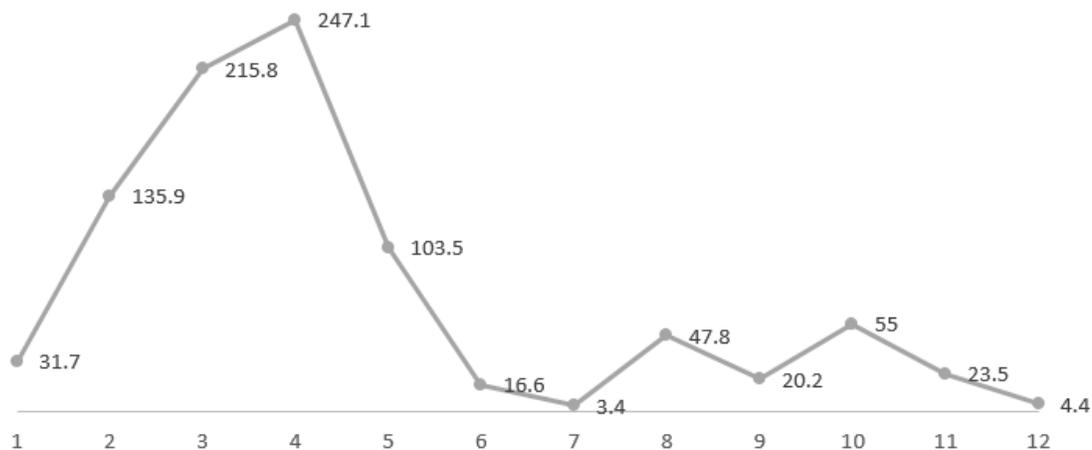


Ilustración 11. Histograma de precipitaciones

### 2.2.3.6. Zonificación de intensidades

La información pluviográfica es obtenida de la estación meteorológica San Simón de acuerdo a la tabla de zonificación de intensidades del INAMHI,

Zona	Código	Nombre estación	Duración	Ecuación
14	M0030	San Simón	5min<26.77min	$I_{TR} = 136.38 * I_{TR} * t^{-0.487}$ $R^2 = 0.9949$
			26.77min<140min	$I_{TR} = 618.66 * I_{TR} * t^{-0.887}$ $R^2 = 0.9988$

Fuente: INAMHI

### 2.2.3.7. Descripción de la red

El sistema de alcantarillado pluvial será una red de conducción a gravedad, que garantiza la circulación del flujo desde la cota más alta a la más baja a lo largo de cada tramo entre pozo y pozo.

### 2.2.3.8. Dimensionamiento de secciones

El tipo de tubería utilizada es de material termoplástico (PVC), (Norma INEN 2059-2004), la tubería de PVC presenta mejores ventajas técnicas relacionados con una menor rugosidad, mayor impermeabilidad y aptitud para la conducción de flujos a altas

velocidades, por lo que se eligen tuberías de PVC para alcantarillado acordes a la Norma INEN 2059-2004.

#### 2.2.4. Fase de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

En el diseño de los elementos de la planta de tratamiento de aguas residuales se tomó el valor del caudal instantáneo y medio diario sanitario, basado en un análisis de parámetros obtenidos del agua residual de Vinchoa Central se determinó los elementos de la planta de tratamiento.

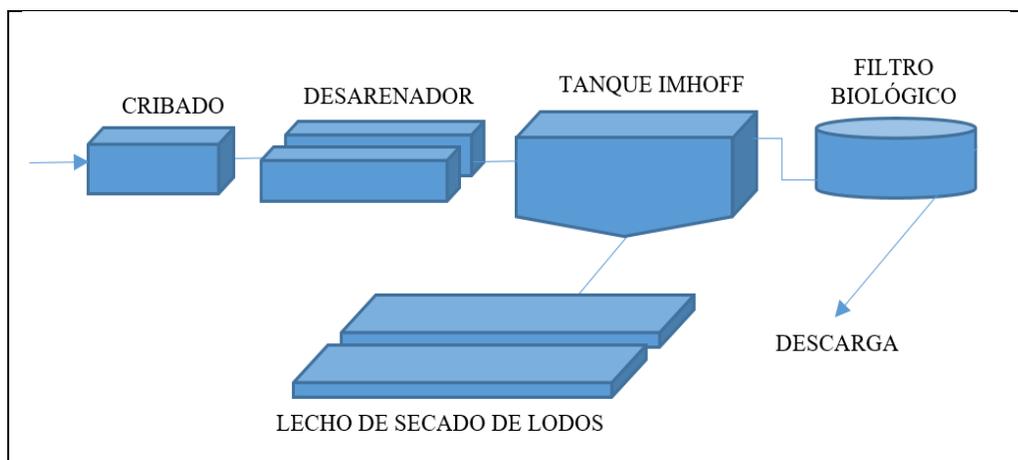


Ilustración 12. Elementos de la planta de tratamiento

##### 2.2.4.1. Cribado

Para la determinación de las rejillas en el cribado se optó por las siguientes fórmulas de cálculo, con una rejilla de barras rectangulares a 45° de inclinación y limpieza manual[36].

Para:

##### Área del canal

$$A = Wh \quad \text{Ec. 45}$$

Donde:

$A$  = área del canal (m<sup>2</sup>)

$W$  = ancho del canal (m)

$h$  = tirante hidráulico (m)

### Velocidad antes de la reja

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. 46}$$

Donde:

$A$  = área del canal ( $\text{m}^2$ )

$Q$  = caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$V$  = velocidad antes de la reja ( $\text{m/s}$ )

### Longitud de la reja

$$L = \frac{h + h_b}{\sin \theta} \quad \text{Ec. 47}$$

Donde:

$L$  = longitud de la reja (m)

$h$  = tirante hidráulico (m)

$h_b$  = borde libre (m)

$\theta$  = ángulo de inclinación

### Numero de barras

$$C = \frac{W - nd_b}{n + 1} \rightarrow n = \frac{W - C}{C + d_b} \quad \text{Ec. 48}$$

Donde:

$C$  = apertura (m)

$W$  = ancho del canal (m)

$n$  = número de espacios

$n + 1$  = número de barras

$d_b$  = espesor de la barra (m)

### Velocidad de acercamiento, aguas arriba

$$V_a = \frac{Q}{(W - d_b)h} \quad \text{Ec. 49}$$

Donde:

$V_a$  = velocidad de acercamiento (m/s)

$Q$  = caudal (m<sup>3</sup>/s)

$W$  = ancho del canal (m)

$h$  = tirante hidráulico (m)

$d_b$  = espesor de la barra (m)

### Área de la reja

$$A_r = nd_b \quad \text{Ec. 50}$$

Donde:

$n$  = número de espacios

$d_b$  = espesor de la barra (m)

### Velocidad a través de la reja

$$V_r = \frac{Q}{A - A_r} \quad \text{Ec. 51}$$

Donde:

$V_r$  = velocidad a través de la reja (m/s)

$Q$  = caudal (m<sup>3</sup> /s)

$A$  = área del canal (m<sup>2</sup>)

$A_r$  = área de las rejillas (m<sup>2</sup>)

### Perdida hidráulica

$$h_L = \frac{1}{0.7} \left( \frac{V_r^2 - V_a^2}{2g} \right) \quad \text{Ec. 52}$$

Donde:

$h_L$  = pérdida hidráulica (m)

$V_r$  = velocidad a través de la reja (m/s)

$V_a$  = velocidad de acercamiento (m/s)

$g$  = gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

### 2.2.4.2. Desarenador

Para evitar la abrasión y desgaste de los equipos mecánicos, la arena en tuberías y canales, y la acumulación de arena en los digestores se procedió a realizar el cálculo del desarenador, aplicando las siguientes formulas, para un funcionamiento continuo de 24 horas, su ángulo de inclinación de 12. 5°[36].

### Velocidad de escurrimiento

$$V_s = a \cdot d^{0.5} \quad \text{Ec. 53}$$

Donde:

$V_s$  = velocidad de escurrimiento (m/s)

$a$  = constante de caída en función del diámetro de la partícula

$d$  = diámetro máximo de la partícula (PTAR 0.2mm)

### Altura de la cámara de sedimentación

$$H = \frac{Q}{V_d \cdot B} \quad \text{Ec. 54}$$

Donde:

$H$  = altura de la cámara de sedimentación (m)

$Q$  = caudal de diseño de la cámara de entrada (m<sup>3</sup>/s)

$V_S$  = velocidad de escurrimiento (m/s)

B = relación H/B entre 0.8 y 1.0 (m)

### Velocidad de flujo del canal de ingreso

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. 55}$$

Donde:

V = velocidad de flujo (m/s)

Q = caudal de diseño de la cámara de entrada (m<sup>3</sup>/s)

A = área (m<sup>2</sup>)

### Tiempo que demora la partícula en caer desde la superficie al fondo

- **Laminar**

$$TR_{Laminar} = \frac{H}{V_S} \quad \text{Ec. 56}$$

- **Turbulento**

$$TR_{Turbulento} = \frac{H}{V_S} \quad \text{Ec. 57}$$

Donde:

H = altura de la cámara de sedimentación

$V_S$  = velocidad de escurrimiento (m/s)

### Longitud de la cámara de sedimentación

- **Laminar**

$$L = k \cdot V_d \cdot TR_{Laminar} \quad \text{Ec. 58}$$

- **Turbulento**

$$L = k \cdot V_d \cdot TR_{Turbulento} \quad \text{Ec. 59}$$

Donde:

L = longitud de la cámara (m)

k = coeficiente de seguridad para desarenadores de baja velocidad

V<sub>s</sub> = velocidad de escurrimiento (m/s)

### 2.2.4.3. Diseño de tratamiento primario / IMHOFF

Ideal para poblaciones con una cantidad de 5000 habitantes o menos, cumple la función de sedimentador primario y consiste en tres secciones:

- Cámara de sedimentación
- Cámara de digestión
- Ventilación y acumulación de natas[37].

#### Caudal de diseño

$$Q_P = \frac{P \cdot D}{1000} \cdot \%Cn \quad \text{Ec. 60}$$

Donde:

P = población (hab)

D = dotación (lt/hab/día)

Cn= contribución

#### Área de sedimentación

$$A_S = \frac{Q_P}{C_S} \quad \text{Ec. 61}$$

Donde:

Q<sub>P</sub> = caudal de diseño (m<sup>3</sup>/hora)

C<sub>S</sub> = carga superficial (1m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hora)

### Volumen del sedimentador

$$V_S = Q_P \cdot R \quad \text{Ec. 62}$$

Donde:

$Q_P$  = caudal de diseño (m<sup>3</sup>/hora)

R = Periodo de retención hidráulica, entre 1,5 a 2,5 horas (recomendable 2 horas).

### Longitud mínima del vertedero de salida

$$L_V = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{C_{hv}} \quad \text{Ec. 63}$$

Donde:

$Q_P$  = caudal de diseño (m<sup>3</sup>/hora)

$C_{hv}$  = carga hidráulica (m/hora)

### Volumen del digestor

$$V_d = \frac{70 \cdot P \cdot f_{cr}}{1000} \quad \text{Ec. 64}$$

Donde:

P = población (hab)

$f_{cr}$  = factor de capacidad relativa.

Tabla 38. Factor de capacidad relativa

TEMPERATURA	$f_{cr}$	DIGESTIÓN DE LODO
		(días)
5°	2.00	110
10°	1.40	76
15°	1.00	55
20°	0.70	40
>25°	0.50	30

Fuente: OPS, 2005

#### 2.2.4.4. Lecho de secado de lodos

Deshidrata los lodos estabilizados, de una manera muy económica y sencilla, ideal para comunidades pequeñas[37].

#### Carga de solidos que ingresa al sedimentador

$$C = Q \cdot SS \cdot (0,0864) \quad \text{Ec. 65}$$

Donde:

$Q$  = caudal de aguas residuales

$SS$  = solidos suspendidos en el agua residual cruda (análisis de laboratorio)

#### Masa de solidos

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \quad \text{Ec. 66}$$

Donde:

$C$  = carga de solidos (Kg de SS/día)

#### Volumen diario de lodos digeridos

$$Vld = \frac{Msd}{p_{lodo} \left( \frac{\%solidos}{100} \right)} \quad \text{Ec. 67}$$

Donde:

$Msd$  = masa de solidos (Kg de SS/día)

$p_{lodo}$  = densidad de lodos (1,04 Kg/lit)

$\% solidos$  = entre (8-12) %

#### Volumen de lodos a extraer del tanque

$$Vel = \frac{Vld \cdot Td}{100} \quad \text{Ec. 68}$$

Donde:

$Vld$  = volumen diario de lodos digeridos (lit/día)

$Td$  = tiempo de digestión en días

### Área del lecho de secado de lodos

$$Als = \frac{Vel}{Ha} \quad \text{Ec. 69}$$

Donde:

$Vel$  = volumen de lodos a extraerse ( $m^3$ )

$Ha$  = altura de aplicación (0.20-0.40) m

### 2.2.4.5. Filtro anaerobio de flujo ascendente / FAFA

Estructura útil para el tratamiento de agua residual de origen doméstico e industrial, consta de una biopelícula para la remoción de la materia orgánica en condiciones anaerobias, su geometría puede ser de forma circular o rectangular, con una altura de 3 a 13 metros de altura y diámetros de entre los 2 a 8 metros, la altura del material de empaqué varía entre el 50 y 70 por ciento de la altura útil del reactor[14].

### GEOMETRÍA DEL FAFA

#### Volumen total del FAFA

$$V_F = \frac{P \cdot D \cdot Cr \cdot TRH_{sf}}{1000} \quad \text{Ec. 70}$$

Donde:

$P$  = población (hab)

$D$  = dotación (lt/hab/día)

$Cr$  = contribución

$TRH_{sf}$  = tiempo de residencia hidráulica (días)

#### Área horizontal total del FAFA

$$A_F = \frac{V_F}{hm} \quad \text{Ec. 71}$$

Donde:

$V_f$  = volumen total del FAFA

$h_m$  = altura del lecho filtrante (m)

### Diámetro del FAFA

$$D_F = \sqrt{\frac{4 \cdot A_F}{\pi}} < 5,40m \quad \text{Ec. 72}$$

Donde:

$A_F$  = área horizontal total del FAFA

### EMPAQUE DEL FAFA

#### Volumen de vacíos

$$V_v = P \cdot D \cdot C_r \cdot TRH_{emp} \quad \text{Ec. 73}$$

Donde:

P = población (hab)

D = dotación (lt/hab/día)

$C_r$  = contribución

$TRH_{emp}$  = tiempo de residencia hidráulica del empaque (días)

Tabla 39. Tiempo de retención hidráulica del empaque ( $TRH_{emp}$ )

Concentración de materia orgánica afluente ( $DBO5_{TOTAL}$ , mg/l)	Rango de tiempo de retención hidráulica (h)	Tiempo recomendado para el diseño (h)
50 – 80	3 – 12	5.25
90 – 300	2.5 – 12	5.25
300 – 1000	2.5 – 12	5.25
1000 – 5000	3 – 12	7

Fuente: ABNT, normativa Brasileira 1982

### **Volumen empaque**

$$V_E = \frac{V_v}{Pr} \quad \text{Ec. 74}$$

Donde:

$V_v$  = volumen de vacíos

$Pr$  = porosidad

### **Área horizontal real**

$$A_R = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \text{Ec. 75}$$

Donde:

$D$  = diámetro

### **Altura empaque**

$$A_E = \frac{V_E}{A_F} \quad \text{Ec. 76}$$

Donde:

$V_E$  = volumen del empaque

$A_F$  = área horizontal total

### **Tiempo de retención**

$$TRC = \frac{V_F}{Q_{ms}} \quad \text{Ec. 77}$$

Donde:

$V_f$  = volumen total del filtro

$Q_{ms}$  = caudal medio sanitario

### **2.2.5. Fase de propuesta técnica**

Es el procedimiento que se llevó a cabo para la obtención de cálculos, planos y el análisis de precios unitarios, con un presupuesto referencial del costo del proyecto de alcantarillado sanitario, pluvial y planta de tratamiento.

#### **2.2.5.1. Obtención de planos**

A partir del levantamiento topográfico de la zona del proyecto, con ayuda del software Civil 3D, se realizó todos los planos en los que incluye, superficie, alineamientos, implantaciones y detalles.

#### **2.2.5.2. Análisis de precios unitarios**

El realizar un análisis de precios unitarios, nos permite estimar un valor referencial del costo total de la obra, adicional mente nos permite conocer las actividades a ser realizadas de cada rubro.

## CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1.ALCANTARILLADO SANITARIO

#### 3.1.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño (t) establecido para este proyecto es de 25 años.

#### 3.1.2. Promedio de personas por hogar

$$Pph = \frac{\#habitantes}{\#hogares} \quad \text{Ec. 27}$$

$$Pph = \frac{91,348 \text{ habitantes}}{23,166 \text{ hogares}}$$

$$Pph = 3,94 \text{ habitantes/ hogar}$$

$$\# \text{ Habitantes/ vivienda } 3,94 \therefore 4$$

#### 3.1.3. Resultado de población actual

Según la junta regional de agua potable de la comunidad Vinchoa Central el número de usuarios es de 185 beneficiarios (viviendas).

$$Pa = \#de \text{ viviedad} * Pph \quad \text{Ec. 28}$$

$$Pa = 185 * 4$$

$$Pa = 740 \text{ hab}$$

#### 3.1.4. Resultado de tasa de crecimiento

$$r = \frac{\text{Año 1} + \text{Año 2}}{2} \quad \text{Ec. 78}$$

$$r = \frac{1,95\% + 2,10\%}{2}$$

$$r = 2,03\%$$

### 3.1.5. Resultado población futura

Tabla 40. Población futura por medio de los tres métodos

AÑO	METODO GEOMETRICO			METODO ARITMETICO			METODO EXPONENCIAL		
	$Pf = Pa \cdot (1 + r)^n$			$Pf = Pa \cdot (1 + r \cdot n)$			$Pf = Pa \cdot e^{r \cdot n}$		
	<b>Pa=</b>	740	Hab	<b>Pa=</b>	740	Hab	<b>Pa=</b>	740	Hab
	<b>r=</b>	2,03	%	<b>r=</b>	2,03	%	<b>r=</b>	2,03	%
	<b>n=</b>	25	años	<b>n=</b>	25	años	<b>n=</b>	25	años
	<b>Pf=</b>	1224	Hab	<b>Pf=</b>	1116	Hab	<b>Pf=</b>	1229	Hab
2021	740			740			740		
2022	756			756			756		
2023	771			771			771		
2024	786			786			787		
2025	802			801			803		
2026	819			816			820		
2027	835			831			836		
2028	852			846			853		
2029	870			861			871		
2030	887			876			889		
2031	905			891			907		
2032	924			906			926		
2033	942			921			945		
2034	961			936			964		
2035	981			951			984		
2036	1001			966			1004		
2037	1021			981			1024		
2038	1042			996			1045		
2039	1063			1011			1067		
2040	1085			1026			1089		
2041	1107			1041			1111		
2042	1129			1056			1134		
2043	1152			1071			1157		
2044	1175			1086			1181		
2045	1199			1101			1205		
2046	1224			1116			1230		

Fuente: Autor

Ideal para este proyecto la población futura obtenida por el método geométrico de 1224 habitantes.

### 3.1.6. Resultado densidad poblacional

$$Dp = \frac{Pf}{A} \quad \text{Ec. 29}$$

$$Dp = \frac{1224 \text{ hab}}{40,14 \text{ ha}}$$

$$Dp = 30,48 \text{ hab/ha} \therefore 30 \text{ hab/ha}$$

### 3.1.7. Resultado Dotación agua potable

Para el diseño de este proyecto se optó una dotación de 120 lt/hab/día, equivalente a una población de hasta 5000hab en clima frío según la Norma para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

$$Df = (Da + 1 (lt/hab/día)) * n \quad \text{Ec. 30}$$

$$Df = (120lt/hab/día + 1 (lt/hab/día)) * 25$$

$$Df = 145 \text{ lt/hab/día}$$

### 3.1.8. Resultado de caudales de agua potable

#### 3.1.8.1.Resultado caudal medio de agua potable

$$Qmd \text{ Ap} = \frac{Pf * Df}{86400} \quad \text{Ec. 31}$$

$$Qmd \text{ Ap} = \frac{1224 * 145}{86400}$$

$$Qmd \text{ Ap} = 2,00 \text{ lt/s}$$

#### 3.1.8.2. Resultado caudal medio sanitario

El coeficiente de retorno será de C=0.8, valor que varía entre el (60-80) % según el INEN.

$$Qmds = C. Qmd \quad \text{Ec. 32}$$

$$Qmds = (0,8). (2,00 \text{ lt/s})$$

$$Qmds = 1,60 \text{ lt/s}$$

### 3.1.9. Resultados caudales de diseño alcantarillado sanitario

#### 3.1.9.1.Resultado coeficiente de mayoración

Según Harmon, valido para poblaciones de entre (1000 – 100000) hab.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Ec. 8}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{1,224}}$$

$$M = 3,74$$

El valor de  $M = 3.74$  está dentro del rango de  $2,00 > M < 3,80$

#### 3.1.9.2.Resultado caudal instantáneo

$$Q_{int} = M \cdot Q_{mds} \quad \text{Ec. 33}$$

$$Q_{int} = (3,74)(1,60 \text{ lt/s})$$

$$Q_{int} = 5,99 \text{ lt/s}$$

#### 3.1.9.3.Resultado caudal de infiltración

$$Q_{inf} = I \cdot L \quad \text{Ec. 5}$$

$$Q_{inf} = (0,0005 \text{ lt/s/m}) \cdot (6546,98 \text{ m})$$

$$Q_{inf} = 3,27 \text{ lt/s}$$

#### 3.1.9.4.Resultado caudal conexiones erradas

Será un porcentaje entre el (5 – 10) % del valor del caudal instantáneo.

$$Q_e = (0,10\%) \cdot (5,99 \text{ lt/s}) \quad \text{Ec. 79}$$

$$Q_e = 0,60 \text{ lt/s}$$

### 3.1.9.5. Resultado caudal de diseño

$$Q_{tr} = Q_{int} + Q_{inf} + Q_e \quad \text{Ec. 11}$$

$$Q_{tr} = (5,99 \text{ lt/s}) + (3,27 \text{ lt/s}) + (0,60 \text{ lt/s})$$

$$Q_{tr} = 9,88 \text{ lt/s}$$

### 3.1.10. Resultado gradiente hidráulica

Para los siguientes cálculos típicos se tomará como referencia los valores del Pozo 1 al Pozo 2

$$P_d = \frac{P_o - P_f}{L_t} \quad \text{Ec. 34}$$

$$P_d = \frac{2744,81\text{m} - 2744,32\text{m}}{21,67\text{m}}$$

$$P_d = 0,0226\text{m} \therefore 2,26\%$$

### 3.1.11. Resultado diámetro de la tubería

$$Q_d = \frac{39}{125 \cdot n} \cdot \phi^{8/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 36}$$

$$\phi = \left( \frac{Q_d \cdot n}{(0,312) \cdot P_d^{0.5}} \right)^{3/8}$$

$$\phi = \left( \frac{(0,00003 \text{ m}^3/\text{s}) \cdot 0,011}{(0,312) \cdot (0,0226\text{m})^{0.5}} \right)^{3/8}$$

$$\phi = 0,012\text{m} \therefore 12\text{mm}$$

Tomando en cuenta lo que establece la normativa, partiremos asumiendo una tubería con un diámetro de 200mm en PVC, y continuaremos con diámetros de 250mm, según lo requiera el cálculo de los demás tramos.

