



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**N° 060 – 79084940**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO**  
**PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA,**  
**PROVINCIA DE YAUYOS –LIMA, APLICANDO EL MODELO**  
**NUMÉRICO DE SEWERCAD V8i**

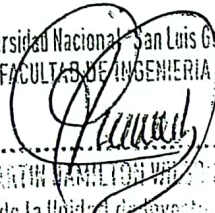
presentado por:

**GONZALES GODOY, LUIS MIGUEL**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **11% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 20 noviembre de 2021

  
Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" Ica  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DR. ING. MARTÍN VANELLON VILLALBA  
Director de la Unidad de Investigación



**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS – LIMA, APLICANDO EL MODELO NUMÉRICO DE SEWERCAD V8i”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:  
BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY**

**ICA – PERÚ**

**2021**

**DEDICATORIA:**

*... A mi familia que me dio la fortaleza de seguir adelante en mi vida profesional...*

*Luis*

**AGRADECIMIENTO:**

*... A mi universidad san Luis Gonzaga de Ica, facultad de ingeniería civil donde transcurrí los mejores días de mi formación profesional...*

*Luis*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	1
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	2
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	3
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	7
<b>ÍNDICE DE TABLA</b> .....	9
<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>SUMMARY</b> .....	12
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b> .....	14
1.1. Antecedentes del problema de investigación.....	14
1.1.1. Antecedentes a nivel internacional .....	14
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	14
1.1.3. Antecedentes a nivel local .....	14
1.2. Bases teóricas de la investigación.....	15
1.2.1. Periodo de diseño .....	15
1.2.2. Estudios de campo .....	16
1.2.3. Población de diseño .....	16
1.2.4. Consumo .....	17
1.2.5. Caudales de diseño.....	19
1.2.6. Conexiones domiciliarias.....	19
1.2.7. Redes Colectoras.....	19
1.2.8. Modelo Numérico SEWERCAD V8i .....	22
1.2.9. Tratamiento de aguas residuales .....	22
1.3. Marco legal .....	43
1.4. Marco conceptual.....	44
<b>CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>46</b>
2.1. Situación problemática .....	46
2.2. Formulación de problemas.....	47

2.2.1. Problema general.....	47
2.2.2. Problemas específicos .....	47
2.3. Delimitación del problema.....	47
2.3.1. Delimitación espacial o geográfica .....	47
2.3.2. Delimitación temporal .....	48
2.3.3. Delimitación social.....	48
2.3.4. Delimitación conceptual.....	48
2.4. Justificación e importancia de la investigación .....	48
2.4.1. Justificación.....	48
2.4.2. Importancia.....	48
2.5. Objetivos de investigación.....	49
2.5.1. Objetivo general .....	49
2.5.2. Objetivos específicos.....	49
2.6. Hipótesis de investigación .....	49
2.6.1. Hipótesis general o principal.....	49
2.6.2. Hipótesis específicas .....	49
2.7. Variables de investigación .....	49
2.7.1. Identificación de variables.....	49
2.7.2. Operacionalización de variables.....	50
<b>CAPÍTULO III: ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>51</b>
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación .....	51
3.1.1. Tipo de investigación.....	51
3.1.2. Nivel de investigación .....	51
3.1.3. Diseño de investigación.....	51
3.2. Población y muestra materia de investigación.....	51
3.2.1. Población de estudio.....	51
3.2.2. Tamaño de la muestra.....	51
<b>CAPÍTULO IV: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>52</b>
4.1. Técnicas de recolección de datos .....	52
4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	52

4.3.	Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos .....	52
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE</b>		
<b>RESULTADOS .....</b>		
5.1.	Descripción de la zona el proyecto .....	54
5.1.1.	Ubicación .....	54
5.1.2.	Accesibilidad.....	55
5.1.3.	Clima.....	56
5.1.4.	Topografía y tipo de suelos .....	57
5.1.5.	Características urbanas y vivienda.....	57
5.1.6.	Análisis de los servicios existentes .....	58
5.2.	Consideraciones para el diseño del proyecto .....	62
5.2.1.	Periodo de diseño .....	62
5.2.2.	Estudios topográficos .....	63
5.2.3.	Población de diseño.....	63
5.2.3.1.	Datos censales .....	63
5.2.3.2.	Cálculo de la población de diseño .....	64
5.2.4.	Consumo.....	65
5.2.4.1.	Dotación.....	65
5.2.5.	Caudales de diseño .....	66
5.2.5.1.	Caudal máximo diario .....	66
5.2.5.2.	Caudal máximo horario .....	66
5.2.5.3.	Gastos considerados en el diseño de alcantarillado.....	66
5.3.	Consideraciones para el diseño del proyecto .....	67
5.3.1.	Conexiones domiciliarias.....	67
5.3.2.	Redes Colectoras.....	67
5.3.2.1.	Diseño de la red.....	67
5.3.3.	Modelo Numérico SEWERCAD V8i .....	71
5.3.4.	Tratamiento de aguas residuales .....	82
5.3.4.1.	Justificación del sistema de tratamiento elegido .....	82
5.3.4.2.	Dimensionamiento y diseño de la infraestructura .....	82
5.4.	Discusión de resultados .....	106