### 3.1.12. Resultado pendiente máxima y mínima

$$V = \frac{397}{1000 \cdot n} \cdot \phi^{2/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 35}$$

$$P_d = \left( \frac{V \cdot n \cdot 1000}{397 \cdot \phi^{2/3}} \right)^2$$

$$\bullet P_{d\text{máx}} = \left( \frac{(2,16\text{m/s}) \cdot (0,011) \cdot 1000}{397 \cdot (0,25\text{m})^{2/3}} \right)^2$$

$$P_{d\text{máx}} = 22,74 \%$$

$$\bullet P_{d\text{mín}} = \left( \frac{(0,6\text{m/s}) \cdot (0,011) \cdot 1000}{397 \cdot (0,25\text{m})^{2/3}} \right)^2$$

$$P_{d\text{mín}} = 1,75 \%$$

### 3.1.13. Resultado de caudal a tubería completamente llena

$$Q_d = \frac{39}{125 \cdot n} \cdot \phi^{8/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 36}$$

$$Q_d = \frac{39}{125 \cdot (0,011)} \cdot (0,25\text{m})^{8/3} \cdot \sqrt{(0,02274\text{m})}$$

$$Q_d = 0,10611\text{m}^3/\text{s} \quad \therefore 106,11 \text{ lt/s}$$

### 3.1.14. Resultado de velocidad a tubería completamente llena

$$V = \frac{397}{1000 \cdot n} \cdot \phi^{2/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 35}$$

$$V = \frac{397}{1000 \cdot (0,011)} \cdot (0,25\text{m})^{2/3} \cdot \sqrt{(0,02274\text{m})}$$

$$V = 2,16 \text{ m/s}$$

Los valores mínimos y máximos de velocidad que establece la norma para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes es de (0,06 – 4,50) m/s, para tuberías en plástico rígido o PVC se aceptan velocidades mínimas y máximas de hasta (0,3 – 9,0) m/s, según certificación de la norma INEN y el fabricante.

### 3.1.15. Resultado radio hidráulico

$$Rh = \frac{D}{4} \quad \text{Ec. 39}$$

$$Rh = \frac{0,25m}{4}$$

$$Rh = 0,0625m$$

### 3.1.16. Resultado a tubería parcialmente llena

#### 3.1.16.1. Resultado ángulos

$$\bullet \quad \beta = \cos^{-1} \left( \frac{\frac{D_o}{2} - YN}{D_o/2} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{\frac{0,25m}{2} - 0,01334m}{\frac{0,25m}{2}} \right)$$

$$\beta = 26,71^\circ$$

$$\bullet \quad \theta = 2 \cdot \beta$$

$$\theta = 2 \cdot (26,71^\circ)$$

$$\theta = 53,42^\circ \therefore 0,93 \text{ rad}$$

#### 3.1.16.2. Resultado área hidráulica

$$A = 0,125 \cdot (\theta_{rad} - \sin \theta) \cdot D_o^2 \quad \text{Ec. 37}$$

$$A = 0,125 \cdot (0,93_{rad} - \sin 53,42^\circ) \cdot (0,25m)^2$$

$$A = 0,0009 \text{ m}^2$$

#### 3.1.16.3. Resultado perímetro mojado

$$P_m = 0,5 \cdot \theta \cdot D_o \quad \text{Ec. 38}$$

$$P_m = 0,5 \cdot (0,93_{rad}) \cdot (0,25m)$$

$$P_m = 0,1163 \text{ m}$$

**3.1.16.4. Resultado radio hidráulico**

$$Rh = \frac{A}{P_m} \quad \text{Ec. 39}$$

$$Rh = \frac{0,0009 \text{ m}^2}{0,1163 \text{ m}}$$

$$Rh = 0,008 \text{ m}$$

**3.1.16.5. Resultado velocidad**

$$V = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot Pd^{1/2} \quad \text{Ec. 35}$$

$$V = \frac{1}{0,011} \cdot (0,008 \text{ m})^{2/3} \cdot (0,02274\text{m})^{1/2}$$

$$V = 0.39 \text{ m/s}$$

**3.1.16.6. Resultado energía específica**

$$E = Y_n + \frac{V^2}{2 \cdot (9,81)} \quad \text{Ec. 40}$$

$$E = 0,01334\text{m} + \frac{(0.39 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$E = 0.021 \text{ kg.m/kg}$$

**3.1.16.7. Resultado altura hidráulica**

$$D = \frac{A}{T} \quad \text{Ec. 42}$$

$$D = \frac{0,0009 \text{ m}^2}{0,11 \text{ m}}$$

$$D = 0,008\text{m}$$

### 3.1.16.8. Resultado ancho superficial

$$T = \sin(0,5 \cdot \theta) \cdot D_0 \quad \text{Ec. 43}$$

$$T = \sin(0,5 \cdot (53,42^\circ)) \cdot (0,25m)$$

$$T = 0,12 m$$

### 3.1.16.9. Resultado número de Froude

$$F = \frac{V}{\sqrt{9,81 \cdot D}} \quad \text{Ec. 41}$$

$$F = \frac{0,33 m/s}{\sqrt{(9,81 m/s^2) \cdot (0,008m)}}$$

$$F = 1,1$$

Podemos referirnos como un flujo supercrítico debido que  $F > 1$ , ocurre con grandes velocidades

### 3.1.16.10. Resultado tensión tractiva

$$t = \rho \cdot g \cdot Rh \cdot P_d \quad \text{Ec. 44}$$

$$t = (1000 kg/m^3) \cdot (9,81 m/s^2) \cdot (0,008 m) \cdot (0,02274m)$$

$$t = 2,71 Pa$$

La tensión tractiva superior a **1Pa** garantiza la fuerza de arrastre de los sólidos.

## 3.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL

### 3.2.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño (t) establecido para este proyecto pluvial es de 30 años, con un mantenimiento cada 5 años, que garantice su vida útil, de acuerdo a la normativa de diseño de la EMAAP-Q.

### 3.2.2. Resultado coeficiente de escorrentía superficial

<b>Superficie</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>C*A</b>
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85	1,26	1,07
Adoquinados	0,75	0,34	0,23
Superficies no pavimentadas	0,20	1,41	0,28
	<b>Σ=</b>	3,01	1,06

Fuente: Autor

$$C = \frac{(\sum C_i \cdot A_i)}{\sum A} \quad \text{Ec. 17}$$

$$C = \frac{1,06}{3,01}$$

$$C = 0,35$$

### 3.2.3. Resultado de estudios hidrológicos

#### 3.2.3.1. Temperatura ambiental

En la ciudad de Guaranda, en la parroquia Veintimilla donde se ubica la comunidad Vinchoa Central, según el plan de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gad del Cantón Guaranda, la temperatura media anual es de 7°C para los meses de noviembre hasta abril y de 22°C entre los meses de mayo a octubre, obteniendo una temperatura promedio de 14.5 °C.

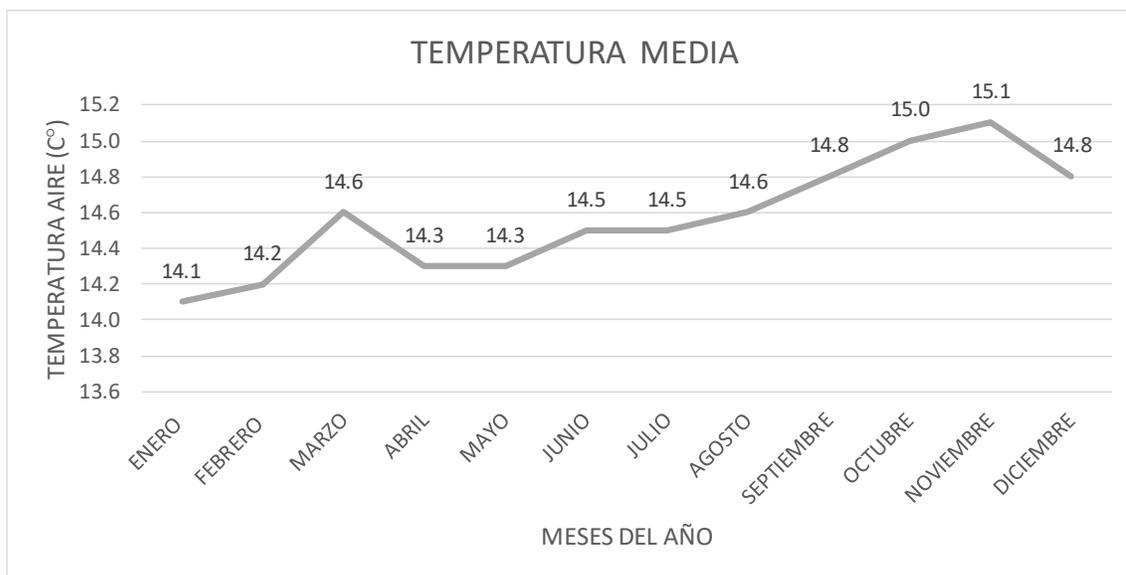


Ilustración 13. Temperatura media anual del aire, estación Laguacoto  
Fuente: Anuario meteorológico, INAMHI, estación M1107

### 3.2.3.2. Humedad

En base a los anuarios dispuestos por el Instituto nacional de meteorología e hidrología, se obtuvo un valor de humedad promedio de 64%, con los datos presentes en la siguiente gráfica.

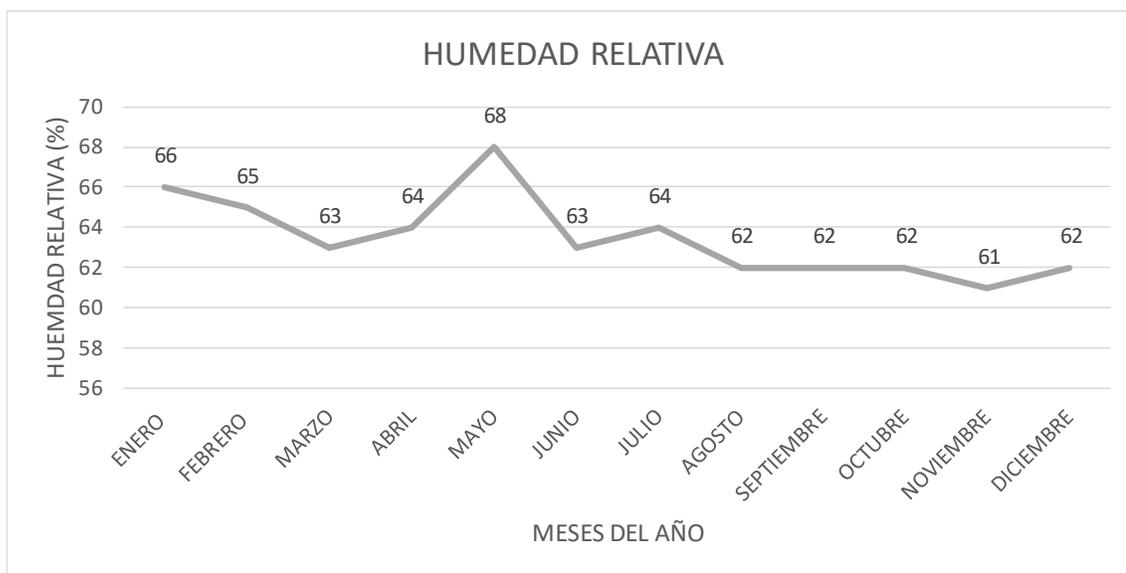


Ilustración 14. Humedad relativa anual, estación Laguacoto  
Fuente: Anuario meteorológico, INAMHI, estación M1107

### 3.2.3.3. Nubosidad

Un valor promedio de 5 (Octas) es el dispuesto por el Instituto nacional de meteorología e hidrología, en base a los siguientes datos.

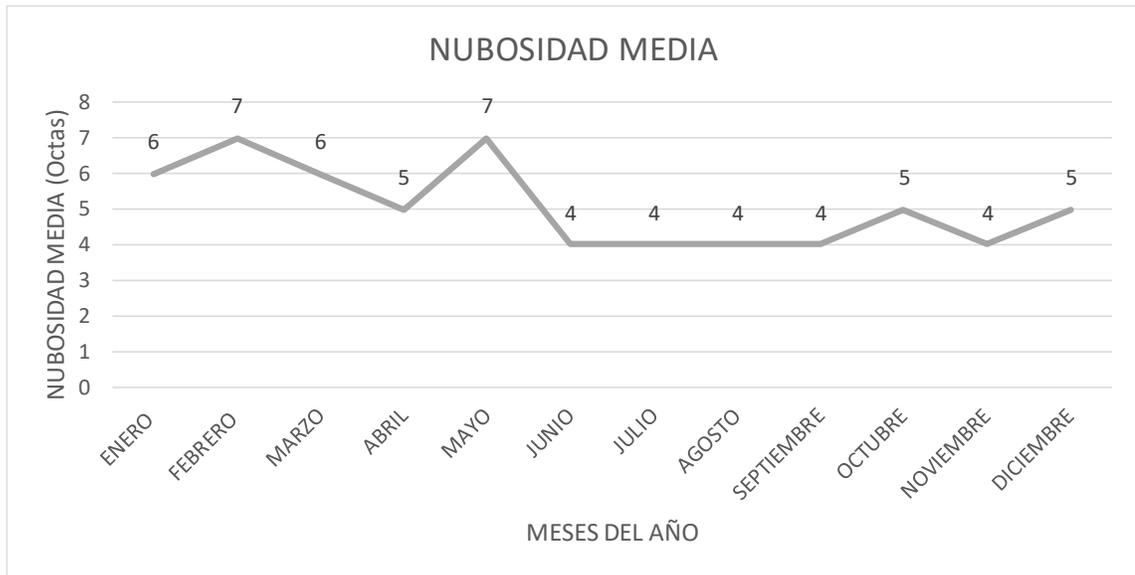


Ilustración 15. Nubosidad media anual, estación Laguacoto  
Fuente: Anuario meteorológico, INAMHI, estación M1107

### 3.2.4. Resultado de intensidad

Para la obtención de los siguientes cálculos típicos se tomó en consideración el tramo del Pozo 1 al Pozo 2

$$I = \frac{K \cdot T^n}{t^n} \quad \text{Ec. 18}$$

$$I = \frac{(174,8695) \cdot (5)^{0,1457}}{(5)^{0,459}}$$

$$I = 105,62 \text{ (lt/s/Ha)}$$

### 3.2.5. Resultado de caudal

$$Q = A \cdot I \quad \text{Ec. 80}$$

$$Q = (0,14 \text{ Ha}) \cdot (105,62 \text{ lt/s/Ha})$$

$$Q = 14,77 \text{ lt/s}$$

### 3.2.6. Resultado de tiempo de concentración

El tiempo de concentración indicado por la norma de diseño de la EMAAP-Q es de 5min, valor indicado para zonas urbanas en tramos iniciales.

### 3.2.7. Resultado de diámetro de tubería

En base a lo determinado por la normativa ecuatoriana se optó por la utilización de los diámetros comerciales de 250mm, 315mm, 400mm y 500mm en tuberías de PVC, según los cálculos para cada tramo, con una profundidad mínima de 1,20 metros más el diámetro de la tubería como lo indica la norma.

### 3.2.8. Resultado de pendiente de terreno

Cálculos típicos en el tramo uno del Pozo 1 al Pozo 2

$$P_d = \frac{P_o - P_f}{L_t} \quad \text{Ec. 34}$$

$$P_d = \frac{2736,33 \text{ m} - 2724,85 \text{ m}}{71,08 \text{ m}}$$

$$P_d = 161,51 \%$$

### 3.2.9. Resultado de pendiente mínima y máxima

$$V = \frac{397}{1000 \cdot n} \cdot \phi^{2/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 35}$$

$$P_d = \left( \frac{V \cdot n \cdot 1000}{397 \cdot \phi^{2/3}} \right)^2$$

$$\bullet P_{d\text{máx}} = \left( \frac{(5,63\text{m/s}) \cdot (0,011) \cdot 1000}{397 \cdot (0,25\text{m})^{2/3}} \right)^2$$

$$P_{d\text{máx}} = 154,51 \%$$

$$\bullet P_{d\text{mín}} = \left( \frac{(0,6\text{m/s}) \cdot (0,011) \cdot 1000}{397 \cdot (0,25\text{m})^{2/3}} \right)^2$$

$$P_{d\text{mín}} = 1,75 \%$$

### 3.2.10. Resultado de caudal a tubería completamente llena

$$Q_d = \frac{39}{125 \cdot n} \cdot \phi^{8/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 36}$$

$$Q_d = \frac{39}{125 \cdot (0,011)} \cdot (0,250m)^{8/3} \cdot \sqrt{(0,15447m)}$$

$$Q_d = 0,27622m^3/s \quad \therefore \quad 276,22lt/s$$

### 3.2.11. Resultado velocidad a tubería completamente llena

$$V = \frac{397}{1000 \cdot n} \cdot \phi^{2/3} \cdot \sqrt{P_d} \quad \text{Ec. 35}$$

$$V = \frac{397}{1000 \cdot (0,011)} \cdot (0,250m)^{2/3} \cdot \sqrt{(0,15447m)}$$

$$V = 5,63 \text{ m/s}$$

### 3.2.12. Resultado a tubería parcialmente llena

#### 3.2.12.1. Resultado ángulos

$$\bullet \quad \beta = \cos^{-1} \left( \frac{\frac{D_o}{2} - YN}{D_o/2} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{\frac{0,25m}{2} - 0,014m}{\frac{0,25m}{2}} \right)$$

$$\beta = 27,37^\circ$$

$$\bullet \quad \theta = 2 \cdot \beta$$

$$\theta = 2 \cdot (27,37^\circ)$$

$$\theta = 54,75^\circ \quad \therefore \quad 0,95 \text{ rad}$$

**3.2.12.2. Resultado área hidráulica**

$$A = 0,125 \cdot (\theta_{rad} - \sin \theta) \cdot D_o^2 \quad \text{Ec. 37}$$

$$A = 0,125 \cdot (0,95_{rad} - \sin 54,7^\circ) \cdot (0,25m)^2$$

$$A = 0,00194m^2$$

**3.2.12.3. Resultado perímetro mojado**

$$P_m = 0,5 \cdot \theta \cdot D_o \quad \text{Ec. 38}$$

$$P_m = 0,5 \cdot (0,95_{rad}) \cdot (0,25m)$$

$$P_m = 0,011 m$$

**3.2.12.4. Resultado radio hidráulico**

$$Rh = \frac{A}{P_m} \quad \text{Ec. 39}$$

$$Rh = \frac{0,00194 m^2}{0,011 m}$$

$$Rh = 0,018 m$$

**3.2.12.5. Resultado velocidad**

$$V = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot Pd^{1/2} \quad \text{Ec. 35}$$

$$V = \frac{1}{0,011} \cdot (0,018m)^{2/3} \cdot (0,15447m)^{1/2}$$

$$V = 2,43 m/s$$

**3.3.DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO**

### 3.3.1. Resultado diseño de cribado

DISEÑO DE REJAS PARA SÓLIDOS GRUESOS					
PROYECTO PTAR VINCHOA CENTRAL					
ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	SIMBOLOGIA	OBSERVACION
REJAS	Espesor	2.00	cm	$d_b$	Espesor de cada barrote
		0.02	m		
	Inclinación	45.00	°	$\theta$	Angulo de inclinación con la horizontal
	Separación	4.00	cm	C	Espaciamiento libre entre barras
0.04		m			
FLUJO	Caudal	9.88	l/s	Q	Caudal máximo en el ultimo pozo de revisión
		0.01	m <sup>3</sup> /s		
CANAL	Tirante Hidráulico	0.15	m	h	Altura de agua desde el fondo del canal
	Ancho Canal	0.60	m	W	Ancho canal desripiador
	Bordo Libre	0.30	m	$h_b$	Altura de seguridad
CALCULO DE LA REJA	Area del Canal	0.09	m <sup>2</sup>	A	Area del Canal
	Velocidad	0.11	m/s		Velocidad antes de la reja (aproximación)
	Longitud Reja	0.64	m	L	Longitud de la Reja
	Número de Espacios	9.33	u	n	Número de espacios calculados
		9.00	u		Número de espacios diseño
	Número de Barras	8.00	u	n-1	Número de Barras diseño
	Velocidad de Acercamiento	0.114	m/s	$V_a$	Aguas arriba de la barra
	Area Rejilla	0.02	m <sup>2</sup>	$A_r$	Area de todas las rejillas
	Velocidad Rejilla	0.15	m/s	$V_r$	Velocidad a través de la reja
	Pérdida Hidráulica		0.00	m	$h_L$
0.07			cm		
0.69			mm		

ARREGLO DE BARRAS CALCULADO	Ancho Canal	0.60	m	W	Ancho canal desripiador	
	Número de Barras	8.00	u	n-1	Número de Barras diseño	
	Espesor	0.02	m			
	Ancho total barras	0.16	m		Suma del ancho de todas las barras	
	Número de Espacios	9.00	u			
	Separación	0.04	m			
	Ancho total libre	0.36	m		Suma de los espacios libres entre barras	
	Ancho Total	0.52	m	<b>RECALCULAR</b>	Suma espacios libres y anchos de barras	
ARREGLO DE BARRAS DISEÑO	Ancho a cada lado	0.04	m		Long. desde la pared del canal a la rejilla	
	Espesor	0.02	m			
	Separación*	0.032	m		Nuevo espaciamiento entre Barras	
	Número de Barras*	11	u		Asumir un número de barras	
	Número de Espacios	12	u		Número de espacios	
	Ancho total barras*	0.22	m			
	Ancho total libre*	0.38	m			
	Ancho Total*	0.60	m	<b>OK</b>		
RECALCULO PERDIDA DE CARGA	Velocidad de Acercamiento	0.114	m/s	$V_a$	Aguas arriba de la barra	
	Area Rejilla	0.03	m <sup>2</sup>	$A_r$	Area de todas las rejillas	
	Velocidad Rejilla	0.17	m/s	$V_r$	Velocidad a través de la reja	
	Pérdida Hidráulica		0.00	m	$h_L$	Pérdida Hidráulica en la reja
			0.12	cm		
		1.25	mm			

### 3.3.2. Resultado diseño canal rectangular

DISEÑO DE CANAL RECTANGULAR MAX. EFICIENCIA PROYECTO PTAR VINCHOA CENTRAL					
ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	SIMBOLOGIA	OBSERVACION
DATOS	Caudal de Diseño	9.88	l/s	Qd	Caudal de Diseño, igual al cribado
		0.01	m <sup>3</sup> /s		
	Pendiente del Canal	7.69	o/oo	S	Tratar de mantener la de la tubería de llegada, en uno/mil
	Coef. Manning	0.013		n	Coeficiente Manning Hormigón
FLUJO	Tirante de Agua	0.08	m	h calc.	Tirante de agua para máx. Eficiencia - Ec. Manning
		0.09	m	h diseño	
	Ancho Canal	0.18	m	b	Ancho canal - Máx. Eficiencia
	Area Hidráulica	0.02	m <sup>2</sup>	A	Area Hidráulica - mojada
VERIFICACION	N. Froude	0.77	Fr	Fr	Froude < 1 , garantizar flujo subcrítico
		<b>FLUJO SUBCRITICO</b>			
	Velocidad	0.60	m/s	V	0.6 m/s < V < 2 m/s , garantizar velocidad autolimpiante
		<b>OK</b>	<b>CUMPLE-Velocidad Autolimpiante</b>		

### 3.3.3. Resultado diseño desarenador

DISEÑO DESARENADOR PROYECTO PTAR VINCHOA CENTRAL					
ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	SIMBOLOGIA	OBSERVACION
DATOS	Diámetro Partícula	0.20	mm	d	Diametro maximo de partícula PTAR 0.2 mm
	Caudal	9.88	l/s	$Q_{dis}$	Caudal de Diseño igual a canal entrada
	Coef. Manning	0.01		n	Coefficiente de Maning Hormigón
VELOCIDAD ESCURRIMIENTO	Cte. Caída Partícula	44.00		a	Constante de Caída en funció del diámetro de la partícula
	Velocidad Escurrimiento	19.68	cm/s	Vd	Velocidad de Escurrimiento (E. Camp)
		0.20	m/s		
CAMARA SEDIMENTACION	Ancho	0.25	m	B	(H/B) entre 0.8 y 1
	Altura	0.20	m	H	Altura de la cámara de sedimentación del desarenador E. Continuidad
		0.20	m	$H_{dis}$	
	H/B	0.80		H/B	<b>NO Cumple Condicion</b>
TIPO DE FLUJO CANAL INGRESO	Velocidad Ingreso	0.60	m/s	V	Velocidad de Flujo del canal de ingreso al desarenador
	Radio hidráulico	0.05	m	$R_h$	Radio Hidráulico del Canal de Ingreso
	Viscosidad Cinemática	1.01E-06	m <sup>2</sup> /s	$\nu$	Viscosidad Cinemática
	N. Reynolds	28826.44		Re	Tipo de flujo
VELOCIDAD DE SEDIMENTACION	<b>FLUJO LAMINAR</b>				
	Velocidad Sedimentación	2.41 0.0241	cm/s m/s	$V_s$	Velocidad de Sedimentación según diámetro de partícula (Tabla No. 2) para flujo laminar
TIEMPO DE RETENCION	<b>FLUJO LAMINAR</b>				
	Tiempo de Retención	8.29	s	$TR_{Laminar}$	Tiempo que demora la partícula en caer desde la superficie al fondo en un flujo laminar
LONGITUD CAMARA SEDIMENTACION	<b>FLUJO LAMINAR</b>				
	Coef. Seguridad	1.23		K	Coef. De seguridad para desarenadores de baja velocidad por posibles efectos de turbulencia (Tabla No. 3)
	Longitud de Cámara	2.01		L	Longitud de Cámara de Sedimentación para un flujo laminar
2.10			$L_{dis}$	Longitud de Cámara de Sedimentación diseño	
TRANSICIONENTRADA Y SALIDA	Espejo de Agua Cámara	0.25	m	$T_2$	Espejo de Agua en la Cámara de Sedimentación
	Espejo de Agua Canal	0.18	m	$T_1$	Espejo de Agua en el Canal de Ingreso
	Longitud de Transición	0.16	m	$L_T$	Longitud de Transición con un ángulo de 12.5°
		0.20	m	$L_T$ Diseño	