<b>CAPÍTULO VI: COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS</b> .....	110
6.1. Contrastación de hipótesis específicas.....	110
6.2. Contrastación de hipótesis general .....	111
<b>CONCLUSIONES</b> .....	112
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	113
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	114
<b>ANEXOS</b> .....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Corte longitudinal y transversal de una cámara de inspección</i> .....	21
<b>Figura 2</b> <i>Velocidad de sedimentación en régimen de transición</i> .....	30
<b>Figura 3</b> <i>Curvas de comportamiento</i> .....	31
<b>Figura 4</b> <i>Experiencia de Sellerio</i> .....	33
<b>Figura 5</b> <i>Vertedero proporcional Sutro</i> .....	35
<b>Figura 6</b> <i>Detalle de la cámara de sedimentación</i> .....	37
<b>Figura 7</b> <i>Detalles de la cámara de digestión</i> .....	39
<b>Figura 8</b> <i>Ubicación del departamento de Lima</i> .....	54
<b>Figura 9</b> <i>Ubicación de la provincia de Yauyos</i> .....	54
<b>Figura 10</b> <i>Ubicación del distrito de Colonia</i> .....	55
<b>Figura 11</b> <i>Ubicación del C.P. de Colonia</i> .....	55
<b>Figura 12</b> <i>Acceso al C.P. Colonia</i> .....	56
<b>Figura 13</b> <i>Vista Panorámica Del C.P. Colonia</i> .....	57
<b>Figura 14</b> <i>Vista del centro del C.P. Colonia</i> .....	58
<b>Figura 15</b> <i>Esquema de la red de alcantarillado</i> .....	68
<b>Figura 16</b> <i>Esquema de la tubería emisora</i> .....	69
<b>Figura 17</b> <i>Ingreso a SewerCad</i> .....	72
<b>Figura 18</b> <i>Catálogo para elegir diferentes materiales para tubería</i> .....	72
<b>Figura 19</b> <i>Ingreso de diámetros y material de tuberías</i> .....	73
<b>Figura 20</b> <i>Ingreso de parámetros y restricciones.</i> .....	73
<b>Figura 21</b> <i>Coberturas máximas y mínimas para las tuberías de la red</i> .....	74
<b>Figura 22</b> <i>Pendientes máximas y mínimas permisibles según normas</i> .....	74
<b>Figura 23</b> <i>La herramienta Flex Tables</i> .....	75
<b>Figura 24</b> <i>Utilidades del programa</i> .....	75
<b>Figura 25</b> <i>Mostrar los datos resultantes</i> .....	76
<b>Figura 26</b> <i>Validación de datos y procesamiento</i> .....	76
<b>Figura 27</b> <i>Ventana de advertencias</i> .....	77
<b>Figura 28</b> <i>Red procesada</i> .....	77
<b>Figura 29</b> <i>Vista en planta y perfil de una cámara de rejás</i> .....	82

<b>Figura 30</b> <i>Corte longitudinal de una cámara de rejas</i> .....	83
<b>Figura 31</b> <i>vista isométrica de una cámara de rejas</i> .....	83
<b>Figura 32</b> <i>Esquema de separación de rejas</i> .....	84
<b>Figura 33</b> <i>Rango de velocidad de paso entre rejas</i> .....	84
<b>Figura 34</b> <i>Transición y anchos en el canal de rejas</i> .....	85
<b>Figura 35</b> <i>Tirantes en el canal de rejas y bypass</i> .....	86
<b>Figura 36</b> <i>Velocidad de sedimentación en régimen de transición</i> .....	89
<b>Figura 37</b> <i>Curvas de comportamiento</i> .....	91
<b>Figura 38</b> <i>Disposición final en planta y perfil del desarenador</i> .....	92
<b>Figura 39</b> <i>Corte transversal del desarenador</i> .....	93
<b>Figura 40</b> <i>Experiencia de Sellerio</i> .....	95
<b>Figura 41</b> <i>Vertedero proporcional Sutro</i> .....	97
<b>Figura 42</b> <i>Dimensiones de la planta del tanque Imhoff</i> .....	101
<b>Figura 43</b> <i>Dimensiones de las alturas del tanque Imhoff</i> .....	101
<b>Figura 44</b> <i>Dimensiones en planta</i> .....	108
<b>Figura 45</b> <i>Dimensiones en elevación y perfil</i> .....	109
<b>Figura 46</b> <i>Dimensiones del lecho de secado</i> .....	109
<b>Figura 47</b> <i>Plano de ubicación y localización UL-01</i> .....	116
<b>Figura 48</b> <i>Conexiones domiciliarias de desagüe CD-01</i> .....	117
<b>Figura 49</b> <i>Red de colectores RC-01</i> .....	118
<b>Figura 50</b> <i>Perfiles longitudinales – alcantarillado PLC-01</i> .....	119
<b>Figura 51</b> <i>Perfiles longitudinales – alcantarillado PLC-02</i> .....	120
<b>Figura 52</b> <i>Diagrama de flujo - red de alcantarillado DF-01</i> .....	121
<b>Figura 53</b> <i>Plano emisor EM-01</i> .....	122
<b>Figura 54</b> <i>Perfiles longitudinales – Emisor PLE-01</i> .....	123
<b>Figura 55</b> <i>Diagrama de flujo – Emisor DFE-01</i> .....	124
<b>Figura 56</b> <i>Tanque Imhoff TH-01</i> .....	125
<b>Figura 57</b> <i>Detalle de lecho de secado planta de tratamiento LS-01</i> .....	126
<b>Figura 58</b> <i>Detalle de lecho de secado planta de tratamiento LS-02</i> .....	127
<b>Figura 59</b> <i>Detalle de lecho de secado planta de tratamiento LS-03</i> .....	128

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b> <i>Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado</i> .....	15
<b>Tabla 2</b> <i>Dotación de agua según opción de saneamiento</i> .....	18
<b>Tabla 3</b> <i>Dotación para servicios diversos</i> .....	18
<b>Tabla 4</b> <i>Dotación para locales de salud</i> .....	18
<b>Tabla 5</b> <i>Material cribado de agua residual según abertura entre rejas</i> .....	25
<b>Tabla 6</b> <i>Densidad y viscosidad del agua calculadas</i> .....	29
<b>Tabla 7</b> <i>Valores de “a” para la fórmula de Camp</i> .....	32
<b>Tabla 8</b> <i>Velocidad de caída según Arkhangelski</i> .....	33
<b>Tabla 9</b> <i>Valores de la constante “k” para la fórmula de Owens</i> .....	34
<b>Tabla 10</b> <i>Factores de capacidad relativa</i> .....	38
<b>Tabla 11</b> <i>Tiempo de digestión</i> .....	39
<b>Tabla 12</b> <i>Aportes per cápita para aguas residuales domésticas</i> .....	42
<b>Tabla 13</b> <i>Requisitos de área según el tipo de tratamiento para lechos de secado.</i> .....	43
<b>Tabla 14</b> <i>Atención por consultorio externo en la provincia de Yauyos</i> .....	47
<b>Tabla 15</b> <i>Representación de la operacionalización de variables</i> .....	50
<b>Tabla 16</b> <i>Rutas de accesibilidad</i> .....	56
<b>Tabla 17</b> <i>Población escolar del Anexo</i> .....	58
<b>Tabla 18</b> <i>Atención por consultorio externo en el CP Colonia</i> .....	62
<b>Tabla 19</b> <i>Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado</i> .....	62
<b>Tabla 20</b> <i>Datos censales de la población</i> .....	64
<b>Tabla 21</b> <i>Dotación para servicios diversos</i> .....	65
<b>Tabla 22</b> <i>Dotación total para el proyecto</i> .....	66
<b>Tabla 23</b> <i>Cálculos previos de redes colectoras para entrar al programa SewerCAD</i> ..	69
<b>Tabla 24</b> <i>Cálculos previos de redes emisoras para entrar al programa SewerCAD</i> ....	69
<b>Tabla 25</b> <i>Resultados de la red alcantarillados – Redes colectoras</i> .....	78
<b>Tabla 26</b> <i>Resultados de la red alcantarillados – Red emisor</i> .....	79
<b>Tabla 27</b> <i>Resultados de diseño de los buzones – redes colectoras</i> .....	80
<b>Tabla 28</b> <i>Resultados de diseño de los buzones – red emisora</i> .....	81
<b>Tabla 29</b> <i>Valores de “a” para la fórmula de Camp</i> .....	93

<b>Tabla 30</b> <i>Velocidad de caída según Arkhangelski</i> .....	94
<b>Tabla 31</b> <i>Valores de la constante “k” para la fórmula de Owens</i> .....	95
<b>Tabla 32</b> <i>Coordenadas para su construcción</i> .....	99
<b>Tabla 33</b> <i>Diseño tanque Imhoff</i> .....	100
<b>Tabla 34</b> <i>Aportes per cápita para aguas residuales domésticas</i> .....	103
<b>Tabla 32</b> <i>Requisitos de área según el tipo de tratamiento para lechos de secado. ....</i>	105

Planos

## RESUMEN

En la presente investigación se aportó a la solución de la problemática del centro poblado Colonia en el distrito de Colonia, provincia de Yauyos, Lima, donde la inexistencia de un sistema de alcantarillado, define una situación de riesgo en el tema de salubridad, afectando directamente a la calidad de vida de sus habitantes.

Como objetivo principal se analizó en forma preliminar toda información importante para el diseño de la red de desagüe y la disposición final de las aguas residuales, que servirá para la solución integral al saneamiento básico del lugar. Planteando la hipótesis de que al cumplir este objetivo se influye directamente en la calidad de vida del centro poblado de Colonia.

Por lo tanto, se realizó una investigación cuantitativa, aplicada, aplicando modelación numérica. El nivel es descriptivo y correlacional, donde el diseño de la investigación es no experimental-transversal.

Frente a una tasa de crecimiento negativa distrital y provincial se optó por una tasa de crecimiento  $r=0$  considerando la población actual de 1463 habitantes. El caudal de aporte a la red de desagüe de 2.18 l/s y 2.40 l/s para el diseño de la planta de tratamiento de agua residual. Para ello el sistema requiere de la instalación de una red colectora de 1858.14 m con tuberías PVC de 110 mm NTN ISO 4435; 52 cámaras de inspección de concreto, 223 conexiones domiciliarias y la instalación de una tubería emisora de 439.45 m de PVC-110 mm.

En referencia al primer objetivo específico, el análisis preliminar de la situación actual del servicio de eliminación de aguas residuales y su relación con la situación de salud del C.P. Colonia. Que se cumple al utilizar un sistema de recolección de desagües mediante redes, con una planta de tratamiento tipo Imhoff.

En cuanto a la hipótesis principal, ésta se ha comprobado positivamente en referencia a la incidencia del sistema integral del saneamiento básico sobre la calidad de vida de los pobladores del C.P. Colonia.

Finalmente, la variable independiente de la hipótesis principal, influyó directamente sobre la calidad de vida de los pobladores del C.P. Colonia al comprobarse la tendencia a mejorar, mediante análisis estadístico y probabilístico, utilizando información del Ministerio de Salud (MINSA) y datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Palabras Clave: Alcantarillado, planta de tratamiento, calidad de vida.

## SUMMARY

This research contributes to the solution of the problem of the Colonia populated center in the district of Colonia, Yauyos province, Lima, where the absence of a sewage system defines a risk situation in terms of health, directly affecting to the quality of life of its inhabitants.

The main objective is a preliminary analysis of all important information for the design of the drainage network and the final disposal of wastewater, which will serve for the integral solution to the basic sanitation of the place. Posing the hypothesis that meeting this objective has a direct influence on the quality of life in the populated center of Colonia.

Therefore, a quantitative, applied investigation was carried out, applying numerical modeling. The level is descriptive and correlational, where the research design is non-experimental-transversal.

Faced with a negative district and provincial growth rate, a growth rate  $r = 0$  was chosen considering the current population of 1463 inhabitants. The contribution flow to the drainage network of 2.18 l/s and 2.40 l/s for the design of the wastewater treatment plant. For this, the system requires the installation of 1858.14 m collector network with 110 mm PVC pipes; 52 concrete inspection chambers, 223 household connections and the installation of a 439.45 m PVC- 110 mm emitter pipe.

In reference to the first specific objective, the preliminary analysis of the current situation of the wastewater disposal service and its relationship with the health situation of the C.P. Colonia. Which is fulfilled when using a drainage collection system through networks, with an Imhoff type treatment plant.

Regarding the main hypothesis, this has been positively verified in reference to the impact of the integral system of basic sanitation on the quality of life of the inhabitants of C.P. Finally, the independent variable of the main hypothesis directly influenced the quality of life of the residents of C.P. Colonia

When the tendency to improve is verified, through statistical and probabilistic analysis, using information from the Ministry of Health (MINSA) and data from the World Health Organization (WHO).

Key Words: Sewerage, treatment plant, quality of life.

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA  
CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS –  
LIMA, APLICANDO EL MODELO NUMÉRICO DE SEWERCAD V8i”**

**ÁREA DE CONOCIMIENTO:**

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

RECURSOS HÍDRICOS RIESGO DE DESASTRE Y CAMBIO CLIMÁTICO

**AUTOR:**

BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY

**ASESOR:**

MAG. MÁXIMO ALEJANDRO CRISPÍN GOMEZ

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación Análisis y Diseño Integral Del Saneamiento Básico para la calidad de vida del C.P. de Colonia, provincia de Yauyos –Lima, aplicando el modelo numérico de SewerCAD V8i, desarrollo un análisis de la situación actual del C.P. Colonia para evaluar la mejor alternativa de solución a la situación problemática relacionada con la carencia de un sistema de alcantarillado y disposición final de aguas residuales, que permita mejorar las condiciones de vida actuales. Para ello el análisis hidráulico es imprescindible para el diseño de los elementos que forman parte de un sistema integral de saneamiento básico, recurriendo a revisión bibliográfica relacionada y utilizando metodologías de simulación hidráulica mediante el programa SewerCAD V8i. la aplicación del software reduce considerablemente tiempo del diseño.