### 3.3.4. Resultado diseño tanque IMHOFF

DISEÑO TANQUE IMHOFF					
COMUNIDAD VINCHO CENTRAL - GUARANDA					
ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	OBSERVACIÓN	
<b>DATOS</b>	Q diseño Alcantarillado Sanitario	9.88	lt/s	Caudal de diseño	
	Poblacion	1224	hab	Población calculada	
	Dotacion	145	lt/hab.día	Dotacion agua potable	
	Coef.retorno C	0.80	C		
	Tiempo Retencion Hidraulica	1.50	hora		
	Temperatura	20	°C	Temperatura en el citio	
	Fecha de la Muestra	8/4/2121	dd/mm/aa	Fecha	
<b>SEDIMENTADOR</b>	Qdiseño	141.98	m3/día	Caudal de diseño	
	Carga superficial	1.00	m3/m2.hora	Norma IEOSS pag.351	
	Área	5.92	m2		
	Volumen	8.87	m3		
	Pendiente fondo	53.13	°	Norma IEOSS pag.351	
	<b>TANTEO</b>				
	Base	1.75	m	Valor inicial impuesto	
	Altura	1.17	m	Altura del sedimentador	
	Largo	8.69	m		
	Largo/Base	4.97	m/m	<b>Ok</b>	
	Altura real	1.45	m	Real Calculado	
	Velocidad horizontal	0.094	cm/s	<b>Ok</b>	

<b>DISEÑO TANQUE IMHOFF</b>	Factor de Capacidad relativa	<b>0.70</b>		Ingresar dato de tabla 1
	Espesor paredes del sedimentador	<b>20</b>	cm/s	
	Ancho minimo espacio pared sedimentador al digestor	<b>1.00</b>	m	Recomendado
	Comprobacion de áreas	<b>14.00</b>	m <sup>2</sup>	
	Altura de lodos minimo	<b>2.06</b>	m	
	B digest total	<b>4.15</b>	m	
	Volumen drear de lodos	<b>59.98</b>	m <sup>3</sup>	
	Borde libre	<b>0.30</b>	m	
	Espaciamiento entre sedimentador-digestor	<b>0.50</b>	m	Norma IEOSS pag.352
	Frecuencia de extraccion de lodos	<b>40</b>	días	Ingresar dato de tabla 1
	Volumen de lodos	<b>12.73</b>	m <sup>3</sup>	Fango húmedo
	Pendiente de fondo	<b>44.90</b>	°	<b>OK</b>
	Altura de lodos=	<b>0.50</b>	m	

### 3.3.5. Resultado diseño lecho de secad de lodos

DISEÑO LECHO DE SECADO DE LODOS PTAR VINCHOA CENTRAL				
ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
DATOS	Caudal de diseño	9.88	lt/s	Caudal medio de aguas residuales
	Población	1224	hab	
	Sólidos Suspendidos	123.91	mg/l	Resultados del análisis del Laboratorio
	Contribucion percapita	105.77	%	
	% solidos contenidos en lodo	0.12	gr.SS/hab.día	Dato varia entre [8-12%]
	Temperatura	20	°C	LISTA DE VALORES DE TEMP.
DIMENSIONAMIENTO	Profundidad de aplicacion Ha	0.40	m	Dato varia entre [0.20-0.40m]
	Carga de solidos	129.47	kg.SS/día	
	Masa de solidos en el lodos	42.08	kg.SS/día	
	g lodos	1.04	kg/l	Densidad de los lodos
	Volumen diario de lodos digeridos	337.15	m <sup>3</sup>	
	Volumen de lodos a extraerse	13.49	m <sup>3</sup>	
	Area del lecho de secado	33.72	m <sup>2</sup>	
	Ancho del lecho de secado	6.00	m	Para instalaciones grandes >10 valores entre [3-6]
Longitud del lecho de secado	5.60	m		

### 3.3.6. Resultado diseño Filtro anaerobio de flujo ascendente / FAFA

DISEÑO DE FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE - PTAR VINCHOA CENTRAL				
ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
DATOS	Población	612	hab	
	Dotación agua potable	145	lt/hab/día	
	Coefficiente de Retorno	0.80	%	
	Profundidad Util FAFA	3.00	m	OK
	Porosidad Material Empaque	0.45	-	Arena o Grava (bien graduada)=0.40-0.50
	Tiempo de Retención Hidráulica por falta de flujo	0.50	s	Ver Tabla 1 - En función de la temp. media del mes más frío del año
	Demanda Química de Oxígeno	1136.00	Mg/lt	DQO Resultados Obtenidos de los Análisis Físico - Químicos del A.R.
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	493.90	Mg/lt	DBO5 Resultados Obtenidos de los Análisis Físico - Químicos del A.R.
	Temperatura Ambiental	7	°C	Temperatura media del mes más frío del año
	Tiempo de Retención Hidráulica Empaque	5.25	s	Ver Tabla 2 - En función de la Deman Bioquímica de Oxígeno (5 días)
GEOMETRIA	Caudal Medio Diario Sanitario	0.82	lt/s	Caudal Medio Diario Sanitario en función de la Población y Dotación sin tomar en consideración caudal de conexiones erradas y caudal infiltración
		70.99	m3/día	
		2.96	m3/hora	
		70992.00	lt/día	
	Volumen Total del Filtro	56.79	m3	
	Area Horizontal Total	18.93	m2	
Diámetro del Filtro Circular	4.91	m	OK	
EMPAQUE	Volumen de Vacios	15.53	m3	Volumen de espacios/intersticios entre el material del lecho filtrante
	Volumen del Empaque	34.51	m3	Volumen total del Empaque incluido material y vacíos
	Area Horizontal Total	18.93	m2	
	Altura del Empaque Calculado	1.82	m	Altura del lecho filtrante calculado
	Altura del Empaque Diseño	1.90	m	Altura del lecho filtrante asumido para la construcción

<b>COMPROBACION</b>	Diámetro del Filtro Circular calculado	<b>4.91</b>	m	
	Diámetro del Filtro Circular diseño	<b>5.00</b>	m	<b>OK</b>
	Area horizontal real	<b>19.63</b>	m <sup>2</sup>	
	Tiempo de retencion hidraulico FAFA calculado	<b>0.80</b>	dias	<b>OK</b>
	Tiempo de retencion hidraulico FAFA asumido	<b>0.75</b>	s	
	Volumen util de cada filtro real	<b>49.09</b>	m <sup>3</sup>	
	Profundidad util real	<b>2.50</b>	m	Es la altura del empaque más 30 cm de material de soporte y 0.30 cm de comunidad bacteriana
	Velocidad superficial	<b>0.16</b>	m/hora	<b>OK</b>

## CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1.CONCLUSIONES

- Se logró por medio del uso del software CIVIL 3D disponer de la orografía de la comunidad de Vinchoa Central, dando como resultado un área de 40.14ha para el proyecto que es necesario para mejorar las condiciones socioeconómicas y calidad de vida del sector.
- Con la utilización de la estación total se realizó el levantamiento topográfico de la zona del proyecto, visando puntos en el eje y a cada lado de la vía, con el fin de obtener coordenadas necesarias para proceder a realizar el trabajo de escritorio con el apoyo del software CIVIL 3D.
- En base a la normativa y estudios previos se determinó un periodo de diseño para el alcantarillado sanitario y pluvial de la comunidad Vinchoa Central de  $t=25$  años y  $t=30$  años respectivamente, con tuberías de PVC y velocidades dentro de los límites estipulados por la normativa ecuatoriana, todo para garantizar la durabilidad y funcionalidad de la red.
- En función a los resultados de las caracterizaciones físico - químicas y bacteriológicas de las aguas servidas de la comunidad Vinchoa Central se diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales que consta de cribado, desarenado, tanque IMHOFF, FAFA y lecho de secado de lodos, evitando un impacto ambiental al afluente hídrico receptor.
- Se dispuso un presupuesto referencial de USD 1'976,844 con 11/100 centavos, con volúmenes y precios, útil para presentar la aprobación de prefactibilidad del proyecto.

## 4.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda un recorrido previo al lugar antes de hacer el levantamiento topográfico para identificar los posibles cambios de estación y analizar el desnivel y el declive de la zona.
- Se recomienda hacer trabajo de campo sobre la medición de aguas residuales industriales para obtener el rango de dicho valor ya que varía de acuerdo a cada función que cumple cada industria.
- Se sugiere a las autoridades competentes brindar el servicio de alcantarillado sanitario y pluvial según lo establece la constitución garantizando el desarrollo socio económico y la calidad de vida de todas las personas.
- Al momento de realizar un proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial se recomienda trabajar a la par, para disminuir el impacto que este tipo de proyectos conlleva.
- Para el cálculo se recomienda utilizar los datos y valores propuestos por las normativas vigentes para garantizar la efectividad del proyecto.
- Es necesario la utilización de una vestimenta apropiada para el trabajo al momento de la recolección del agua sanitaria, además del correcto manejo del agua a analizar, tomando en cuenta que, si se realiza los parámetros en un laboratorio fuera de la ciudad, el agua debe mantenerse en un recipiente apropiado con hielo para que no se altere la muestra.
- Previo al diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se recomienda realizar una caracterizaciones físico - químicas y bacteriológicas de las aguas servidas para evitar un sobre dimensionamiento e incremento de costos.
- Se propone un diseño por etapas al momento de realizar la planta de tratamiento de aguas residuales para evitar costos elevados al momento de la ejecución de la obra, y garantizar así su funcionabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Organización Mundial de la Salud, “Saneamiento”, jun. 14, 2019. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation> (consultado mar. 03, 2021).
- [2] Constitución de la Republica del Ecuador, “Constitución de la República del Ecuador 2008”, *Incluye Reformas*, pp. 1–136, 2008.
- [3] Secretaría Nacional del Agua y Ministerio del Ambiente, “Foro de los Recursos Hídricos”, 2020.
- [4] Secretaría Nacional del Agua, Agencia de Regulación y Control del Agua, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud Pública, y Agencia Nacional de Regulación y Control Sanitario, *Estrategia Nacional de Calidad del Agua*. Quito, 2016.
- [5] Secretaría del Agua, *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. 2016.
- [6] Secretaría del Agua, “Normas Para Estudio De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales, Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes.”, *Secr. del Agua*, núm. 6, p. 420, 2016.
- [7] Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia Bolívar”, *Ord. Prov.*, 2019.
- [8] D. Moya Medina, *METODOLOGÍA DE DISEÑO DEL DRENAJE URBANO*. 2018.
- [9] M. del P. Granados Celade, *Técnicas de proyecciones de población de áreas menores Aplicación y Evaluación*. 1987.
- [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*, 1a ed. Quito, 1992.
- [11] Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, “NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q”, *V&M Gráficas*, vol. 1, núm. 2, 2009.
- [12] A. Franco T, *Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. 2002.
- [13] S. A. Méndez Flores, “Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de la Urbanización San Emilio”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2011.
- [14] Comisión Nacional del Agua, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, 4a ed. D.F. México, 2015.
- [15] Ministerio del Agua y Viceministerio de Servicios Basicos, *Reglamento tecnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.*, vol. 3. La Paz, 2007.
- [16] R. A. López Cualla, *Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados*. 1995.
- [17] J. P. Gómez Gavilanes, “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad de Huaycopungo”, 2006.
- [18] Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, *Recomendaciones Para Redes De Alcantarillado*. 1998.

- [19] Comisión Nacional del Agua, *Alcantarillado Sanitario*. 2009.
- [20] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “CPE INEN 005-9-1 (1992): Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C. Normas Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1 000 Habitantes”, vol. 1, p. 293, 1992.
- [21] PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, *Código Organico de Organización Territorial Descentralizado.(COOTAD)*. 2018.
- [22] J. Ordóñez, *¿Qué Es Cuenca Hidrológica?*, vol. 1. 2011.
- [23] F. J. Aparicio Mijares, *Fundamentos De Hidrología De Superficie.*, vol. 53, núm. 9. 1989.
- [24] INAMHI 2015, “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación”, *Inst. Nac. Meteorol. e Hidrol.*, núm. 2, p. 282, 2015.
- [25] I. Bokova y G. Ryder, *Aguas Residuales el Recurso Desaprovechado, Naciones Unidas*, vol. 3. 2017.
- [26] Zaragoza, “Características de las aguas residuales”, p. 62, 2010.
- [27] M. Espigares Garcia y J. A. Pérez López, “Aguas Residuales. Composición”, 2014.
- [28] Ministerio de Ambiente del Ecuador, *Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua*, núm. 97. 2015.
- [29] D. Garcia-Pulido, I. Gallego-Alarcon, y C. Diaz-Delgado, “Software de ayuda al diseño y concepción de la fase de pretratamiento (DPTAR V1)”, *Ideas*, vol. 21, pp. 86–97, 2003.
- [30] Ministerio de Salud, Viceministerio de Políticas de Salud, Dirección de Salud Ambiental, OPS, y Organización Mundial de la Salud, *Propuesta de reglamento técnico salvadoreño para el diseño y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario para la zona rural*. 2016.
- [31] Centro de las nuevas tecnologías del agua-CENTA, “Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades”, 2012, pp. 17–30.
- [32] P. H. Dodane y M. Ronteltap, “Lechos de Secado sin Plantas”, en *Manejo de lodos fecales*, vol. Capítulo 7, 2014, pp. 139–151.
- [33] W. Dr. Ing. Wagner, “Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia”, 2010.
- [34] “eTrex 20 | Garmin”. <https://buy.garmin.com/es-MX/MX/p/87771#overview> (consultado abr. 26, 2021).
- [35] GAD Guaranda, *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2014-2025*. 2019.
- [36] Comisión Nacional del Agua, *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*. 2007.
- [37] OPS/CEPIS, “Guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y lagunas de estabilización”, *Publicaciones Estadísticas y Geográficas. SINA*, 2005.

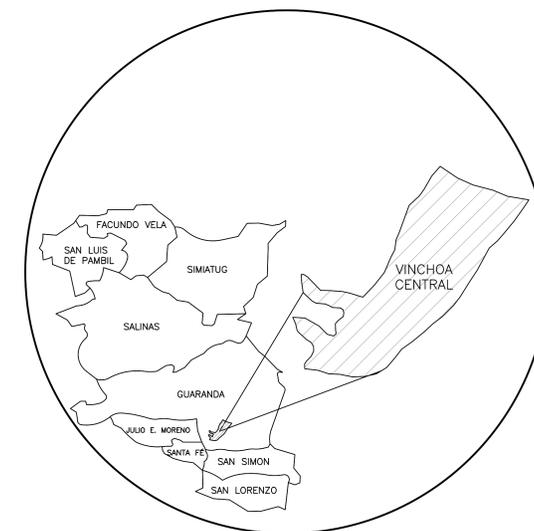
## **ANEXOS**



HOTEL EL ANGEL



CANCHA DE VOLEY



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: PLANIMETRÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO

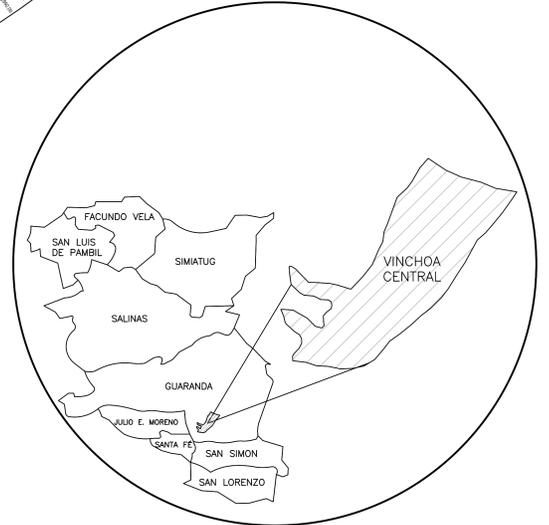
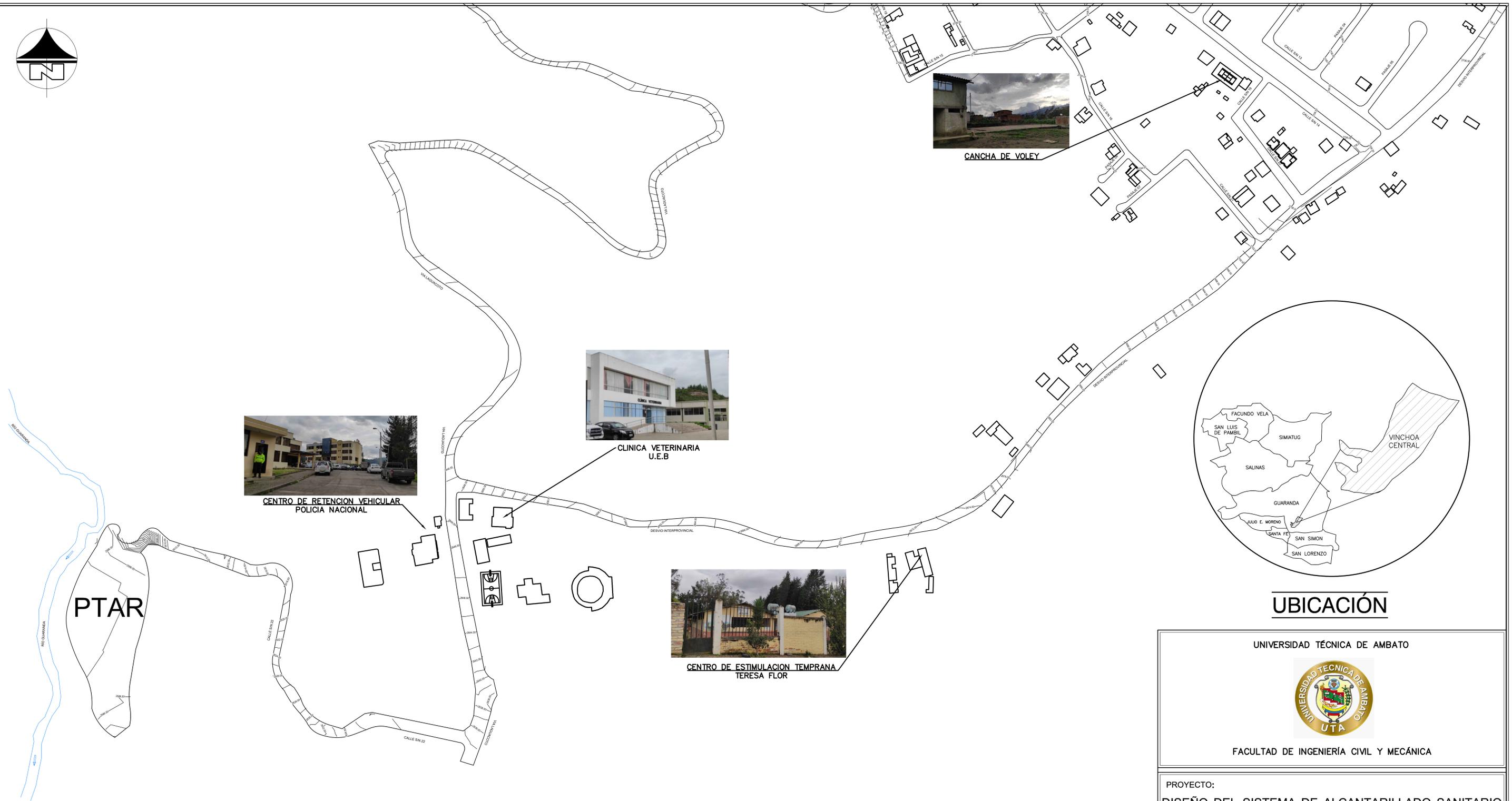
DIBUJÓ:  
 \_\_\_\_\_  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 \_\_\_\_\_  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA: JULIO / 2021

ESCALA: 1:1000

LAMINA: 1/30



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

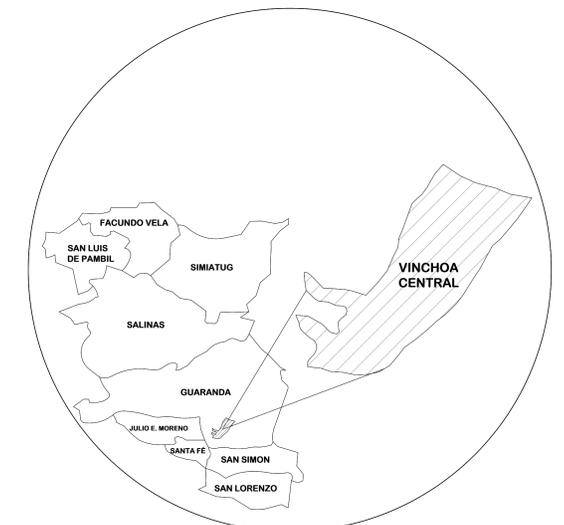
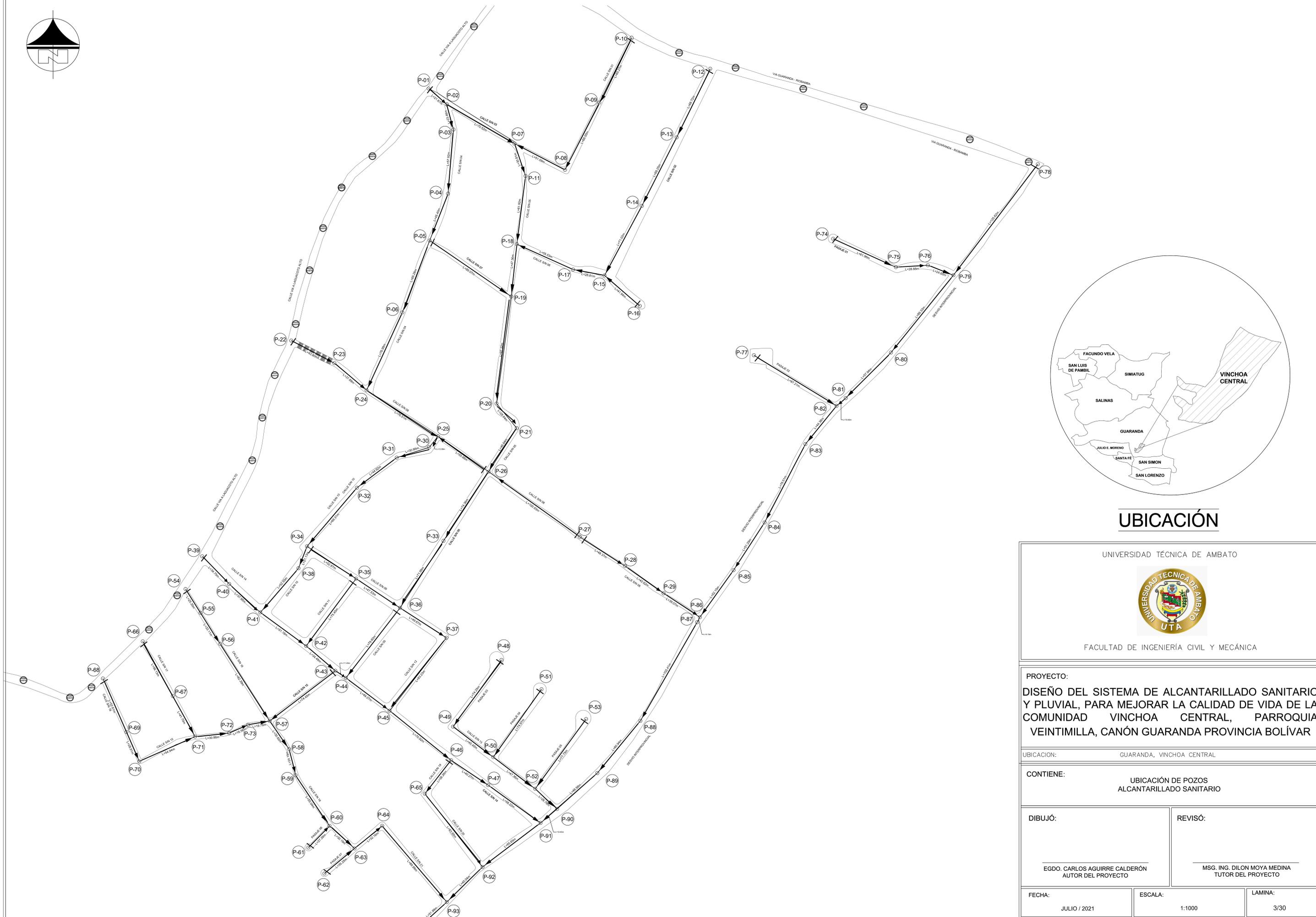
PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: **GUARANDA, VINCHOA CENTRAL**