El sistema contará con una red de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas residuales, cuya importancia en la mejora de la calidad de vida es reducir las enfermedades relacionadas con la carencia de este servicio.

El desarrollo del presente estudio comprende seis capítulos que se mencionan:

Capítulo I: Se expone el marco teórico, antecedentes y bases teóricas de la investigación, así como los marcos legales y conceptuales aplicados al tema.

Capítulo II: Se describe la situación problemática, se identifica el problema, objetivo e hipótesis generales y sus específicas correspondientemente.

Capítulo III: Se expone el diseño metodológico de la investigación, tipo, nivel y diseño de la investigación, así como población y tamaño de la muestra.

Capítulo IV: Se describe las técnicas e instrumentos de investigación.

Capítulo V: Se exponen los aspectos generales de la zona del proyecto, ubicación, accesos, clima, topografía, características urbanas, el análisis de los servicios existentes, el diseño hidráulico, la discusión de los resultados y las propuestas de estructuras hidráulicas requeridas.

Capítulo VI: Se desarrolla la contrastación de hipótesis específicas y la Hipótesis general de la investigación.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### **1.1. Antecedentes del problema de investigación**

#### **1.1.1. Antecedentes a nivel internacional**

Córdova, c. (2013), Universidad Católica de Colombia, tesis: “diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado Pasoancho situado en el Municipio de Zipaquirá”, menciona: “la red de alcantarillado es considerada uno de los servicios básicos indispensables en la comunidad, pero muchos territorios del país son insuficientes para utilizar este medio. en el pasado, en muchas partes del país, se priorizó la transformación de las redes de abastecimiento de agua potable y la construcción de las redes de tratamiento de aguas residuales se llevó a cabo de manera indefinida. se ha completado el proyecto de la red de tratamiento de alcantarillado y alcantarillado en esta comunidad para mejorar las condiciones de vida de los residentes”.

#### **1.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

Mendoza, a. (2018). investigación realizada en la universidad César Vallejo (Lima) titulada: “Diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado mediante sistema condominial para mejoramiento de calidad de vida, asociación las Vegas Carabayllo, Lima, 2018”, en la investigación se resalta: “mediante el diseño de alcantarillado por red condominial se producirá impactos positivos en la población de la asociación las Vegas, ya que permitirá el suministro de este servicio básico dentro del área de influencia del proyecto ofreciendo mejores condiciones sanitarias y mejorando la salud y bienestar de los ciudadanos al desaparecer las aguas negras y desechos originados por la actividad de la población”.

#### **1.1.3. Antecedentes a nivel local**

Mancilla, j. (2018). investigación realizada en la universidad nacional “San Luis Gonzaga” (Ica) titulada: “aplicación del modelo numérico SewerGEMS para el diseño hidráulico del sistema integral de desagüe en beneficio del Centro Poblado Mirmaca, distrito de Pausa, Paucar del Sara, Ayacucho”, resalta: “el problema principal de la población de Mirmaca es que no cuenta con un Sistema de Alcantarillado, los problemas se concentran fundamentalmente en la no existencia del sistema para la recolección y tratamiento de las aguas servidas. Mientras que la cobertura del agua es al 100% con instalaciones eficientes, en alcantarillado no existe cobertura 0%, el 100% de la población

no tiene descarga de sus aguas servidas a plantas de tratamientos y sus excretas los hacen al aire libre. Esta situación exige la construcción de redes de alcantarillado para brindar cobertura al nivel más alto posible”.

## **1.2. Bases teóricas de la investigación**

### **1.2.1. Periodo de diseño**

Es el periodo del proyecto para el cual se diseñan los componentes del sistema de alcantarillado, incluyendo la infraestructura para tratar aguas residuales. Para su determinación se considera la vida útil de los equipos y estructuras; la vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria; el crecimiento poblacional y la economía de escala.

#### **Normas para la determinación del período de diseño**

Para centros poblados en zona rural, con población menor a 2000 habitantes, se recomienda usar la “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”, del Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento (MVCS), en la cual se especifica que (RM-192-2018-Vivienda, p.30) “Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento...” y a continuación propone un mínimo de 10 años y máximo de 20 años.

#### **Determinación del período de diseño**

Considerando lo expresado en el ítem anterior, se opta por un período de 22 que comprende el período de vida útil de 20 años, más 02 años de aprobación de la inversión pública y la ejecución de obra.

**Tabla 1**

*Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado*

estructuras	período de diseño
Red de desague	20 años
Emisor	20 años
Caseta de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	5 a 10 años
Plantas de tratamiento	20 a 30 años

Fuente: Elaboración propia.

## **1.2.2. Estudios de campo**

### **Estudio topográfico**

La topografía del terreno es información primordial para determinar con precisión las magnitudes de los componentes del sistema a proyectar. Mediante el estudio topográfico se obtienen planos de las áreas donde se emplazarán la red de desagüe y la planta de tratamiento de aguas residuales. Su precisión es importante para determinar las dimensiones de las estructuras y redes. La información consignada en los planos topográficos debe mostrar características de la superficie terrestre, como pendientes, accidentes geográficos, cursos de agua, construcciones existentes, etc.

### **Elementos Básicos**

#### **Planos**

Son los planos resultantes del levantamiento topográfico sobre el cual se proyectan las diversas obras. Las escalas mayormente utilizadas son:

- Plano de Ubicación: 1/10,000; 1/15,000; 1/5,000
- Localización: 1/50,000
- Plano topográfico general: 1/2,000
- Plano de lotización: 1/2,000 o 1/2,500
- Plano de flujos y red de alcantarillado: 1/2,000 o 1/2,500
- Plano de zonas de perfiles de calles: H=1/2,000; V=1/200
- Plano de zonas de secciones transversales de calles H=V=1/200
- Plano de plantas de tratamiento: 1/100
- Plano de detalles de estructuras y otros: 1/25

#### **Tipos de Levantamiento**

En este caso, se deben realizar:

- Levantamiento taquimétrico, para obtener planos de planta con curvas de nivel.
- Levantamiento altimétrico, para obtener planos de perfiles longitudinales y secciones transversales de las calles y red de alcantarillado.