CONTIENE: **PLANIMETRÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO**

DIBUJÓ:  EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN AUTOR DEL PROYECTO	REVISÓ:  MSG. ING. DILON MOYA MEDINA TUTOR DEL PROYECTO
--	--

FECHA: JULIO / 2021	ESCALA: 1:1000	LAMINA: 2/30
------------------------	-------------------	-----------------



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE:  
 UBICACIÓN DE POZOS ALCANTARILLADO SANITARIO

DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

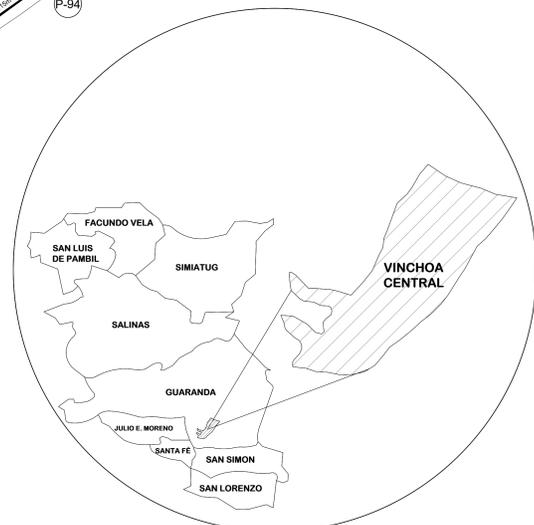
FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 1:1000

LAMINA:  
 3/30



PTAR



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE:  
**UBICACIÓN DE POZOS ALCANTARILLADO SANITARIO**

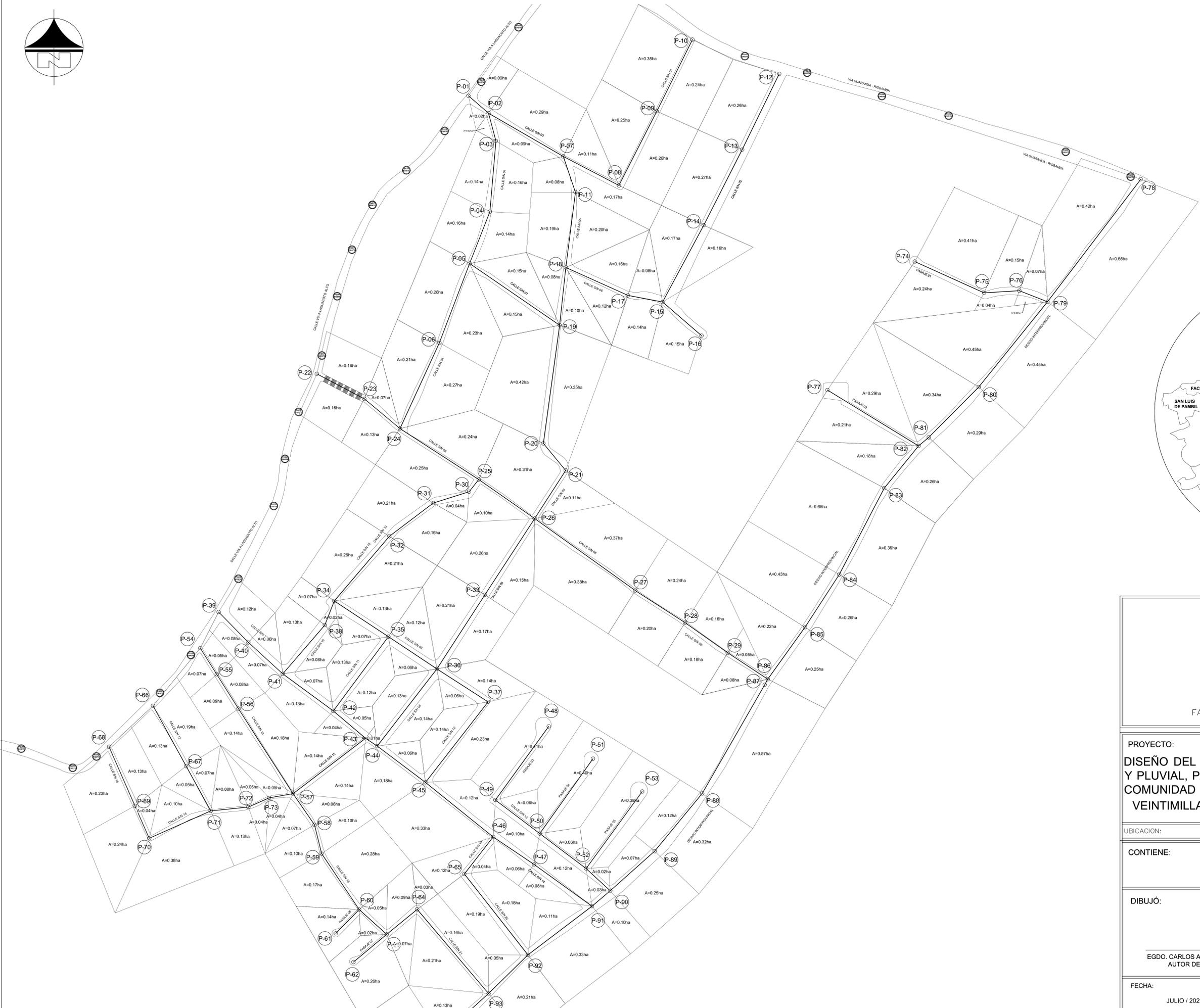
DIBUJÓ:  
 \_\_\_\_\_  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 \_\_\_\_\_  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 1:1000

LAMINA:  
 4/30



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: ÁREAS DE APORTACIÓN ALCANTARILLADO SANITARIO

DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 1:1000

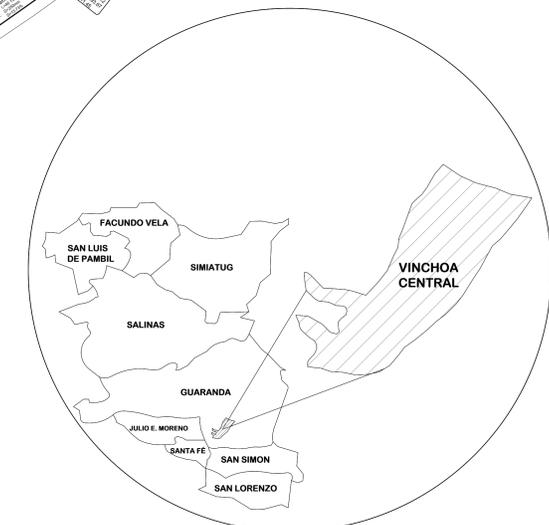
LAMINA:  
 5/30







PTAR



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: **DETALLE DE POZOS Y TUBERIAS ALCANTARILLADO SANITARIO**

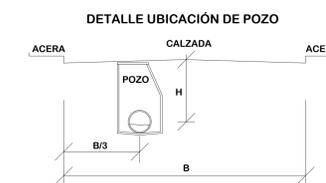
DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 1:1000

LAMINA:  
 8/30

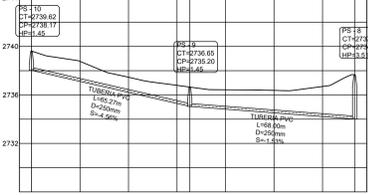


### NOMENCLATURA

- PS= POZO SANITARIO
- CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
- CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
- HP= ALTURA DEL POZO (m)
- L= LONGITUD DE TUBERÍA (m)
- D= DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
- S= PENDIENTE DEL TERRENO

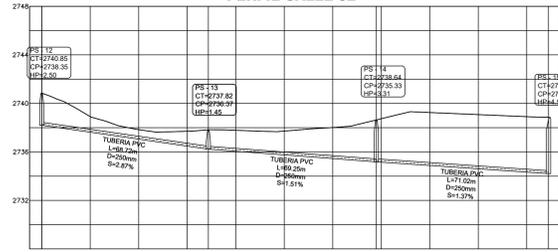


**PERFIL CALLE 01**



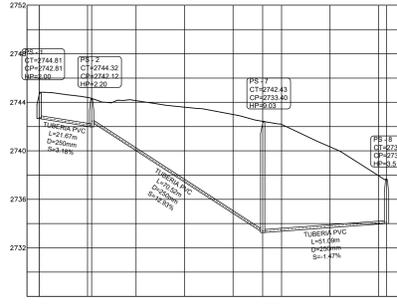
CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.45	1.33	1.21	1.09	0.97	0.85	0.73	0.61	0.49	0.37	0.25
COTA TERRENO	2738.12	2738.52	2738.92	2739.32	2739.72	2740.12	2740.52	2740.92	2741.32	2741.72	2742.12
COTA PROYECTO	2738.12	2738.52	2738.92	2739.32	2739.72	2740.12	2740.52	2740.92	2741.32	2741.72	2742.12

**PERFIL CALLE 02**



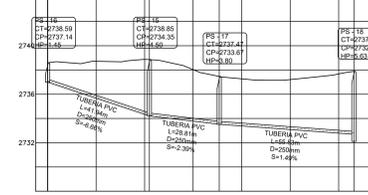
CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.45	1.33	1.21	1.09	0.97	0.85	0.73	0.61	0.49	0.37	0.25
COTA TERRENO	2738.12	2738.52	2738.92	2739.32	2739.72	2740.12	2740.52	2740.92	2741.32	2741.72	2742.12
COTA PROYECTO	2738.12	2738.52	2738.92	2739.32	2739.72	2740.12	2740.52	2740.92	2741.32	2741.72	2742.12

**PERFIL CALLE SN 03**



CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.45	1.33	1.21	1.09	0.97	0.85	0.73	0.61	0.49	0.37	0.25
COTA TERRENO	2742.81	2743.21	2743.61	2744.01	2744.41	2744.81	2745.21	2745.61	2746.01	2746.41	2746.81
COTA PROYECTO	2742.81	2743.21	2743.61	2744.01	2744.41	2744.81	2745.21	2745.61	2746.01	2746.41	2746.81

**PERFIL CALLE SN 06**



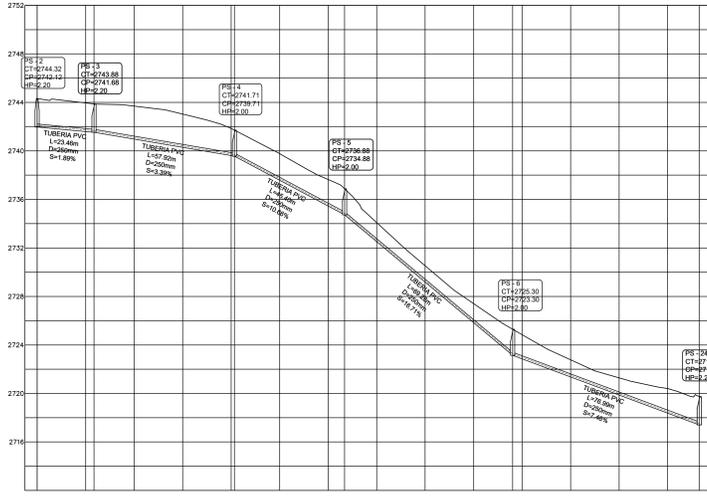
CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.45	1.33	1.21	1.09	0.97	0.85	0.73	0.61	0.49	0.37	0.25
COTA TERRENO	2732.55	2732.95	2733.35	2733.75	2734.15	2734.55	2734.95	2735.35	2735.75	2736.15	2736.55
COTA PROYECTO	2732.55	2732.95	2733.35	2733.75	2734.15	2734.55	2734.95	2735.35	2735.75	2736.15	2736.55



**NOMENCLATURA**

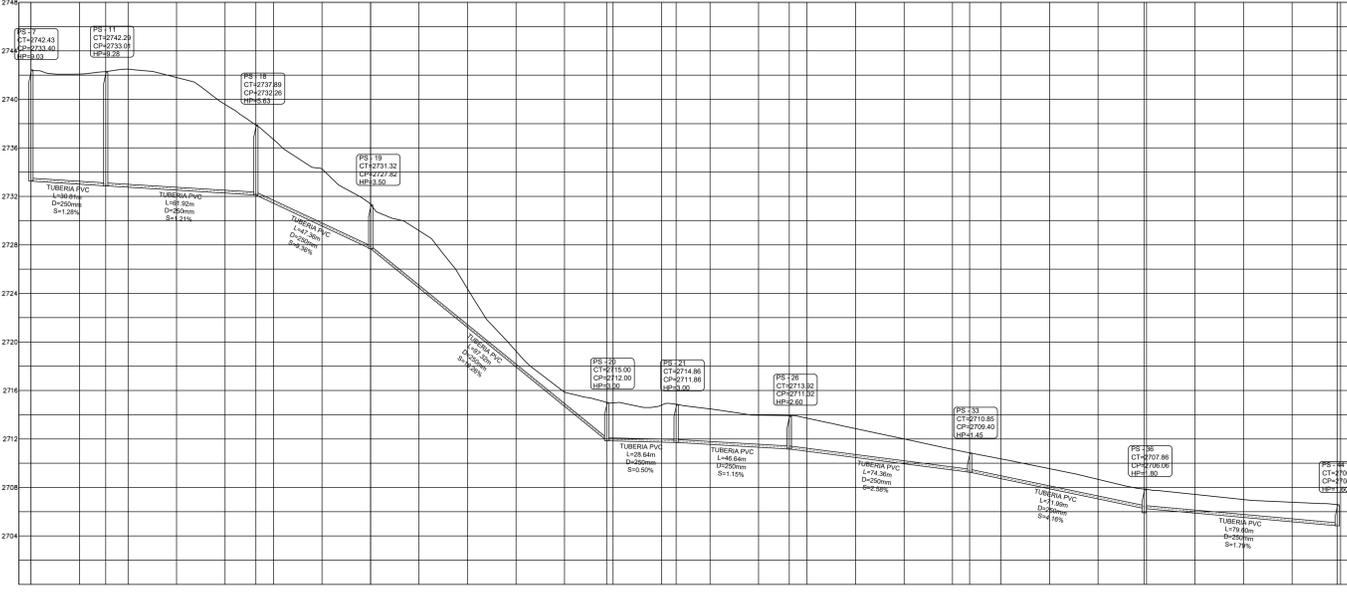
- PS= POZO SANITARIO
- CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
- CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
- HP= ALTURA DEL POZO (m)
- L= LONGITUD DE TUBERIA (m)
- D= DIÁMETRO DE TUBERIA (mm)
- S= PENDIENTE DEL TERRENO

**PERFIL CALLE SN 04**



CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	2.38	2.26	2.14	2.02	1.90	1.78	1.66	1.54	1.42	1.30	1.18
COTA TERRENO	2743.52	2743.92	2744.32	2744.72	2745.12	2745.52	2745.92	2746.32	2746.72	2747.12	2747.52
COTA PROYECTO	2743.52	2743.92	2744.32	2744.72	2745.12	2745.52	2745.92	2746.32	2746.72	2747.12	2747.52

**PERFIL CALLE SN 05**



CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.85	1.73	1.61	1.49	1.37	1.25	1.13	1.01	0.89	0.77	0.65
COTA TERRENO	2732.43	2732.83	2733.23	2733.63	2734.03	2734.43	2734.83	2735.23	2735.63	2736.03	2736.43
COTA PROYECTO	2732.43	2732.83	2733.23	2733.63	2734.03	2734.43	2734.83	2735.23	2735.63	2736.03	2736.43



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: PERFILES Y DETALLE ALCANTARILLADO SANITARIO

DIBUJÓ: REVISÓ:

EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

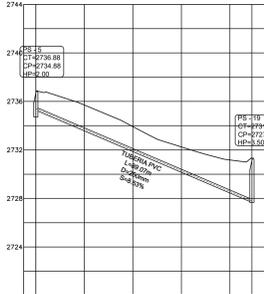
MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA: JULIO / 2021

ESCALA: V= 1:200  
 H= 1:1000

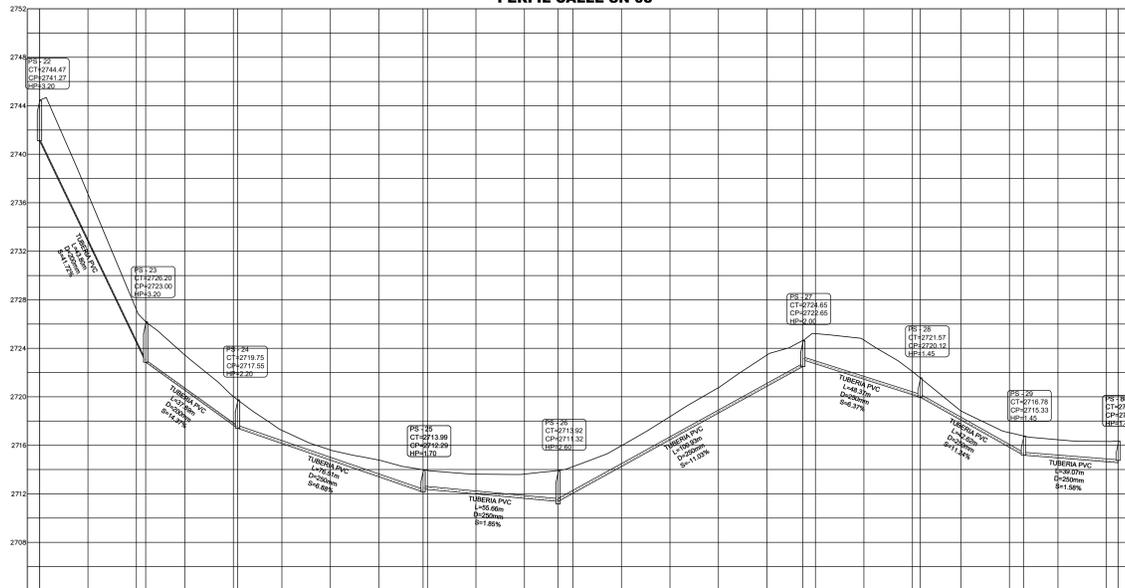
LAMINA: 9/30

**PERFIL CALLE SN 07**



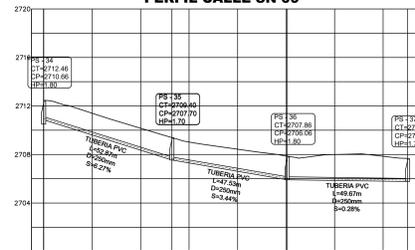
CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50
ESPESOR CORTE	2.00	1.88	1.76	1.64	1.52	1.40
COTA TERRENO	2738.83	2739.23	2739.63	2740.03	2740.43	2740.83
COTA PROYECTO	2738.83	2739.23	2739.63	2740.03	2740.43	2740.83

**PERFIL CALLE SN 08**



CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.38	1.26	1.14	1.02	0.90	0.78	0.66	0.54	0.42	0.30	0.18
COTA TERRENO	2744.47	2744.87	2745.27	2745.67	2746.07	2746.47	2746.87	2747.27	2747.67	2748.07	2748.47
COTA PROYECTO	2744.47	2744.87	2745.27	2745.67	2746.07	2746.47	2746.87	2747.27	2747.67	2748.07	2748.47

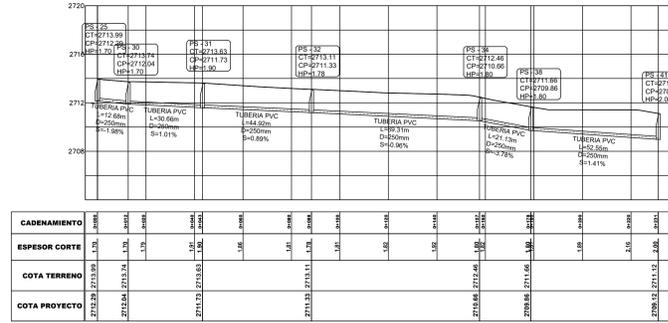
**PERFIL CALLE SN 09**



CADENAMIENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100
ESPESOR CORTE	1.45	1.33	1.21	1.09	0.97	0.85	0.73	0.61	0.49	0.37	0.25
COTA TERRENO	2718.82	2719.22	2719.62	2720.02	2720.42	2720.82	2721.22	2721.62	2722.02	2722.42	2722.82
COTA PROYECTO	2718.82	2719.22	2719.62	2720.02	2720.42	2720.82	2721.22	2721.62	2722.02	2722.42	2722.82