## **1.2.3. Población de diseño**

La "Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural" del MVCS recomienda usar el **Método de Crecimiento**

**Aritmético** que mejor se ajusta al crecimiento de poblaciones menores a 2,000 habitantes, aplicando la siguiente expresión:

$$P_f = P_o \left( 1 + \frac{r \times t}{100} \right)$$

Dónde:

$P_f$  = población futura

$t$  = periodo de diseño en años

$P_o$  = población actual

$r$  = tasa de crecimiento poblacional en %

#### **1.2.4. Consumo**

Es la cantidad de agua que se asigna según las normas, para cualquier uso, en un tiempo determinado que generalmente es un día.

##### **Tipos de Consumo**

• **Consumo Doméstico:** Usado para beber, preparar alimentos, lavado de ropa, para limpieza personal o de la vivienda, etc. Se fija por normas o costumbres y se asigna por persona y por día. También se le conoce como dotación.

• **Consumo de Uso Público:** Se considera para edificios públicos como: Escuelas, puestos policiales, cuarteles, riego de jardines, piscinas públicas, etc. Considera también agua para incendios, que es un consumo instantáneo. La Norma Técnica OS-100 “Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria” del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) indica que no es obligatorio la demanda contra incendios para poblaciones menores de 10,000 habitantes.

##### **Dotación**

Es la cantidad de agua que se asigna para un determinado uso y se expresa por persona y por día. Para la determinación de la dotación en una zona rural se tienen que tomar en cuenta una serie de factores tales como:

- Costumbres de la población
- Nivel de vida de la población
- Clima de la localidad
- La disponibilidad de fuentes del líquido elemento
- Calidad del agua suministrada y Costo del agua

- La presión de la red de distribución
- El consumo, comercial, industrial y público
- Consumo por desperdicio en el sistema
- Consumo de agua por ganado u otro animal doméstico
- Riego de jardines y dotación contra incendios

Para centros poblados en zonas rurales, con poblaciones menores a 2000 habitantes, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) recomienda usar “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”, aprobada mediante RM-192-2018-Vivienda. En esta norma, la dotación de agua según la opción de saneamiento se adopta del siguiente cuadro, para lo cual se considerará arrastre hidráulico, por tratarse de un sistema de alcantarillado.

**Tabla 2**

*Dotación de agua según opción de saneamiento*

Región	Sin arrastre hidráulico	Con arrastre
costa	60 l/h/día	90 l/h/día
sierra	50 l/h/día	80 l/h/día
selva	70 l/h/día	100 l/h/día

Fuente: MVCS – PNSR (2018)

**Tabla 3**

*Dotación para servicios diversos*

Tipo de servicio	Dotación
Escuela primaria	20 l/alumno/día
Escuela secundaria	25 l/alumno/día
Consultorio médico	50 l/día
Riego de áreas verdes	2 l/m <sup>2</sup> /día

Fuente: RNE IS.010

**Tabla 4**

*Dotación para locales de salud*

Local de salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización	600 l/d por cama
Consultorio médicos	500 l/d por consultorio
Clinicas dentales	1000 l/d por unidad dental

Fuente: RNE IS.010

### 1.2.5. Caudales de diseño

**Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ):**

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 \times Q_p(l/s)$$

**Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ):**

$$:Q_{mh}(l/s) = 2.0 \times Q_p(l/s)$$

**Gastos considerados en el diseño de alcantarillado**

El caudal que contribuye al diseño del alcantarillado, y la tubería emisora, consta de los siguientes caudales:

- Caudal de contribución de alcantarillado

**Caudal de diseño para la tubería emisora y PTAR:**

Luego, el caudal para el diseño de la tubería emisora será:

$$Q_E = Q_D$$

### 1.2.6. Conexiones domiciliarias

Están constituidas por una caja de concreto simple, rectangular de 0.30 x 0.60 m de área por 0.50 m de profundidad, con una tapa de concreto reforzado, la cual se coloca en la vereda. Esta recibe los desagües de las viviendas y los deriva a la línea de servicio local o colector público.

### 1.2.7. Redes colectoras

**Criterios generales de diseño**

**Redes de alcantarillado**

- **Alcantarillado de Servicio Local:** Es el que está constituido por las tuberías que reciben los desagües de las conexiones prediales. Se admitirán conexiones prediales únicamente hasta con tuberías mínima de DN 110 mm de diámetro.

- **Colectores principales:** Son los constituidos por tuberías que reciben las descargas de aguas servidas por el alcantarillado de servicio local. En los colectores no se podrá realizar conexiones prediales.

- **Emisores:** Serán los constituidos por las líneas conductoras de las aguas servidas, hasta la disposición final o hasta la instalación de tratamiento. Los colectores son las tuberías que reciben las aguas negras de las conexiones domiciliarias y terminan en la planta de tratamiento.

**Consideraciones para el trazado de tuberías**

Se tomará en cuenta lo siguiente, para el trazo de la red en el plano:

- La línea de alcantarillado se proyectará en el eje de las calles.
- La red se ubicará a una profundidad tal que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:
  - La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes (agua potable).
  - Un recubrimiento mínimo de 1.0 m sobre la clave del tubo, para vías vehiculares.
  - Para vías peatonales donde no hay circulación de vehículos, el recubrimiento será menor.
  - La conexión domiciliaria debe partir con 0.30 m por debajo del nivel del terreno y una pendiente mínima de 15 m por mil.
  - El trazo de los colectores se hace en el eje central de las calles.
  - Las tuberías de desagüe no se podrán colocar a menos de 2.00 m. de distancia de las tuberías de agua.

### **Cámaras de inspección**

Se instalan en los encuentros de tuberías, en los cambios de dirección, cambios de diámetro, pendientes y cambio de material.

La profundidad mínima será de 1.20mts.