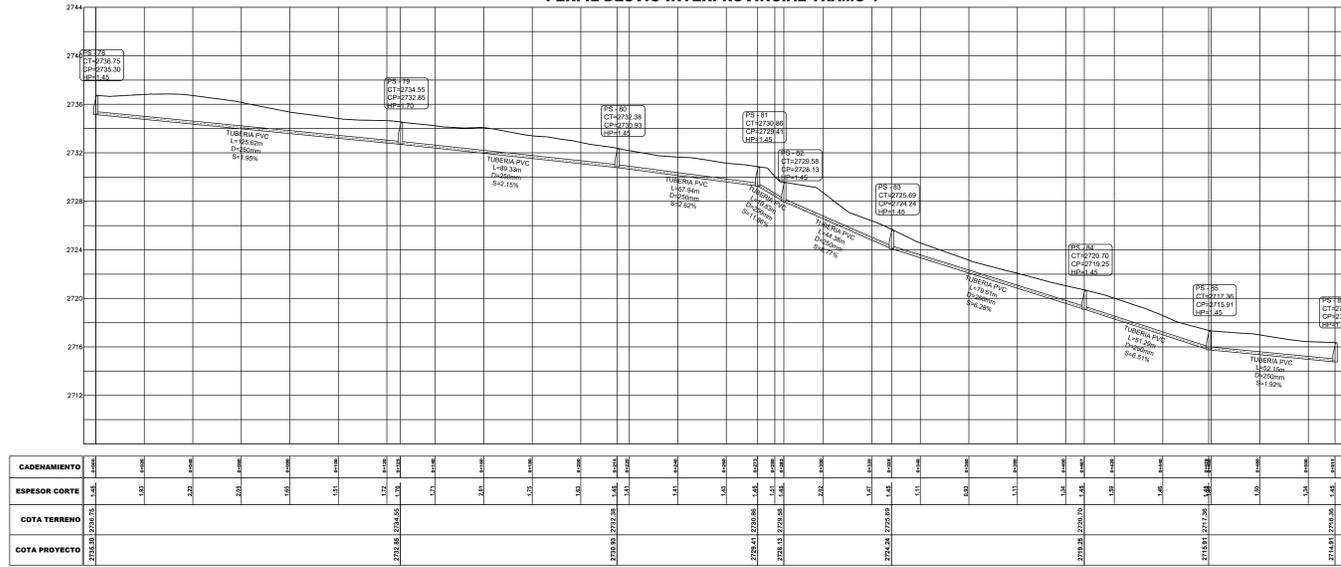
**PERFIL CALLE SN 10**





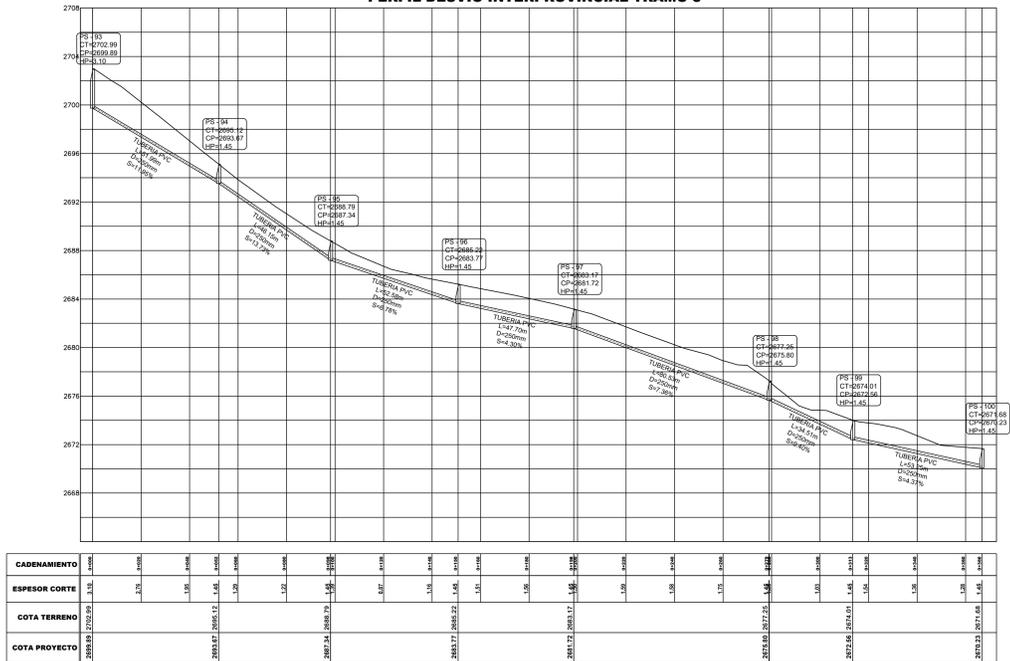


**PERFIL DESVIO INTERPROVINCIAL TRAMO 1**

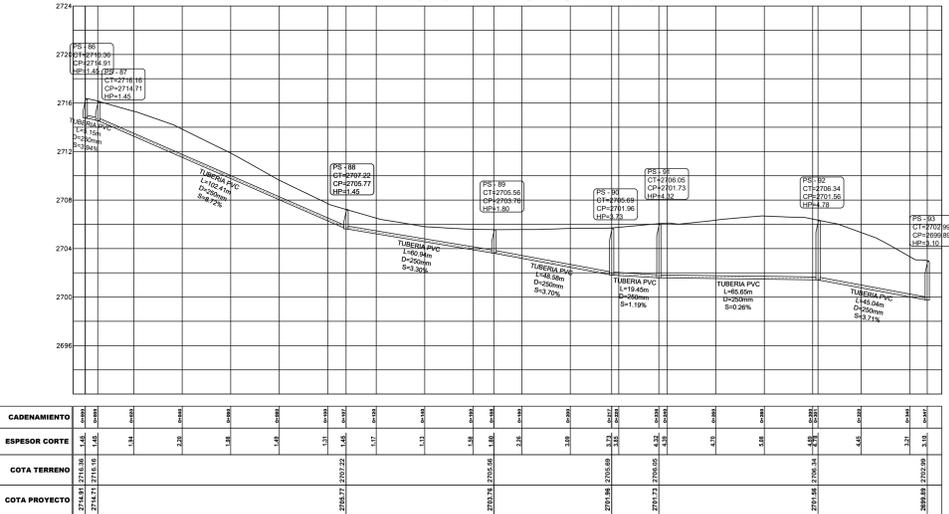


**NOMENCLATURA**  
 PS= POZO SANITARIO  
 CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)  
 CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)  
 HP= ALTURA DEL POZO (m)  
 L= LONGITUD DE TUBERÍA (m)  
 D= DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)  
 S= PENDIENTE DEL TERRENO

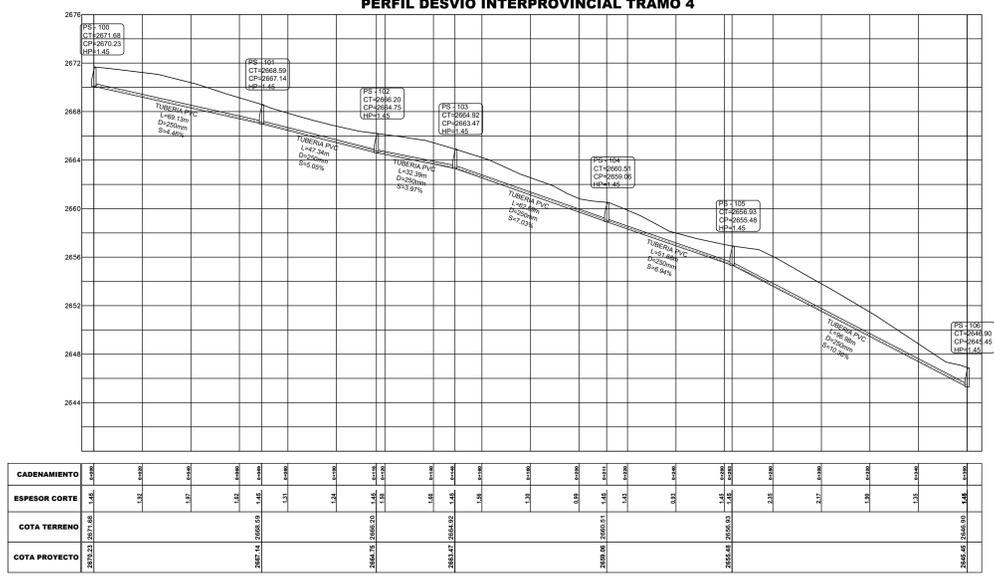
**PERFIL DESVIO INTERPROVINCIAL TRAMO 3**



**PERFIL DESVIO INTERPROVINCIAL TRAMO 2**



**PERFIL DESVIO INTERPROVINCIAL TRAMO 4**



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: PERFILES Y DETALLE ALCANTARILLADO SANITARIO

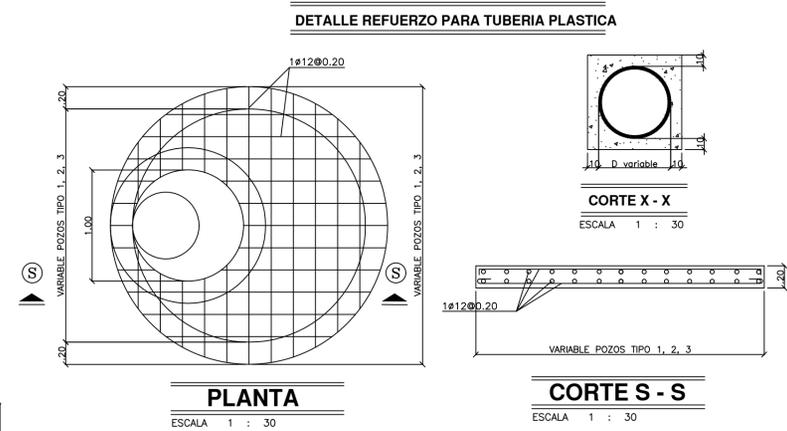
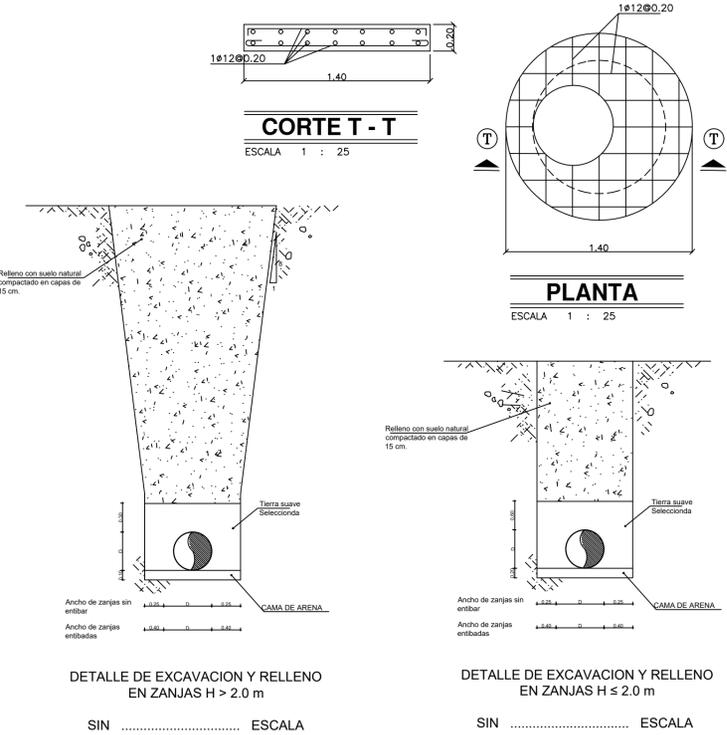
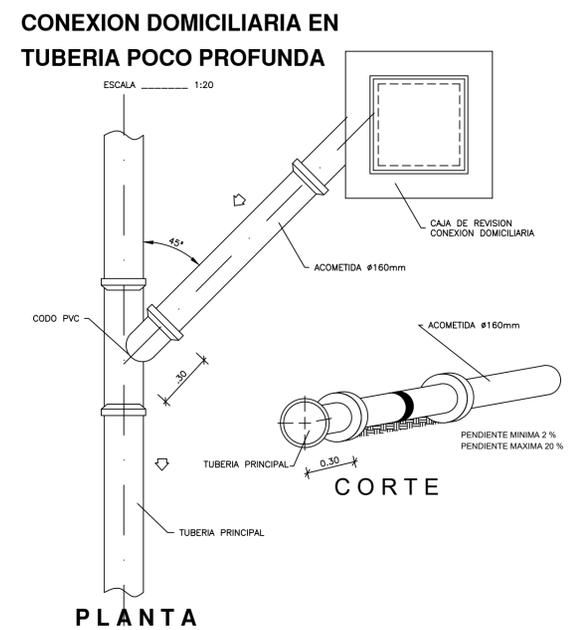
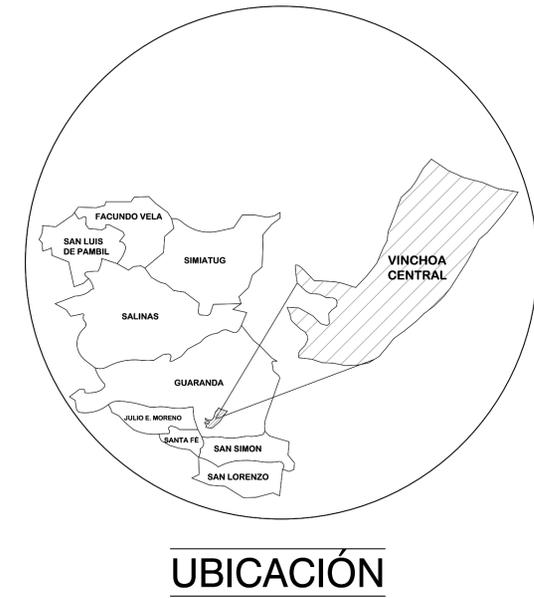
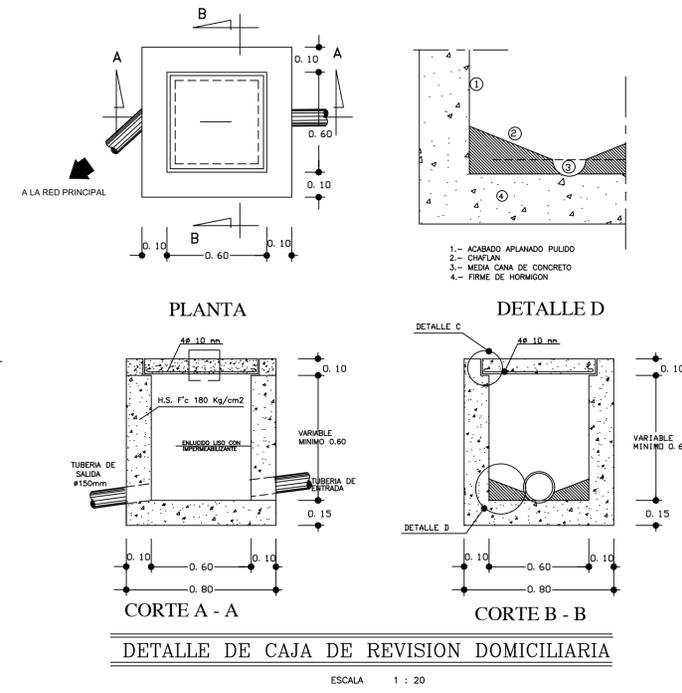
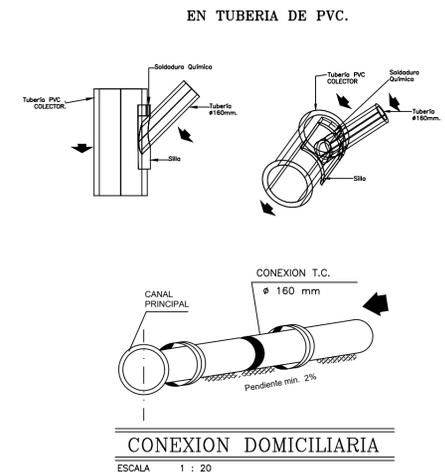
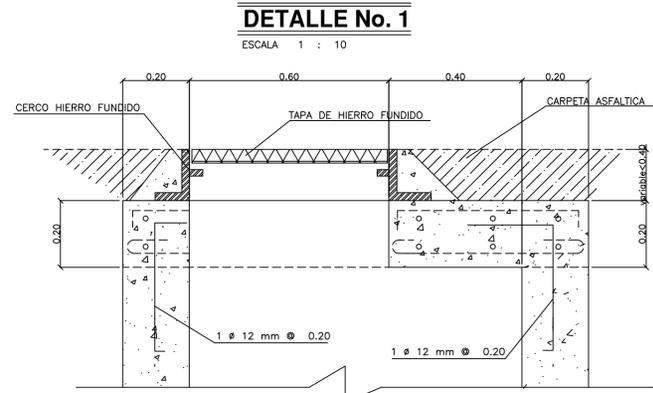
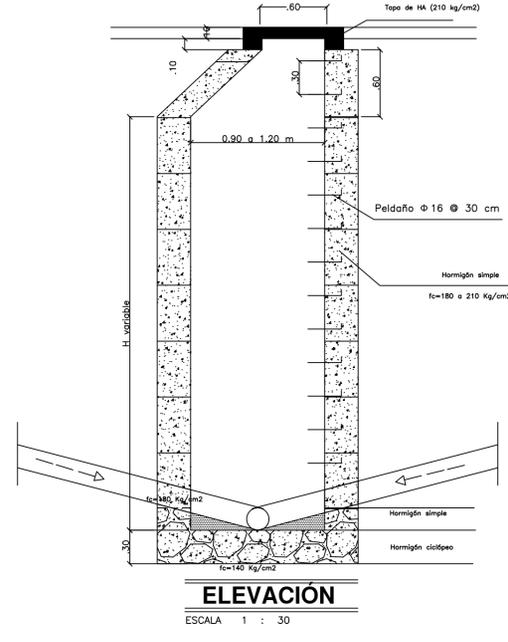
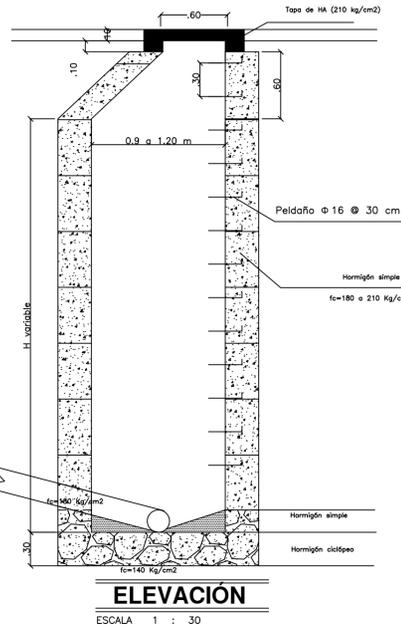
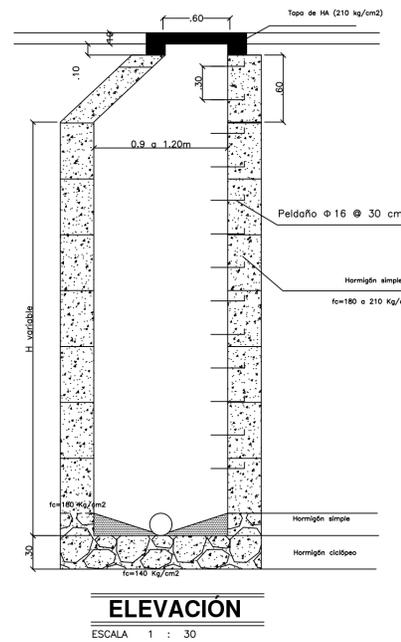
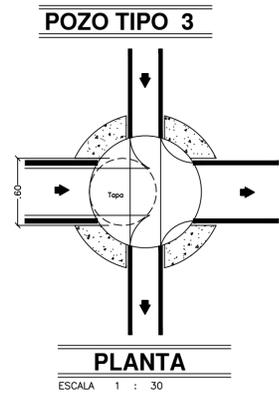
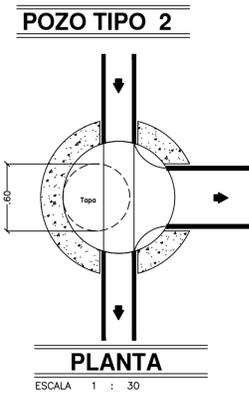
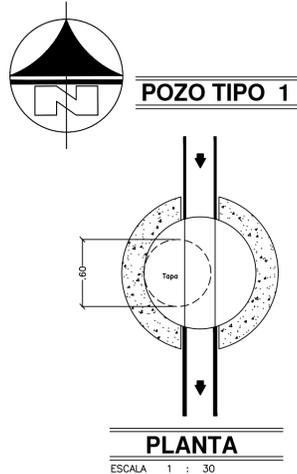
DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 V= 1:200  
 H= 1:1000

LAMINA:  
 12/30



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>ACERO ESTRUCTURAL</b>	<b>HORMIGON</b>
ACERO CORRUGADO LAMINADO EN CALIENTE: Fy=4200Kg/cm2	RESISTENCIA CILINDRICA A LOS 28 DIAS, EN PROBETAS ESTANDAR DE 6 pulg. DE DIAMETRO Y 12 pulg. DE ALTURA:
DEFORMACION MINIMA A LA ROTURA = 18%	LOSAS Y PAREDES : F'c=210kg/cm2
DIAMETROS 12 mm	HORMIGON DE REPLANTILLO : F'c=140kg/cm2
IRASLAPES MINIMOS: SI NO SE ESPECIFICA, USAR 40 DIAMETROS Y NO MENOS DE 60cm	TAMAÑO MAXIMO DE LOS AGREGADOS = 1.0 PULGADA
ESPACIAMIENTO MINIMO: LOSAS = 3cm, MUROS = 5cm	CONSISTENCIA DEL HORMIGON: NO MAYOR A 3.0 PULG.
RECURRIMIENTO MINIMO: SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA = 10cm	
MUROS Y SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL SUELO = 7cm	
SUELDAS DE ACUERDO CON LA NORMA AWS D 12 1-61	
<b>SUELO</b>	
SI LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ES MENOR A 0.80 Kg/cm2, SE COLOCARA MATERIAL DE MEJORAMIENTO	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**PROYECTO:**  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR

**UBICACION:** GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

**CONTIENE:** DETALLES CONSTRUCTIVOS ALCANTARILLADO SANITARIO

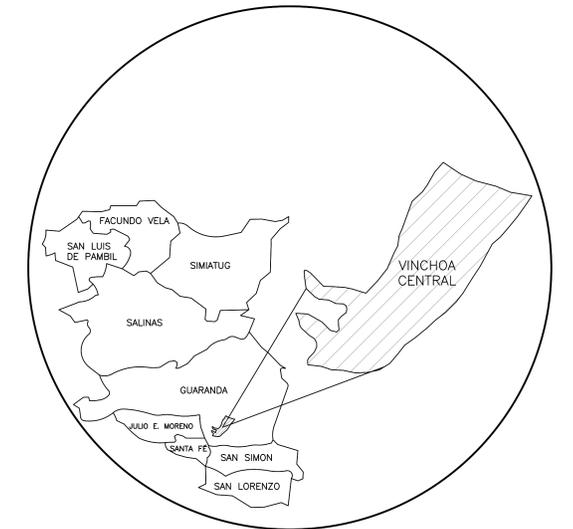
**DIBUJÓ:** EGGD. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

**REVISÓ:** MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

**FECHA:** JULIO / 2021

**ESCALA:** S/N

**LAMINA:** 13/30



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: PLANIMETRÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO Y CURVAS DE NIVEL

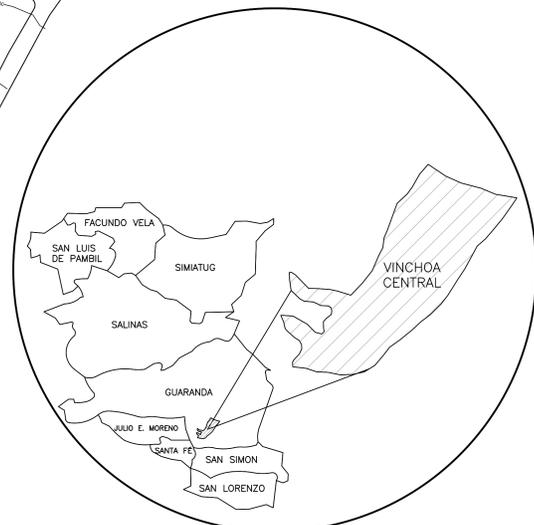
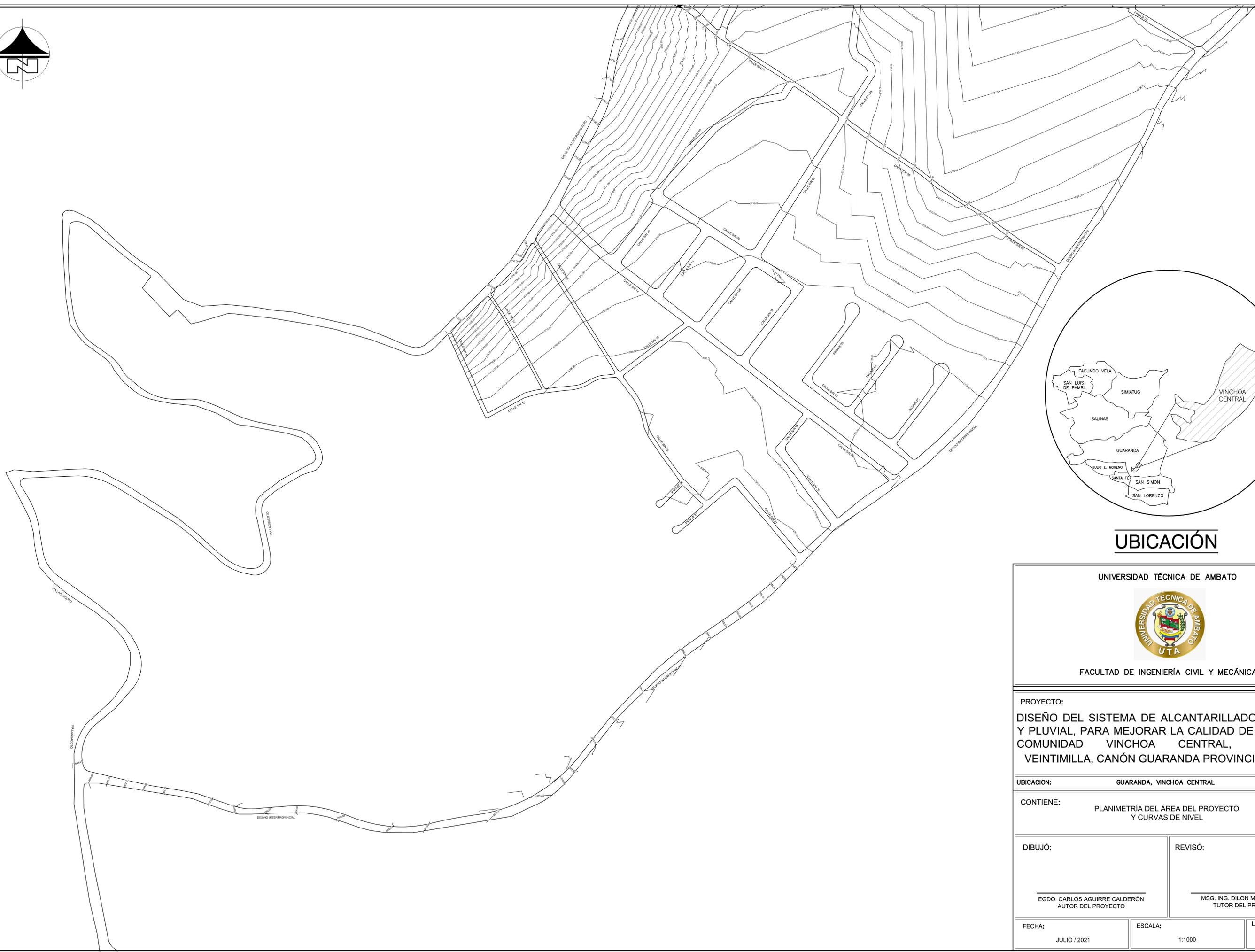
DIBUJÓ:  
EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