Diámetro interior:

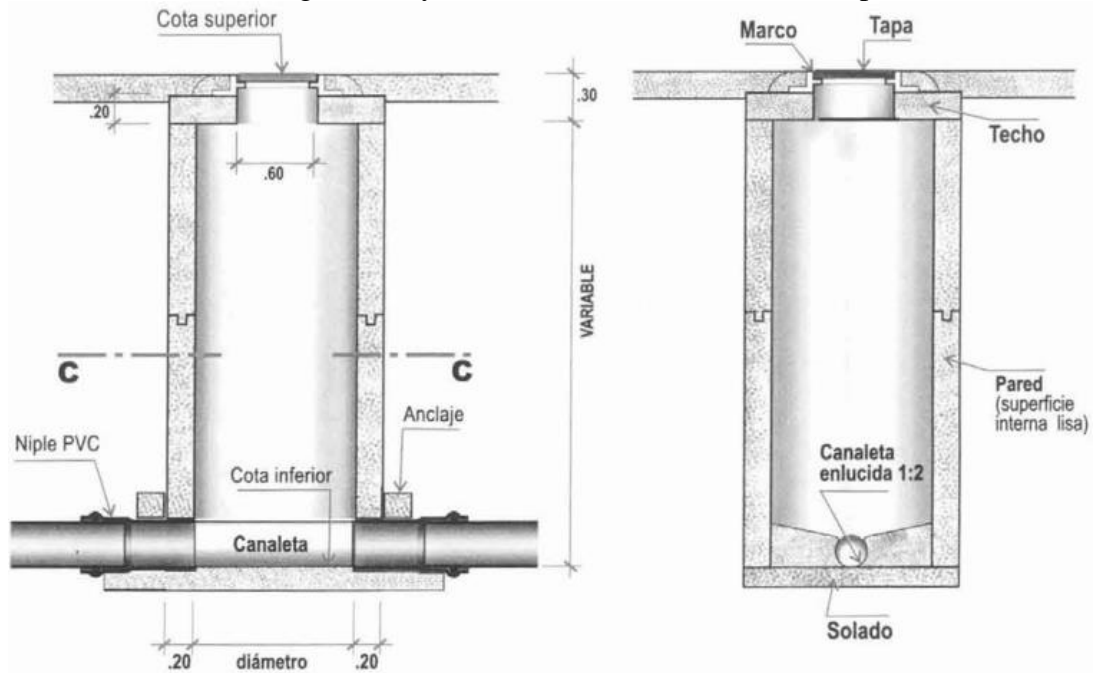
- 1.20 m., para tuberías hasta de 800 mm., de diámetro.
- 1.50 m., para tuberías hasta de 1,200 mm., de diámetro.
- Para diámetros mayores, serán de diseño especial.

Espaciamiento máximo entre cámaras:

- 60 m., para tuberías de 100-150 mm., de diámetro.
- 80 m., para tuberías de 200 mm., de diámetro.
- 100 m., para tuberías de 250-300 mm., de diámetro.
- En las cámaras de inspección de más de 2 m., de profundidad, se aceptan tuberías que no lleguen al nivel del fondo, si su cota de llegada es 0.50 m. a más sobre el fondo. Si la caída es mayor a 1.00 m., se usan dispositivos especiales.

**Figura 1.**

Corte longitudinal y transversal de una cámara de inspección.



**Fuente:** Manual de Instalación: Las Redes de Agua Potable y Desagüe – MVCS/ASPEM 2007 Manual de Instalación: Las Redes de Agua Potable y Desagüe – MVCS/ASPEM 2007

### **Cálculo hidráulico**

Los caudales del sistema se calculan de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- El 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado. Para los efectos de la capacidad de diseño de dicho sistema, el porcentaje anterior se aplicará al caudal correspondiente al máximo anual de la demanda horaria.
- El dimensionamiento del sistema de alcantarillado se hará para la conducción de los caudales máximos con una altura de flujo de 75% del diámetro de la tubería, si la  $V_{real} > V_{crítica}$ .

### **Pendientes permisibles**

Para reducir volúmenes de excavación, la pendiente de la tubería debe seguir en lo posible la pendiente del terreno, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La pendiente mínima permisible es la necesaria para generar una fuerza tractiva mayor a un pascal.
- Pendientes permisibles en tuberías PVC usando la fórmula de Manning ( $n = 0.013$ ) según el RNC NTP OS 050.

### **Fórmulas para el cálculo hidráulico**

Para el cálculo hidráulico de la red de alcantarillado se recomienda usar las fórmulas de MANNING, para conductos circulares:

- Manning:

$$Q = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Dónde:

n: Coeficiente de Manning.

S: Pendiente de Tubería (m/m).

R: Radio Hidráulico (m).

#### **1.2.8. Modelo numérico SewerCAD V8i**

Es un Software de diseño y simulación de alcantarillados sanitarios. Su proceso reduce considerablemente el diseño. Tiene muchas otras capacidades como:

- Asignar y evaluar cargas de alcantarillado.
- Analizar sistemas hidráulicos y desbordamientos de alcantarillado combinado.
- Analizar las capacidades de entrada.
- Construir y gestionar modelos hidráulicos.
- Diseñar alcantarillado sanitario.

Los resultados obtenidos para las diversas variables analizadas, generan cuadros de resultados que pueden ser exportados a hojas de cálculo para personalizar la presentación. Asimismo, puede exportarse al AutoCAD, el plano de flujos que se genera con los datos de buzones y tuberías calculadas.

#### **1.2.9. Tratamiento de aguas residuales**

Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, y su propósito es eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales utilizadas por el ser humano. El propósito del tratamiento es producir agua depurada (o aguas residuales tratadas) que puedan ser reutilizadas en el medio ambiente y residuos sólidos o lodos (biosólidos o lodos) aptos para su reutilización. Suele llamarse tratamiento de aguas residuales.

## **Grados de tratamiento y sistemas usuales**

### **• Tratamiento primario**

Es para remover aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Mediante la utilización de Tanque Séptico y tanque Imhoff.

### **• Tratamiento secundario**

El tratamiento secundario se designa para degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, restos de comida, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales e industriales trata las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos.

### **• Tratamientos terciarios**

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

## **Elección del sistema de tratamiento**

Los **Tanques Sépticos** se usan para el tratamiento primario de aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbanas marginales. Su uso se limita para un máximo de 350 habitantes.

El **Tanque Imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuyo fin es remover sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, ofrecen ventajas para tratar aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por esto también se les llama tanques de doble cámara. Su operación es simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto las aguas residuales deben pasar por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. Su forma típica rectangular y se divide en tres compartimentos:

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

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se eliminan la mayoría de los sólidos sedimentables. Se deslizan por la pared inclinada en el fondo de la cámara de sedimentación, ingresan a la cámara de digestión a través del espacio y hay sedimentadores superpuestos en el fondo. La parte superpuesta evita que el gas del producto de digestión o las partículas sólidas suspendidas interfieran con el proceso de precipitación. El gas y las partículas ascendentes que se producen inevitablemente durante el proceso de digestión se transfieren a la sala de crema o área ventilada. El lodo acumulado en el tanque de digestión se extrae regularmente y se introduce en el lecho de secado, donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, y luego se retira y se desecha en un vertedero o se utiliza para la mejora del suelo.

### **Criterios generales de diseño del sistema de tratamiento asumido**

Los principios para el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

El tanque Imhoff elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado. Debido a la baja remoción de la DBO y coliformes, es recomendable enviar el efluente hacia una laguna facultativa para garantiza una buena remoción de microorganismos en el efluente. Para el diseño se considera la Norma OS.090 “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y cámara de natas.

## Dimensionamiento de la Infraestructura

Elementos de la planta de tratamiento de aguas residuales:

### Desarenador

- Cámara de rejillas
- Desarenador
- Vertedero Sutro

### Tanque Imhoff

Lecho de secado de lodos.

### Desarenador

### Cámara de Rejas

Dispositivo constituido por rejillas de barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas. Tiene como función es retener sólidos gruesos y grandes, que son arrastrados por el flujo y estén flotando, para proteger la estructura contra la obstrucción en válvulas, bombas, equipos de aireación, tuberías y otras partes y equipos de la planta de tratamiento.

**Tabla 5**

*Material cribado de agua residual según abertura entre rejillas*

Abertura	Material de cribado (l/m <sup>3</sup> )
20 mm	0.038
25 mm	0.023
35 mm	0.012
40 mm	0.009

Fuente: (OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2006)

### Características de las rejillas:

- Espesor de barra:  $e$  (Según OS.090 entre 5 y 15mm).
- Ancho de barra:  $a$  (Según OS.090 entre 30 y 75 mm).
- Separación entre barras:  $s$  (Según OS.090 entre 20 y 50 mm).
- Eficiencia de la reja ( $E$ ):

$$E = \frac{s}{e + s}$$

- Velocidad de paso entre rejillas ( $V$ ): Debe estar entre 0.6 a 0.75 m/s. Si la velocidad es menor a 0.6 m/s, los sólidos tienden a sedimentarse. Si es mayor a 0.75 m/s los residuos que se quieren retener pasarán por entre las rejillas.

- Velocidad de aproximación aguas arriba de las rejas ( $V_a$ ):

$$V_a = V \times E$$

- Área útil de las rejas ( $A_u$ ):

El caudal máximo residual calculado

$$A_u = \frac{Q_{EMISOR}}{V}$$

- Área total ( $A_t$ ):

$$A_t = \frac{A_u}{E}$$

- Número de barras ( $N$ ):

Si se asume el ancho del canal de rejas en  $B = 40 \text{ cm} = 400 \text{ mm}$ , el número de barras distribuidas en este será:

$$N = \frac{B - s}{s + e}$$

### **Características del canal de transición:**

Es usual que la transición entre la tubería de ingreso (Emisora) y el canal de rejas sea mayor que el diámetro de la tubería. Este tramo debe igualarse al ancho mismo de las rejas, para evitar espacios muertos. Para lograrlo se recomienda un ángulo de transición de  $12^\circ 30'$ .

En consecuencia, la longitud de esa transición ( $L$ ) se calcula con:

$$LT = \frac{B_2 - B_1}{2 \operatorname{tg}(12^\circ 30')}$$

Dónde:

- $L_T$  = Longitud de transición ingreso-canal (m)
- $B_1$  = Ancho de canal o diámetro de tubería de ingreso (m)
- $B_2$  = Ancho del canal de rejas (m)
- Cálculo de tirante máximo ( $Y_{\text{máx}}$ ):

$$Y_{\text{máx}} = \frac{AT}{B}$$

- Cálculo de Radio Hidráulico ( $R_h$ ):

$$R_h = \frac{AT}{B + 2Y_{\text{max}}} \text{ m}$$

- Pendiente del canal ( $S$ ):

Para este cálculo, se considera canal de concreto, para lo cual usamos un coeficiente  $n = 0.013$ . Luego:

$$S = \left( \frac{Q_{EMISOR} \times n}{At \times Rh^{2/3}} \right)^2$$

### Características del Bypass:

- Tirante sobre el vertedero del bypass ( $Y_{bp}$ ):

Inicialmente se asume un ancho del vertedero igual a  $B_v = 0.25$  m y el ancho del canal del bypass será igual al ancho del canal de rejas.

$$Y_{bp} = \left( \frac{Q_{EMISOR}}{1.83B_y} \right)^{2/3} m$$

- Área:

$$A = B_y \times Y_{bp} \text{ m}^2$$

- Cálculo de Radio Hidráulico ( $R_h$ ):

$$R_h = \frac{A}{B_y + 2Y_{bp}} m$$

- Pendiente del Bypass (S):

$$S = \left( \frac{Q_{EMISOR} \times n}{A \times R_h^{2/3}} \right)^2$$

### Datos del emisor:

- Diámetro del emisor ( $D_e$ ):

- Tirante del emisor ( $y_e$ ):

$$\frac{y_e}{D_e} = 0.90$$

- Radio hidráulico del emisor ( $R_e$ ):

$$\frac{R_e}{D_e} = 0.298$$

- Área del emisor ( $A_e$ ):

$$\frac{A_e}{D_e^2} = 0.7445$$

- Pendiente en el emisor ( $S_e$ ):

$$S = \left( \frac{Q_{max} \times n}{A_e \times R_e^{2/3}} \right)^2$$

- Velocidad en el emisor ( $V_e$ ):

$$V_e = \frac{Q_{EMISOR}}{A_e}$$

- Pérdida de carga en la transición ( $H_{ft}$ ):

$$H_{ft} = \frac{[(V_e - V_a)^2 \times 0.1]}{2g}$$

- Desnivel entre el fondo de la tubería y el fondo del canal ( $Z$ ):

$$Z = \left( \frac{V_e^2}{2g} + y_e \right) - \left( \frac{V_a^2}{2g} + y_{max} \right) - H_{ft}$$