FECHA: JULIO / 2021

ESCALA: 1:1000

LAMINA: 14/30



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: **GUARANDA, VINCHOA CENTRAL**

CONTIENE: **PLANIMETRÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO Y CURVAS DE NIVEL**

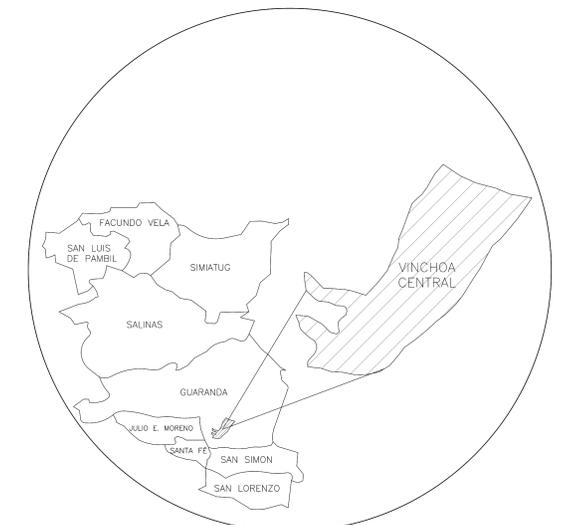
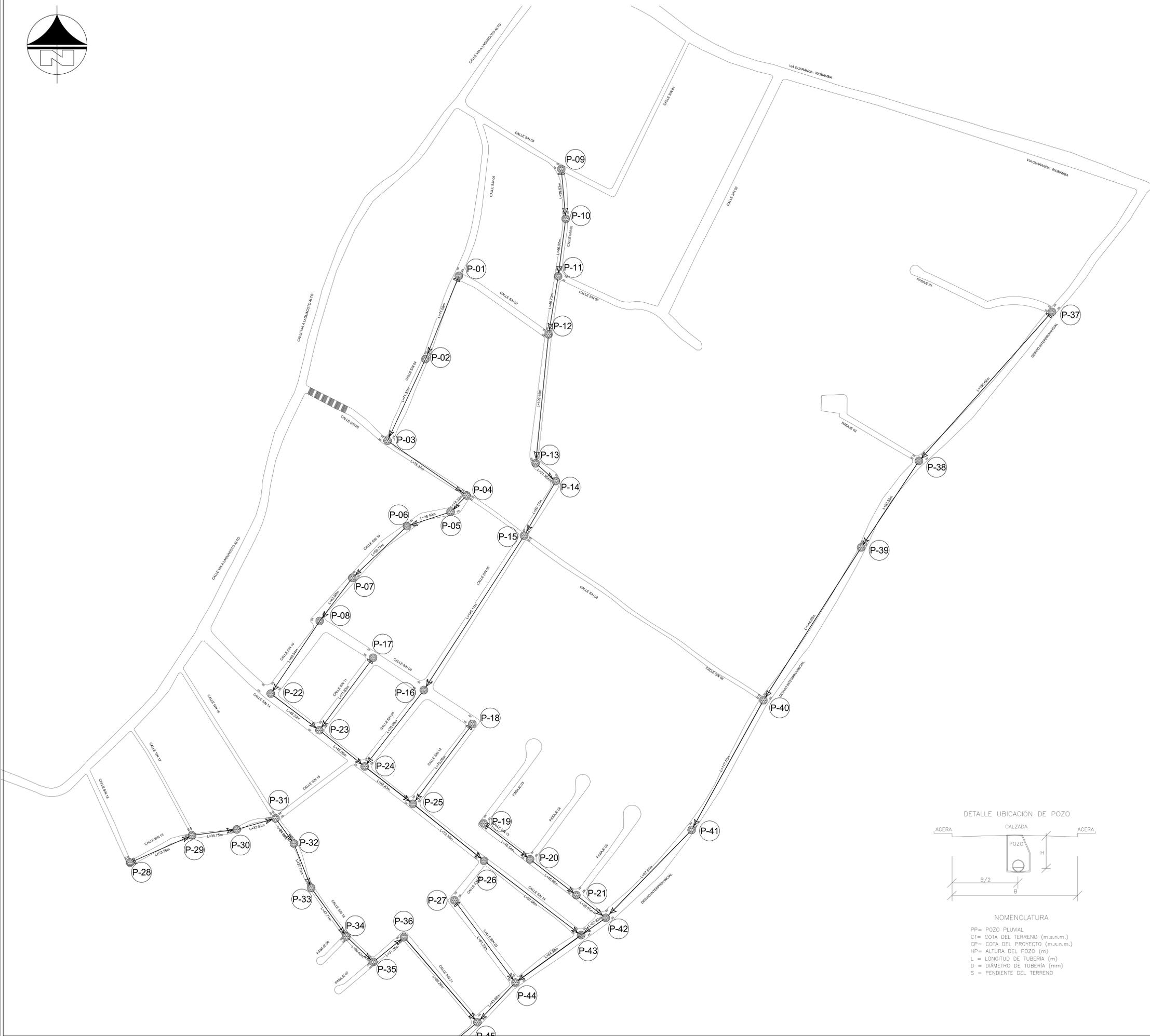
DIBUJÓ:  
  
EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
  
MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
JULIO / 2021

ESCALA:  
1:1000

LAMINA:  
15/30



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE:  
**UBICACIÓN POZOS Y REJILLAS ALCANTARILLADO PLUVIAL**

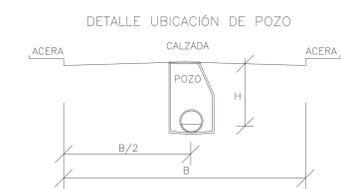
DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

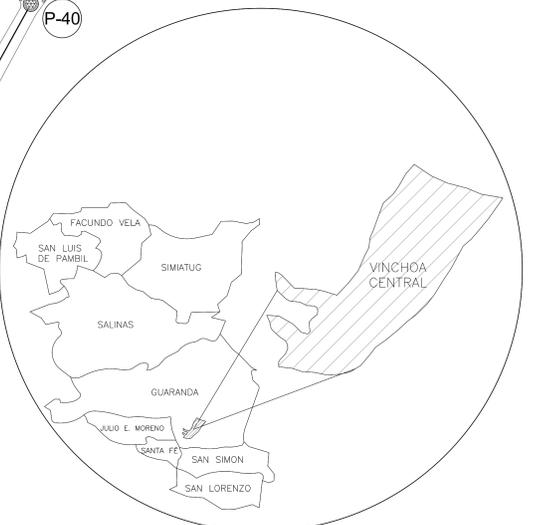
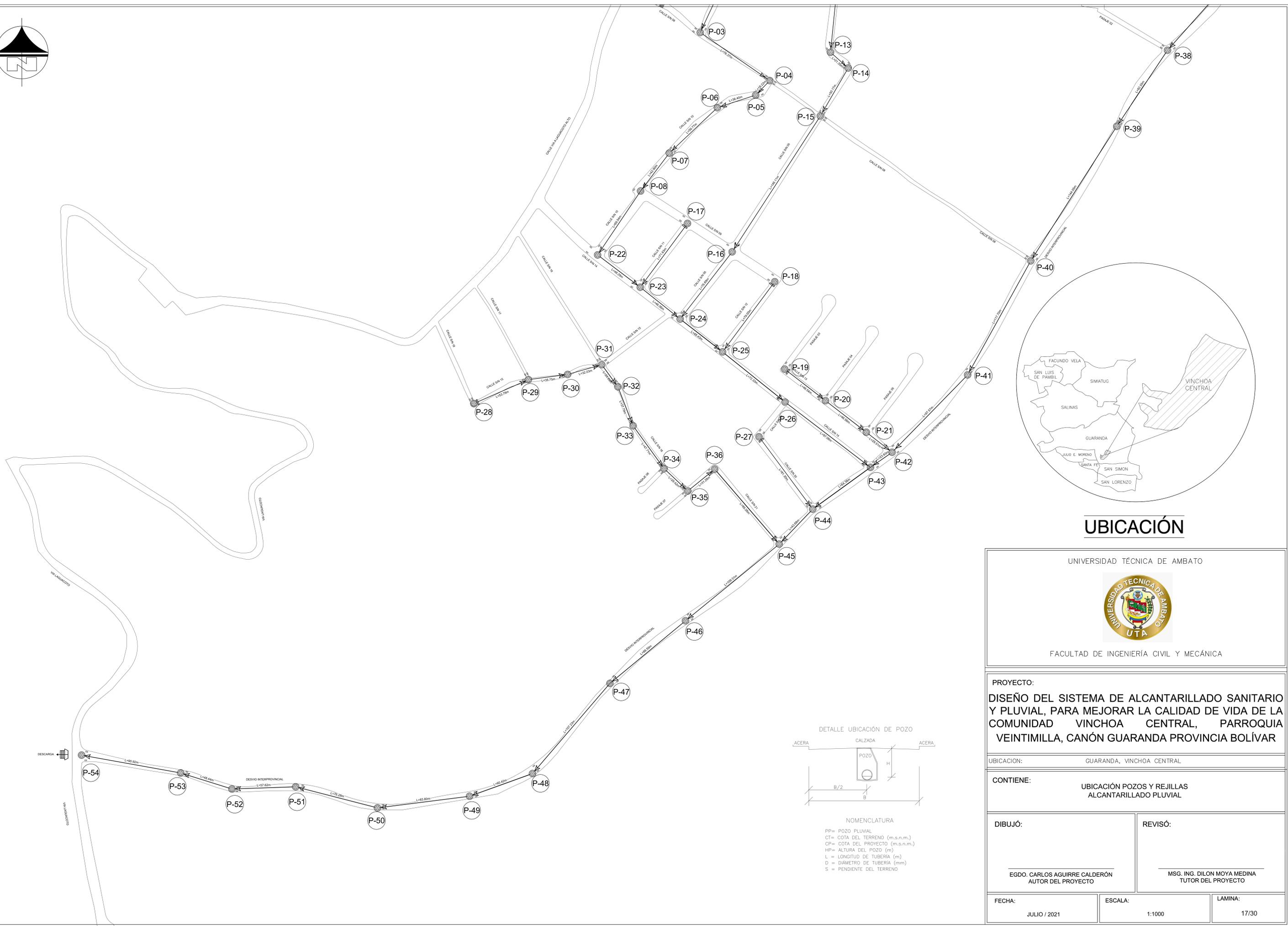
FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 1:1000

LAMINA:  
 16/30



- NOMENCLATURA
- PP= POZO PLUVIAL
  - CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
  - CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
  - HP= ALTURA DEL POZO (m)
  - L = LONGITUD DE TUBERÍA (m)
  - D = DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
  - S = PENDIENTE DEL TERRENO



### UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

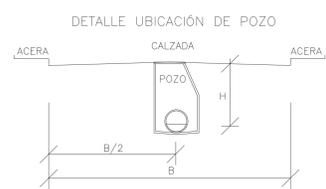
**PROYECTO:**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

**UBICACION:** GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

**CONTIENE:** UBICACIÓN POZOS Y REJILLAS ALCANTARILLADO PLUVIAL

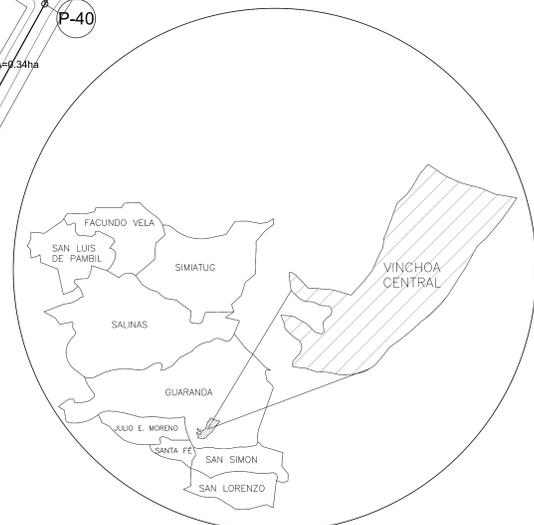
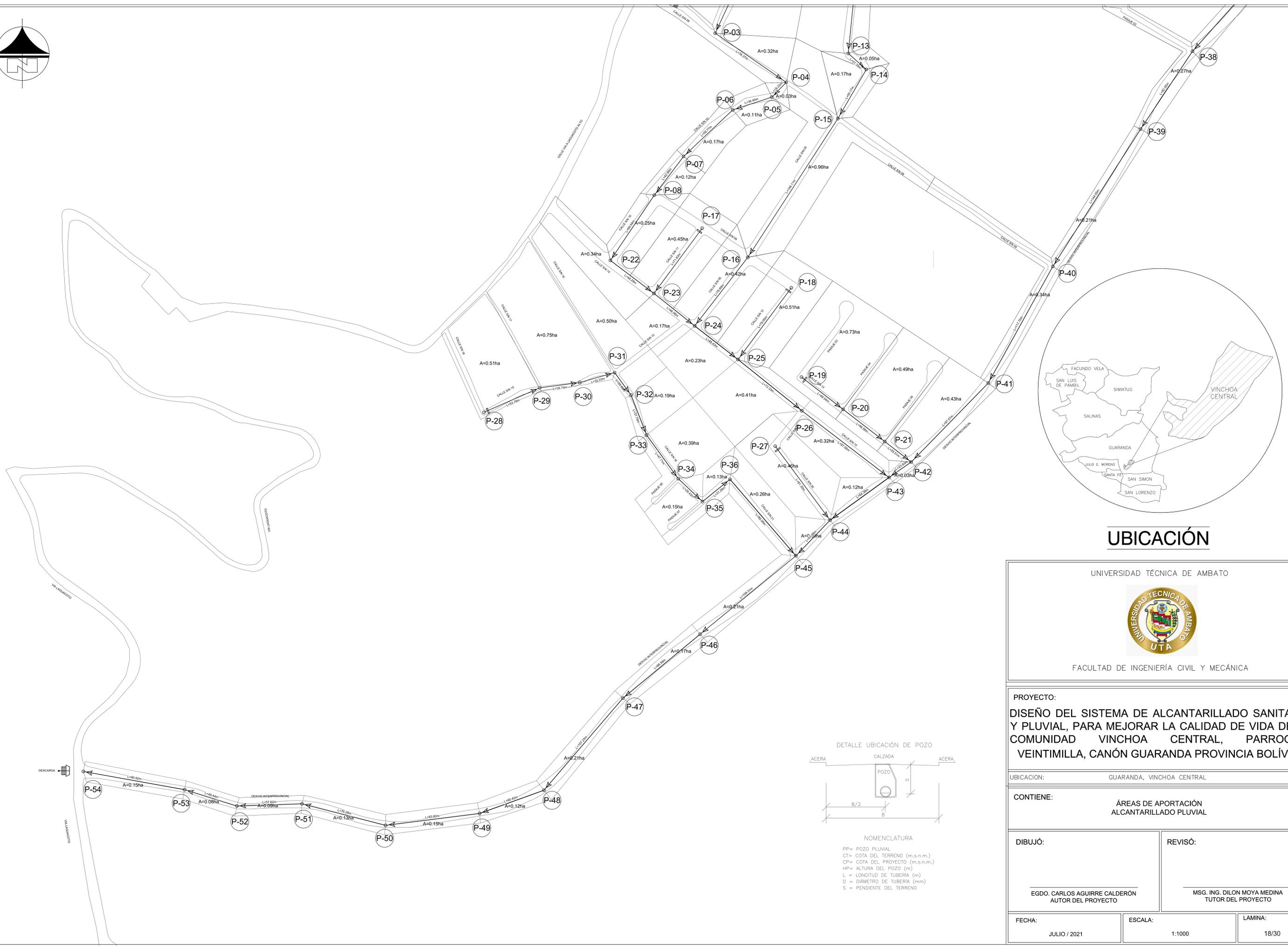
**DIBUJÓ:**  
 \_\_\_\_\_  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

**REVISÓ:**  
 \_\_\_\_\_  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO



- NOMENCLATURA**
- PP= POZO PLUVIAL
  - CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
  - CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
  - HP= ALTURA DEL POZO (m)
  - L = LONGITUD DE TUBERÍA (m)
  - D = DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
  - S = PENDIENTE DEL TERRENO

<b>FECHA:</b> JULIO / 2021	<b>ESCALA:</b> 1:1000	<b>LAMINA:</b> 17/30
-------------------------------	--------------------------	-------------------------



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

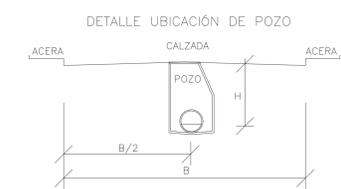
PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: **ÁREAS DE APORTACIÓN ALCANTARILLADO PLUVIAL**

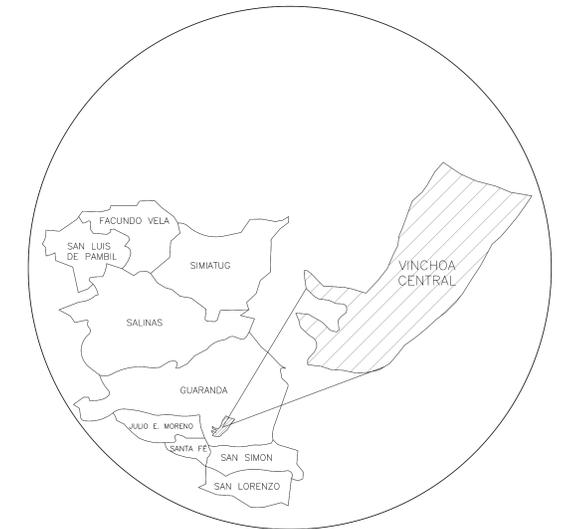
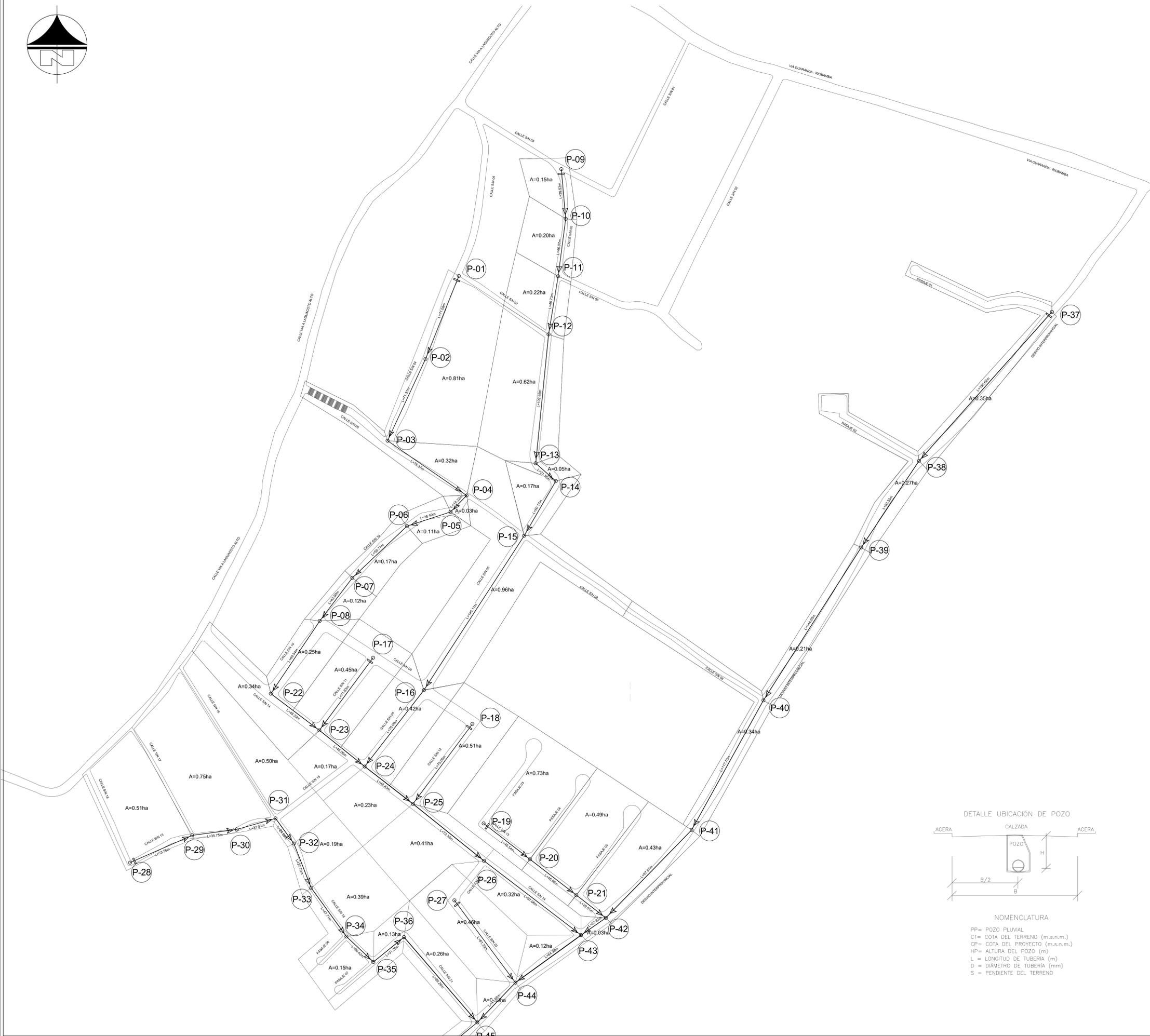
DIBUJÓ:  EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN AUTOR DEL PROYECTO	REVISÓ:  MSG. ING. DILON MOYA MEDINA TUTOR DEL PROYECTO
--	--

FECHA: JULIO / 2021	ESCALA: 1:1000	LAMINA: 18/30
------------------------	-------------------	------------------



### NOMENCLATURA

- PP= POZO PLUVIAL
- CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
- CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
- HP= ALTURA DEL POZO (m)
- L = LONGITUD DE TUBERÍA (m)
- D = DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
- S = PENDIENTE DEL TERRENO



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: **ÁREAS DE APORTACIÓN ALCANTARILLADO PLUVIAL**

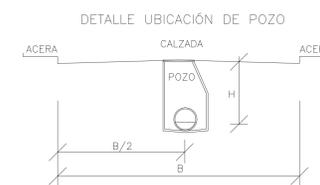
DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

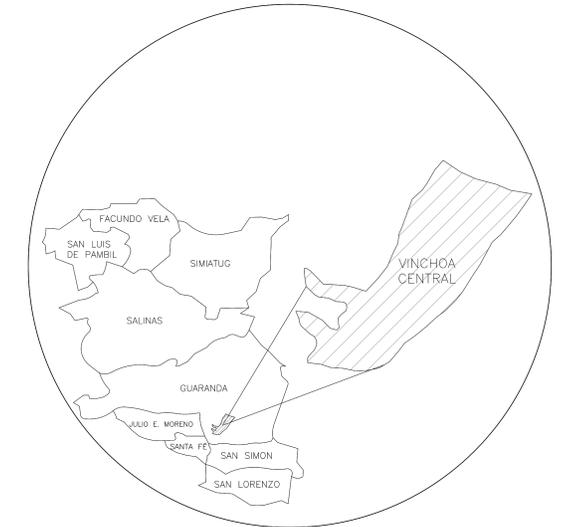
ESCALA:  
 1:1000

LAMINA:  
 19/30



### NOMENCLATURA

- PP= POZO PLUVIAL
- CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
- CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
- HP= ALTURA DEL POZO (m)
- L = LONGITUD DE TUBERÍA (m)
- D = DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
- S = PENDIENTE DEL TERRENO



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE:  
**DETALLE POZOS Y TUBERÍAS ALCANTARILLADO PLUVIAL**

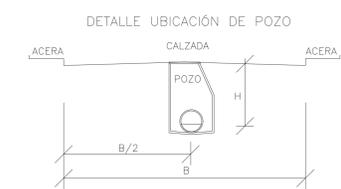
DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

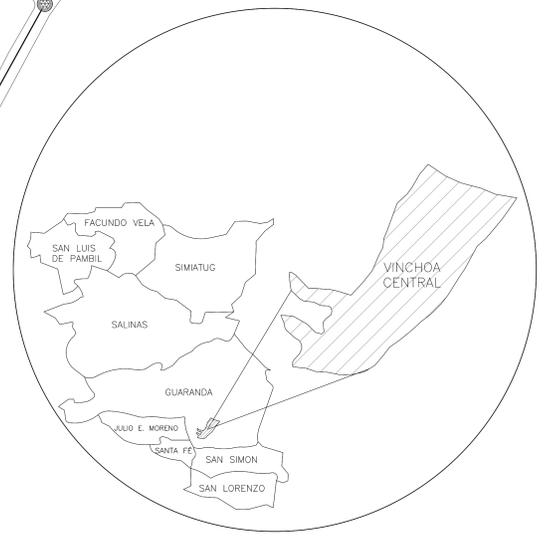
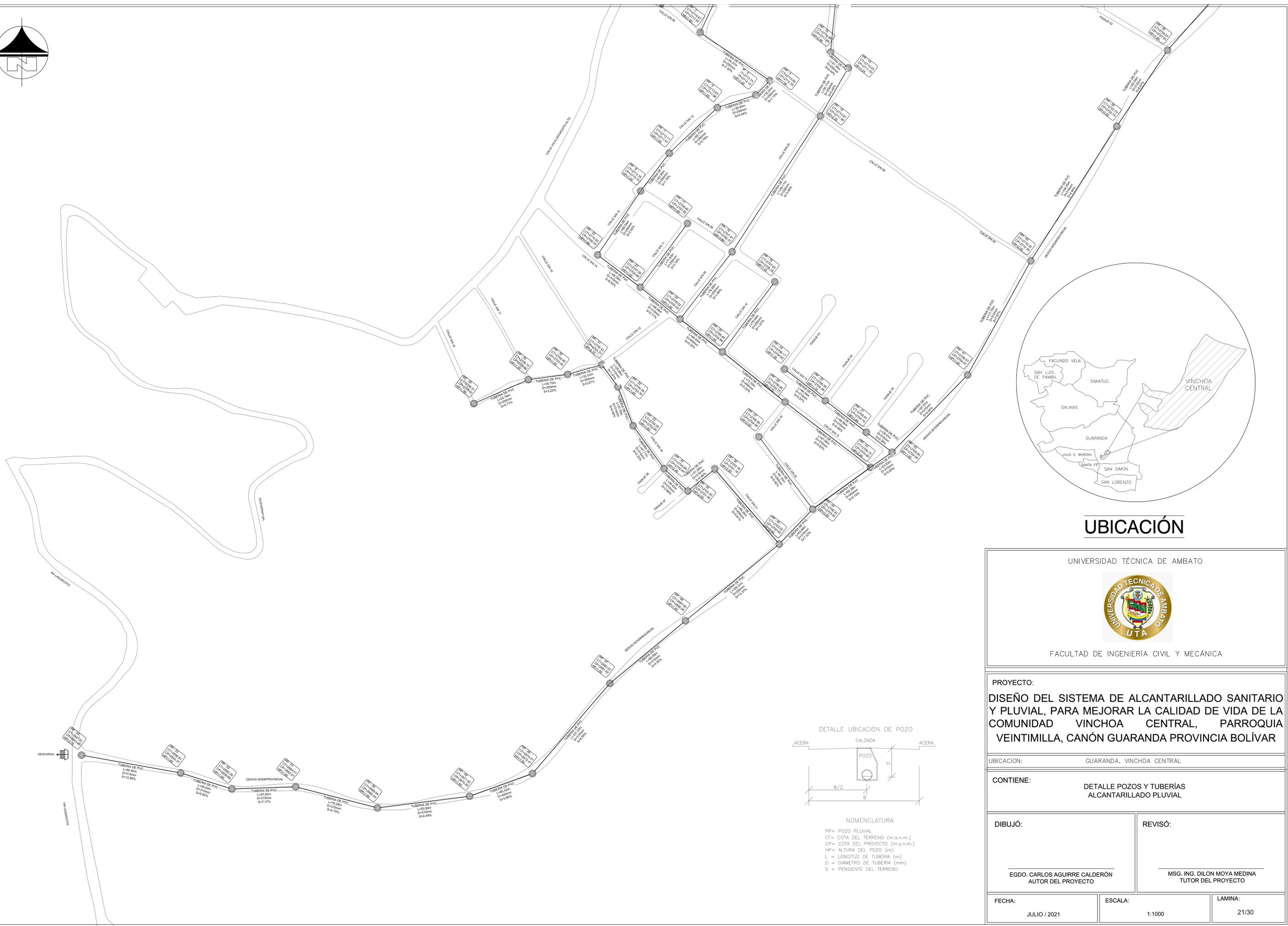
ESCALA:  
 1:1000

LAMINA:  
 20/30



### NOMENCLATURA

- PP= POZO PLUVIAL
- CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
- CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
- HP= ALTURA DEL POZO (m)
- L = LONGITUD DE TUBERÍA (m)
- D = DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
- S = PENDIENTE DEL TERRENO



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**PROYECTO:**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

**UBICACION:** GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

**CONTIENE:** DETALLE POZOS Y TUBERÍAS ALCANTARILLADO PLUVIAL

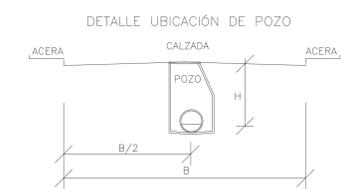
**DIBUJÓ:**  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

**REVISÓ:**  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

**FECHA:** JULIO / 2021

**ESCALA:** 1:1000

**LAMINA:** 21/30



### NOMENCLATURA

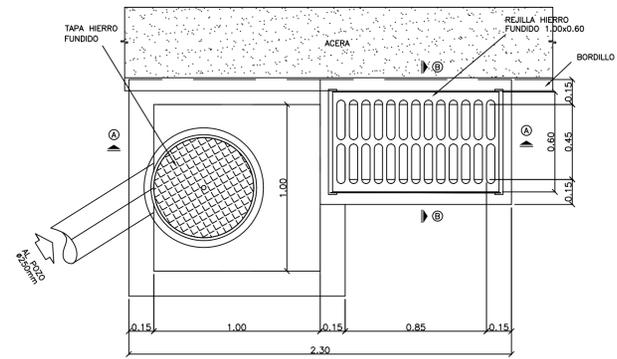
- PP= POZO PLUVIAL
- CT= COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)
- CP= COTA DEL PROYECTO (m.s.n.m.)
- HP= ALTURA DEL POZO (m)
- L = LONGITUD DE TUBERÍA (m)
- D = DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)
- S = PENDIENTE DEL TERRENO





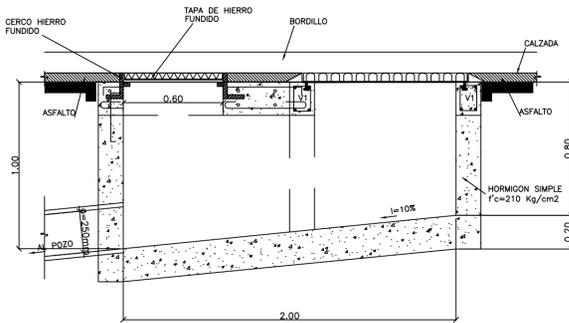


**SUMIDERO TIPO**

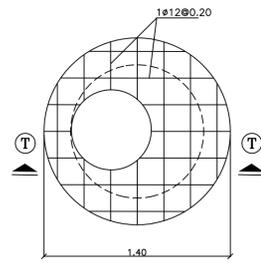


**PLANTA**

ESCALA 1 : 20

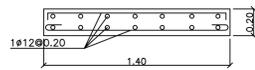


**DETALLE ARMADO TAPA POZO**



**PLANTA**

ESCALA 1 : 25

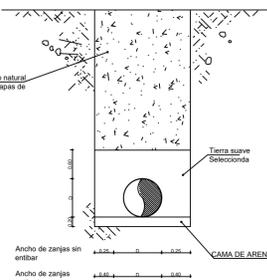
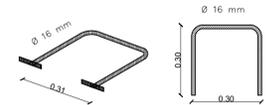


**CORTE T - T**

ESCALA 1 : 25

**DETALLE DE ESCALONES**

ESCALA 1 : 10

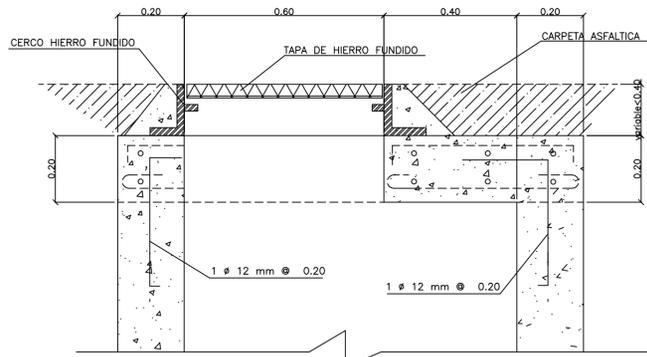


**DETALLE DE EXCAVACION Y RELLENO EN ZANJAS H ≤ 2.0 m**

SIN ESCALA

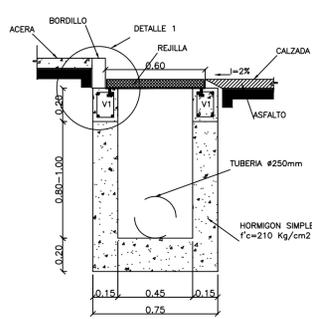
**DETALLE 1**

ESCALA 1 : 10

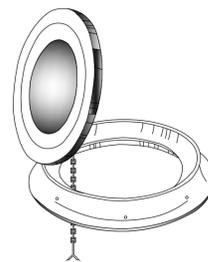


**CORTE B - B**

ESCALA 1 : 20

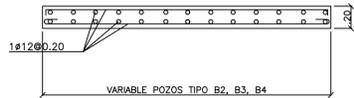
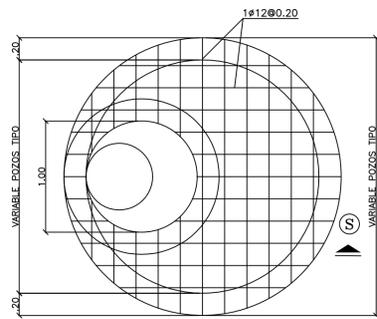


**DETALLE TAPA**



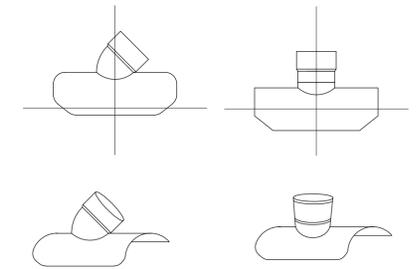
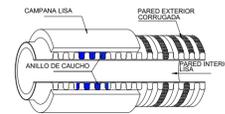
**CORTE S - S**

ESCALA 1 : 30



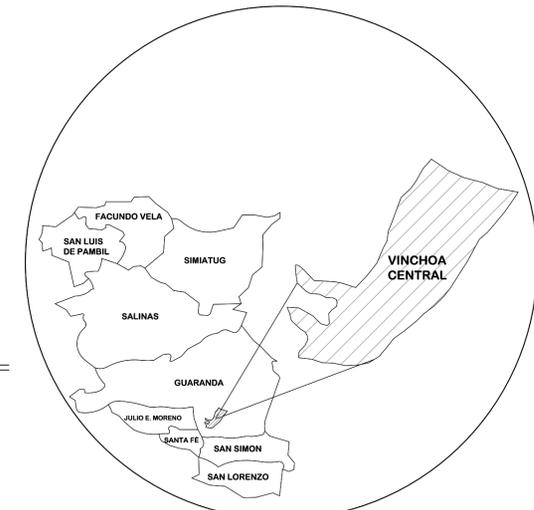
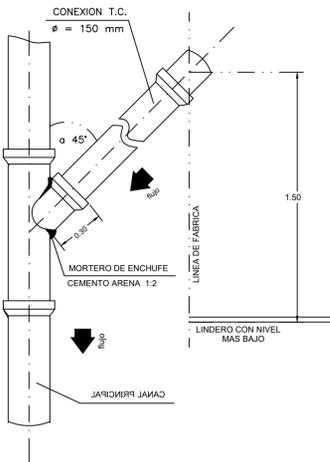
**CORTE BROCAL**

ESCALA 1 : 20



**PLANTA**

ESCALA 1 : 30



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: **DETALLES CONSTRUCTIVOS ALCANTARILLADO PLUVIAL**

DIBUJÓ: \_\_\_\_\_

REVISÓ: \_\_\_\_\_

EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

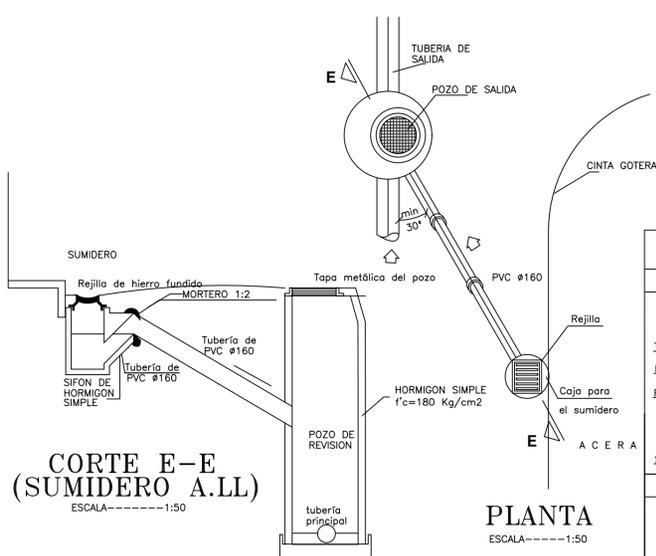
MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

FECHA: JULIO / 2021

ESCALA: S/N

LAMINA: 24/30

**SUMIDERO DE CALZADA PARA AGUAS LLUVIAS**



**CORTE E-E (SUMIDERO A.LL)**

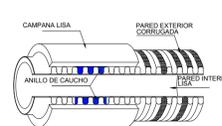
ESCALA 1 : 50

**PLANTA**

ESCALA 1 : 50

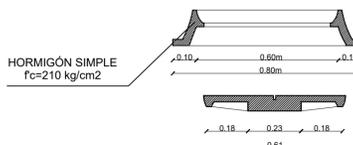
**CORTE TUBERIA CORRUGADA TUBERIA ESTRUCTURADA**

ESCALA 1 : 10

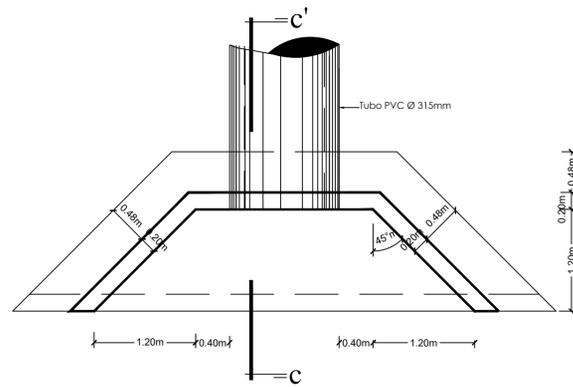


**DETALLE TAPA P.P**

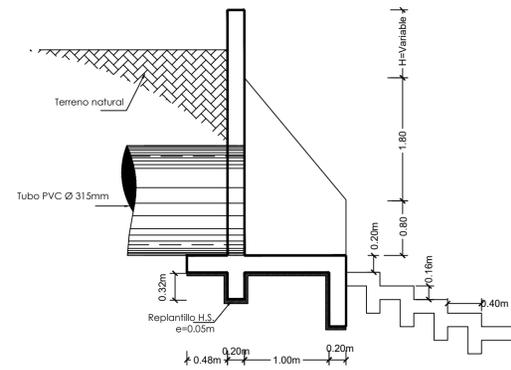
ESCALA 1 : 20



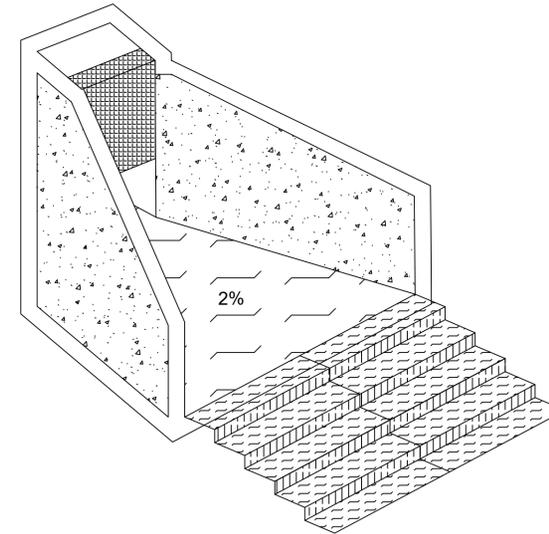
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ACERO ESTRUCTURAL	HORMIGÓN
ACERO CORRUGADO LAMINADO EN CALIENTE: $F_y=4200\text{Kg/cm}^2$	RESISTENCIA CILINDRICA A LOS 28 DIAS, EN PROBETAS ESTANDAR DE 6 pulg. DE DIAMETRO Y 12 pulg. DE ALTURA:
DEFORMACION MINIMA A LA ROTURA = 18%	DIAMETROS 12 mm
TRASLAPES MINIMOS: SI NO SE ESPECIFICA, USAR 40 DIAMETROS Y NO MENOS DE 60cm	LOSAS Y PAREDES : $F_c=210\text{Kg/cm}^2$
ESPACIAMIENTO MINIMO; LOSAS = 3cm, MUROS = 5cm	HORMIGON DE REPLANTILLO : $F_c=140\text{Kg/cm}^2$
RECUBRIMIENTO MINIMO: SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA = 10cm	JAMARCO MAXIMO DE LOS AGREGADOS = 1.0 PULGADA
MUROS Y SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL SUELO = 7cm	CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN: NO MAYOR A 3.0 PULG.
SUELDAS DE ACUERDO CON LA NORMA AWS D 12 1-61	
SUELO	
SI LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ES MENOR A 0.80 Kg/cm <sup>2</sup> , SE COLOCARA MATERIAL DE MEJORAMIENTO	



**VISTA EN PLANTA**



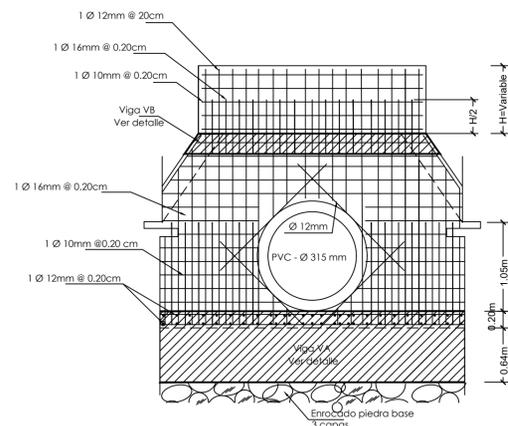
**CORTE C - C'**



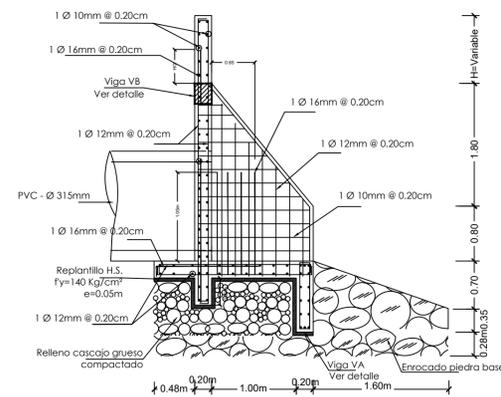
**VISTA ISOMÉTRICA**



**UBICACIÓN**

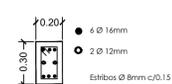


**VISTA FRONTAL  
DETALLE ESTRUCTURAL**

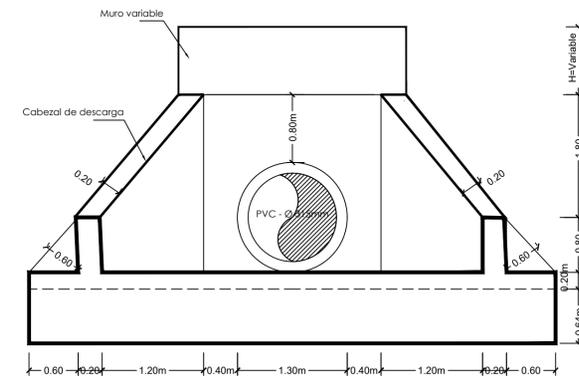
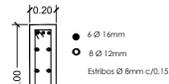


**CORTE C - C'  
DETALLE ESTRUCTURAL**

**VIGA VA**



**VIGA VB**



**VISTA FRONTAL**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: ESTRUCTURA DE DESCAGA ALCANTARILLADO PLUVIAL

DIBUJÓ:

EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:

MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:

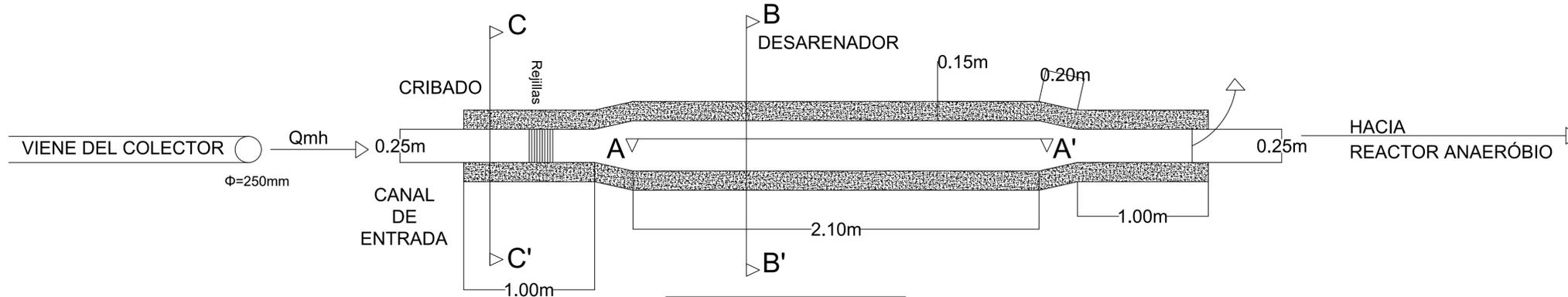
JULIO / 2021

ESCALA:

1:20

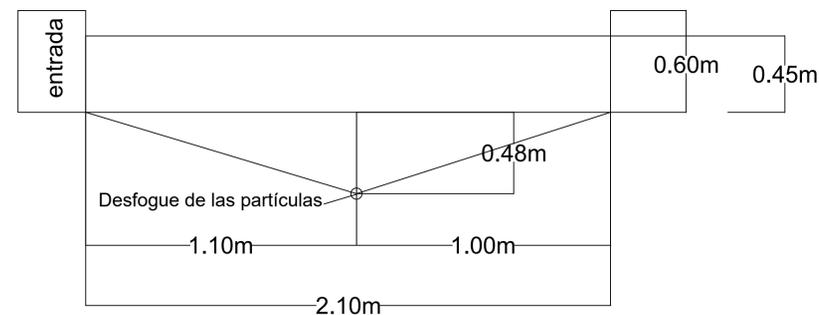
LAMINA:

25/30



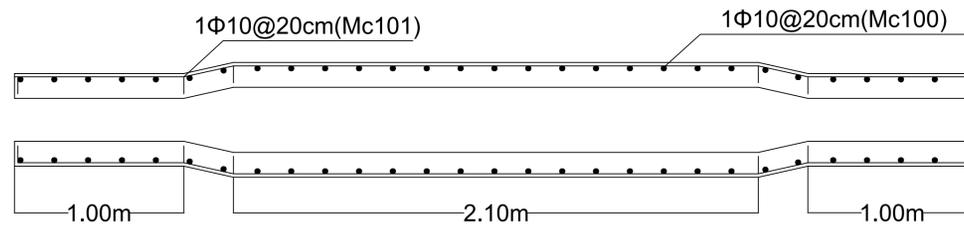
**VISTA EN PLANTA**

ESCALA 1 : 20



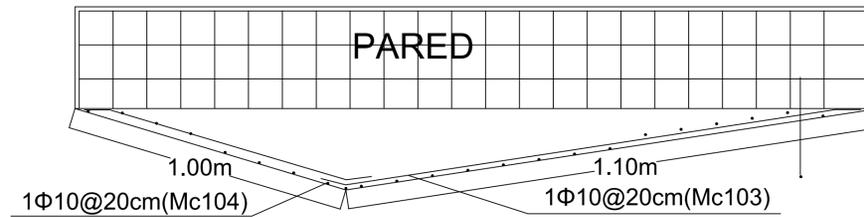
**CORTE A - A'**

ESCALA 1 : 20



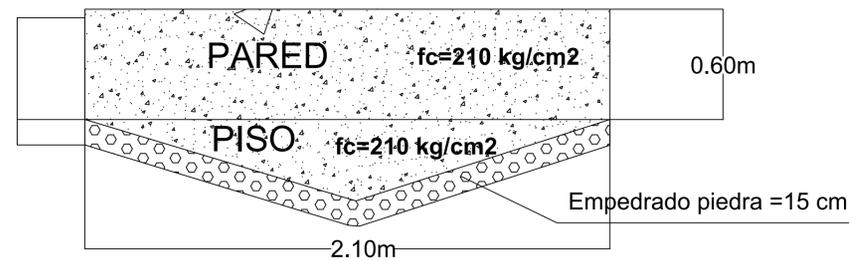
**ARMADO DE PAREDES**

ESCALA 1 : 20



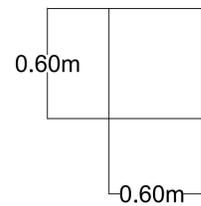
**ARMADO DE PISO DE FONDO**

ESCALA 1 : 20



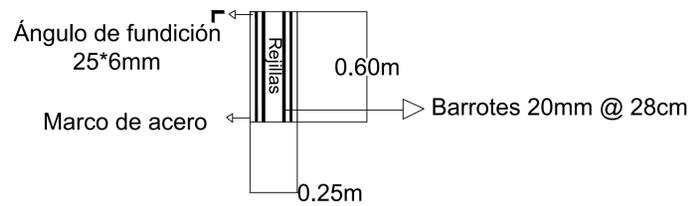
**CONTRAPISO**

ESCALA 1 : 20



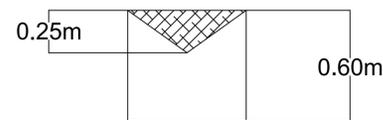
**CORTE B - B'**

ESCALA 1 : 20



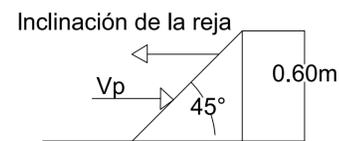
**CORTE C - C'**

ESCALA 1 : 20



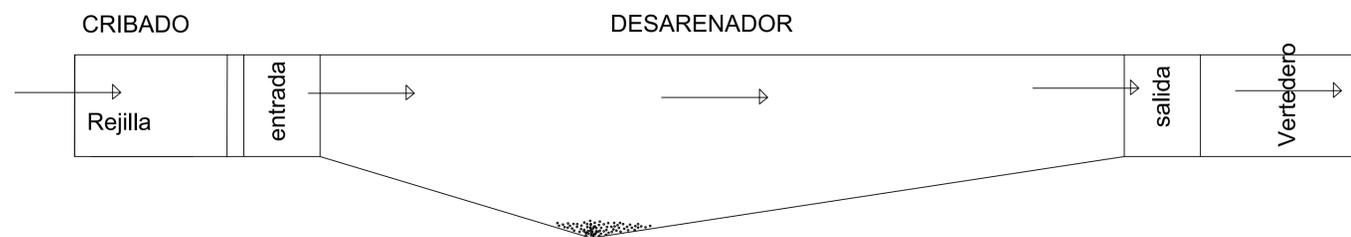
**SECCIÓN DEL VERTEDERO/SALIDA**

ESCALA 1 : 20



**VISTA LATERAL REJILLA**

ESCALA 1 : 20



**VISTA EN CORTE CRIBADO - DESARENADOR**

ESCALA 1 : 20



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE:

DESARENADOR PTAR-VINCHOA

DIBUJÓ:

EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:

MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:

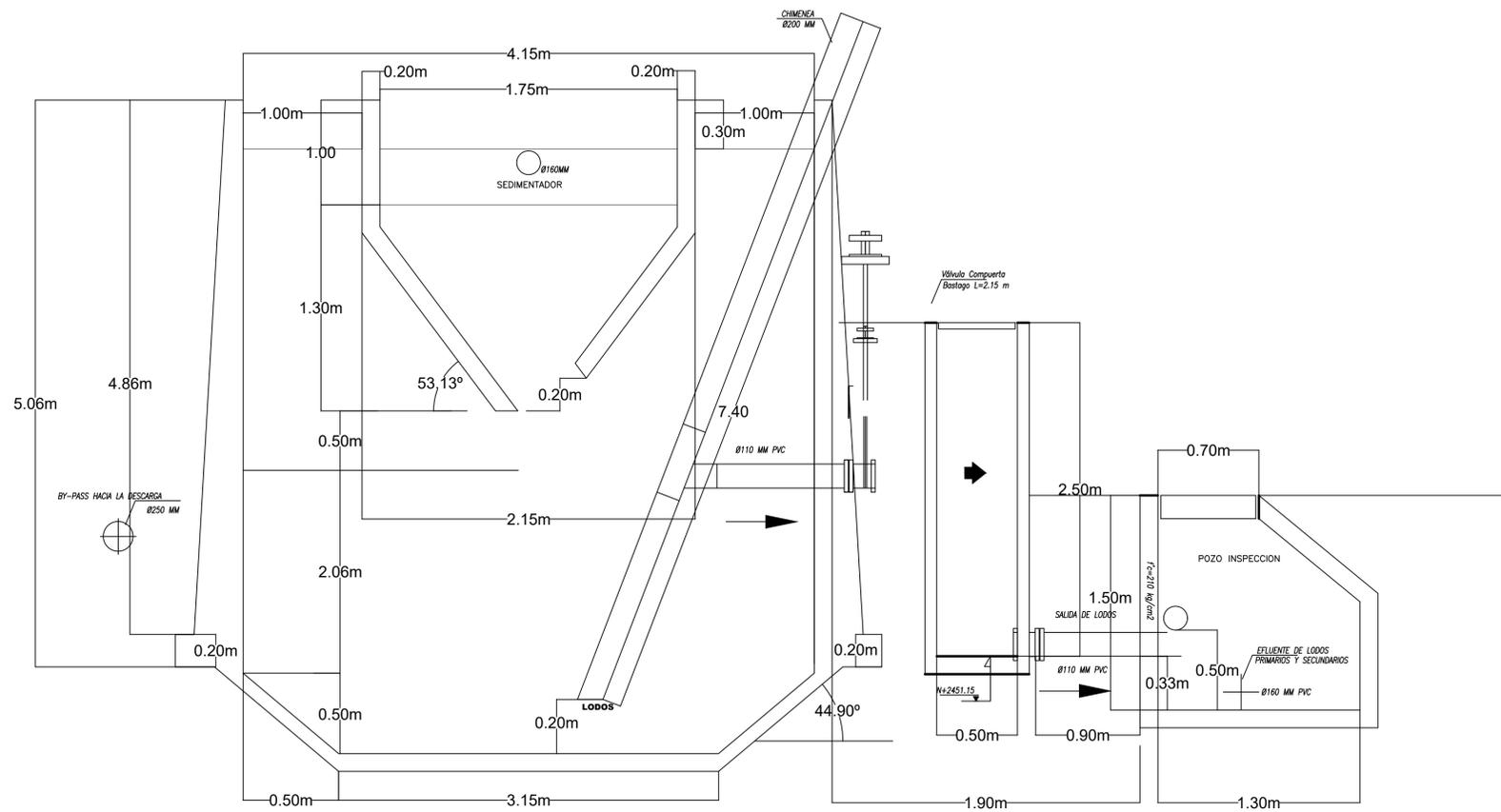
JULIO / 2021

ESCALA:

INDICADAS

LAMINA:

26/30



**CORTE TANQUE IMHOFF**

ESCALA 1 : 25



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE:  
**TANQUE IMHOFF PTAR-VINCHOA**

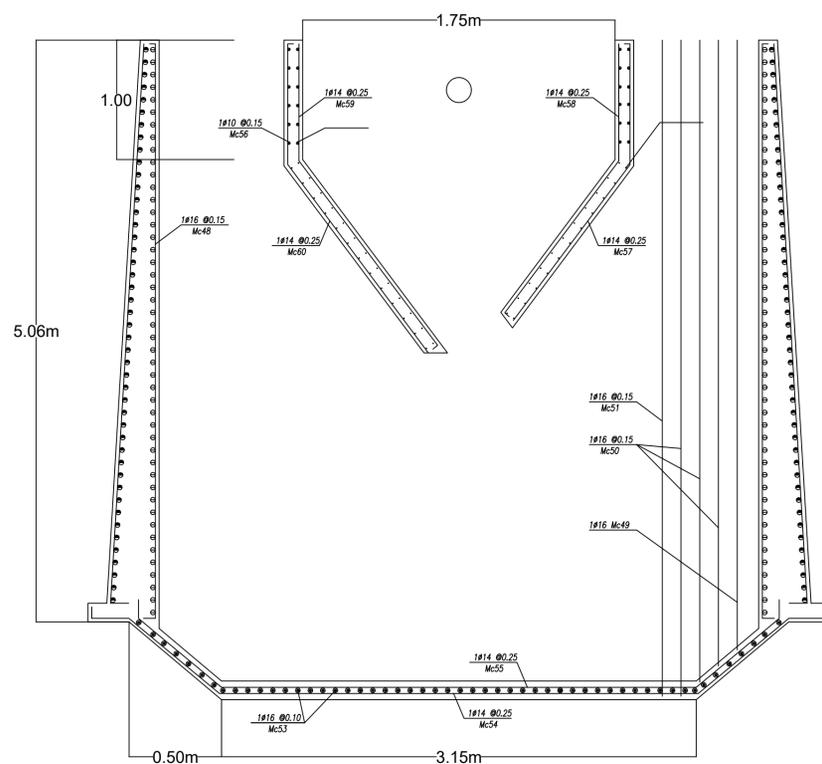
DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

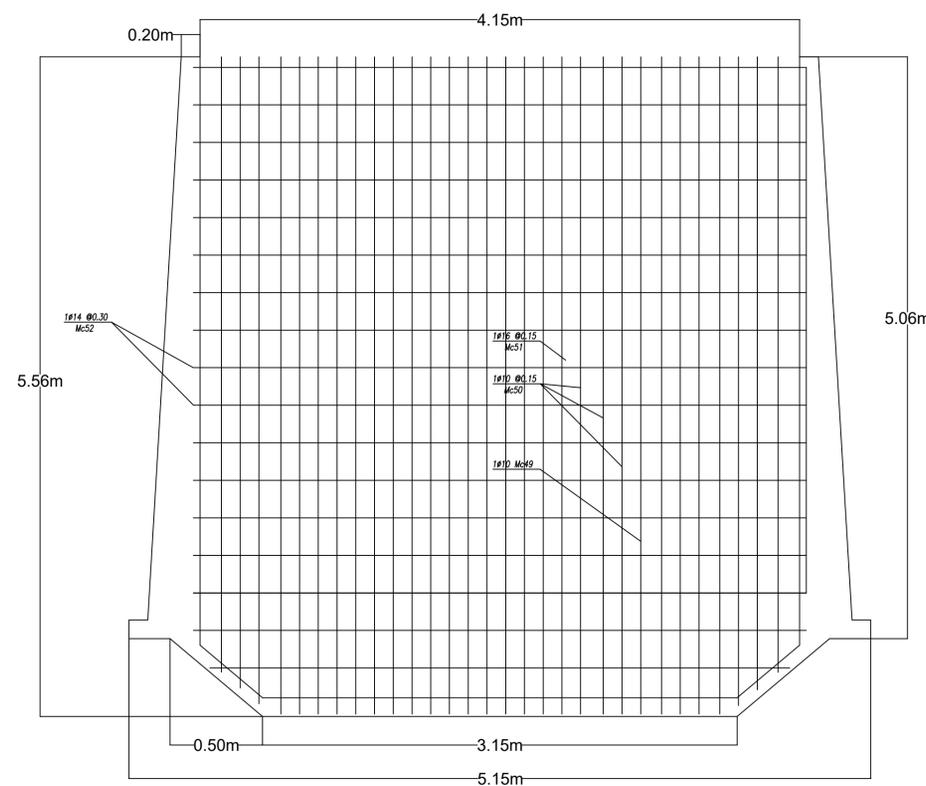
ESCALA:  
 INDICADAS

LAMINA:  
 27/30



**CORTE TRANSVERSAL**

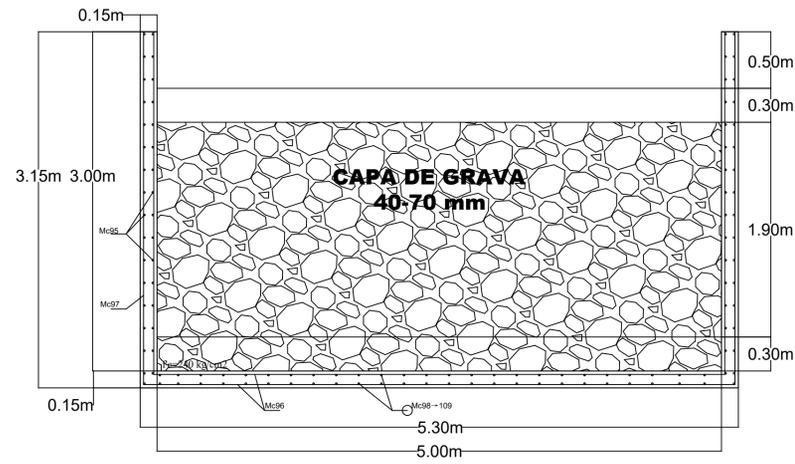
ESCALA 1 : 25



**CORTE TRANSVERSAL**

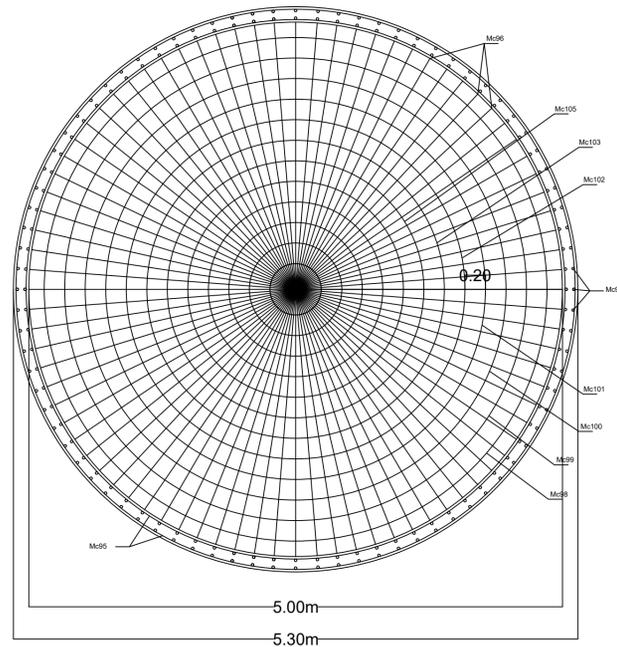
ESCALA 1 : 25





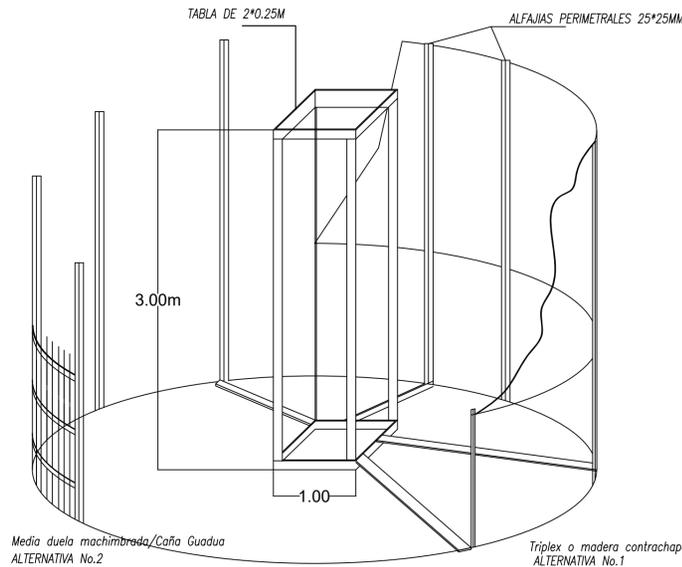
**CORTE TRANSVERSAL FAFA**

ESCALA 1 : 30



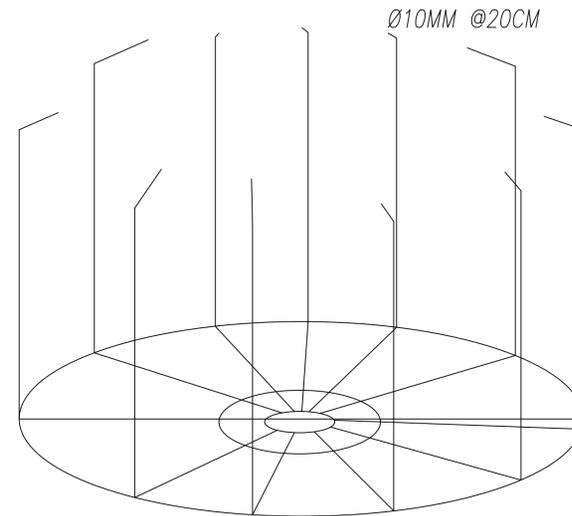
**ARMADO DE PISO**

ESCALA 1 : 30



**ENCOFRADO DE PAREDES**

ESCALA 1 : 30



**ARMADO DE PAREDES**

ESCALA 1 : 30



**UBICACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: FILTRO BIOLÓGICO PTAR-VINCHOA

DIBUJÓ:

EGDO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:

MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:

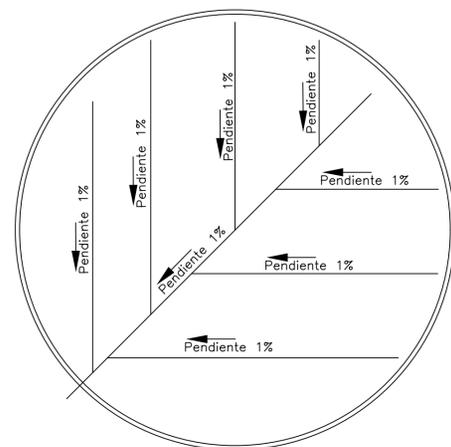
JULIO / 2021

ESCALA:

INDICADAS

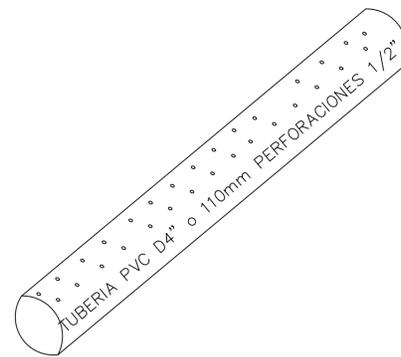
LAMINA:

29/30



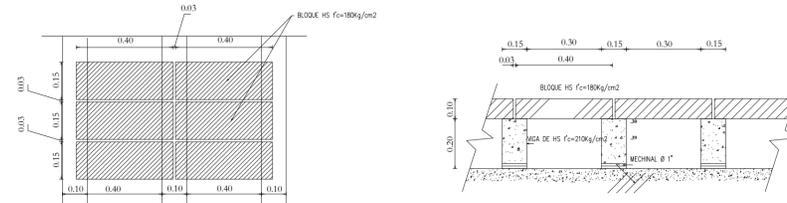
**DETALLE DREN DE PISO**

SIN ESCALA



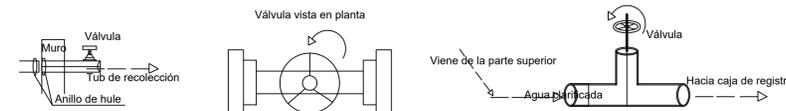
**PERFORACION PVC D=4"**

SIN ESCALA



**DETALLE SUELO FALSO**

SIN ESCALA

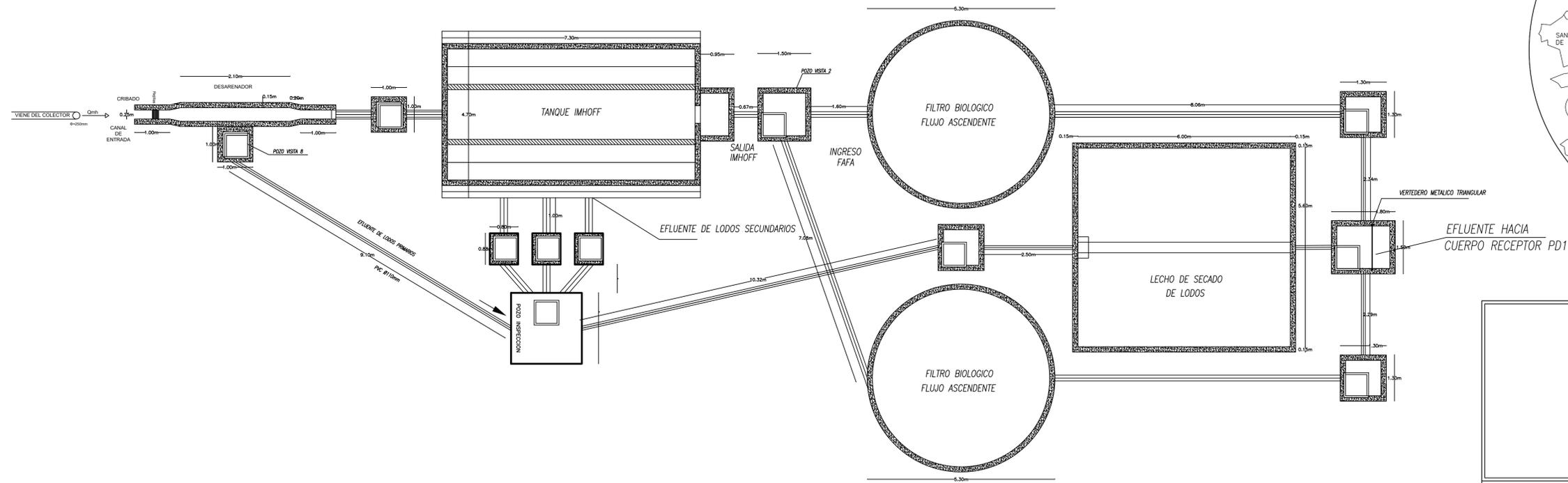


**DETALLE DE VALVULAS**

SIN ESCALA



# IMPLANTACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO VINCHOA CENTRAL



## VISTA EN PLANTA

ESCALA 1 : 15



## UBICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD VINCHOA CENTRAL, PARROQUIA VEINTIMILLA, CANÓN GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR**

UBICACION: GUARANDA, VINCHOA CENTRAL

CONTIENE: **IMPLANTACIÓN PTAR-VINCHOA**

DIBUJÓ:  
 EGO. CARLOS AGUIRRE CALDERÓN  
 AUTOR DEL PROYECTO

REVISÓ:  
 MSG. ING. DILON MOYA MEDINA  
 TUTOR DEL PROYECTO

FECHA:  
 JULIO / 2021

ESCALA:  
 INDICADAS

LAMINA:  
 30/30