- Pérdida de carga en la reja ( $h_f$ ):

$$h_f = \frac{V^2 - V_a^2}{2g \times 0.7}$$

- Pérdida de carga en la reja 50% de ensuciamiento ( $h_{f50\%}$ ):

$$h_{f50\%} = \frac{(2V)^2 - V_a^2}{2g \times 0.7}$$

- Altura total al inicio de la cámara de rejillas:

$$h_1 = D_e + z + 0.20$$

- La altura total a la salida de la cámara de rejillas será:

$$h_2 = h_1 + z$$

### **Diseño del desarenador:**

Es un dispositivo obligatorio en plantas con sedimentadores y digestores. Tendrá una unidad previa que reduce la velocidad de las aguas residuales para sedimentar y remover sólidos minerales y otros. Para el diseño hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La norma OS.090 recomienda una velocidad de flujo alrededor de 0.3 m/s con tolerancia de  $\pm 20\%$ . La tasa de aplicación estará entre 45 y 70  $m^3/m^2/h$ , verificada para las condiciones del lugar y para el caudal máximo horario.
- A la salida y entrada del desarenador se preverá, a cada lado, por lo menos una longitud adicional equivalente a 25% de la longitud teórica.
- La relación entre largo y altura del agua deberá ser 30.
- La altura del agua y borde libre debe comprobarse para el  $Q_{mh}$ .

### Dimensionado del Desarenador:

Experimentalmente las partículas de arena nocivas tienen un tamaño igual o mayor a 0.2 mm, con peso específico de 2.65 gr/cm<sup>3</sup> y sedimentan con una velocidad del orden de 2 cm/s. Se ha constatado que los desarenadores deben diseñarse con tasas de aplicación de 600 a 1,200 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>/día). Las normas del RNE, recomiendan un rango entre 45 a 70 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>/hora).

### Velocidad horizontal de sedimentación (Vs):

Inicialmente suponemos que el flujo se encuentra en régimen laminar, donde la velocidad de sedimentación se determina mediante la Ley de Stokes, la cual se calcula con la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{p - 1}{n} \right) d_c^2$$

Donde, ( $\eta$ ) es la viscosidad cinemática del flujo obtenida de la siguiente tabla, para una determinada temperatura. Esto es importante ya que, al disminuir la temperatura, aumenta la viscosidad del fluido, afectando a la velocidad de sedimentación.

**Tabla 6**

*Densidad y viscosidad del agua calculadas de las tablas "International*

*Critical"*

Temp. ° C	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Visc. Cinem.	Temp. ° C	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Visc. Cinem.
0	0.99987	1.7923	20	0.99823	1.0105
1	0.99993	1.7321	21	0.99802	0.9863
2	0.99997	1.6741	22	0.99780	0.9629
3	0.99999	1.6193	23	0.99757	0.9403
4	1.00000	1.5676	24	0.99733	0.9186
5	0.99999	1.5188	25	0.99707	0.8975
6	0.99997	1.4726	26	0.99681	0.8774
7	0.99993	1.4288	27	0.99654	0.8581
8	0.99988	1.3874	28	0.99626	0.8394
9	0.99981	1.3479	29	0.99597	0.8214
10	0.99973	1.3101	30	0.99568	0.8039
11	0.99963	1.2740	31	0.99537	0.7870
12	0.99952	1.2396	32	0.99505	0.7708
13	0.99940	1.2068	33	0.99437	0.7751
14	0.99927	1.1756	34	0.99440	0.7398

15	0.99913	1.1457	35	0.99406	0.7251
16	0.99897	1.1168	36	0.99371	0.7109
17	0.99880	1.0888	37	0.99336	0.6971
18	0.99862	1.0618	38	0.99299	0.6839
19	0.99843	1.0356	39	0.99262	0.6711

Fuente: OPS/CEPIS, 2005

### Verificación del Número de Reynolds:

Para que se pueda aplicar la Ley de Stokes, el número de Reynolds obtenido debe ser:  $Re < 0.5$ , siendo:

$$R_e = \frac{V_s \times d_c}{n}$$

Por lo tanto, hacemos un reajuste al valor de  $V_s$ , considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación.

Calculamos el término del diámetro, con los datos existentes:

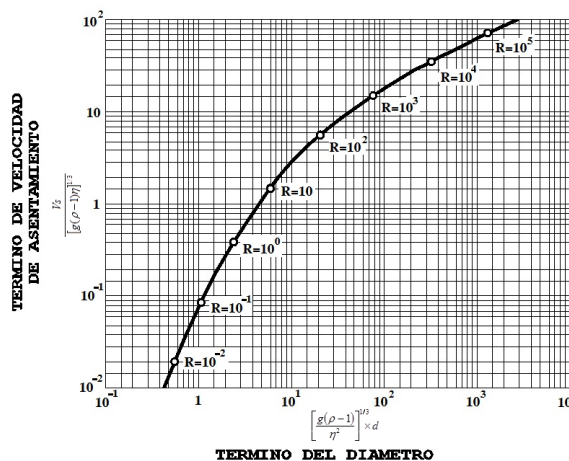
$$\left[ \frac{g(p_s - 1)}{n^2} \right]^{1/3} \times d$$

Con este dato ingresamos al gráfico anterior y obtenemos el término de velocidad de asentamiento, en régimen de transición:

$$\frac{V_s}{\left[ g(p - 1)n \right]^{1/3}} = 0.80$$

### Figura 2.

*Velocidad de sedimentación en régimen de transición*



Fuente: OPS/CEPIS, 2005

Despejando  $V_s$ :

$$V_d = 0.80[g \times (p - 1)n]^{1/3}$$

Comprobamos nuevamente si cumple con la condición de Reynolds:

$$R_e = \frac{V_s \times d_c}{n}$$

Nuevamente comprobamos que no cumple para aplicar la Ley de Stokes, entonces el flujo se encuentra en régimen de transición, luego aplicamos la Ley de Allen, donde la velocidad de sedimentación se obtiene de:

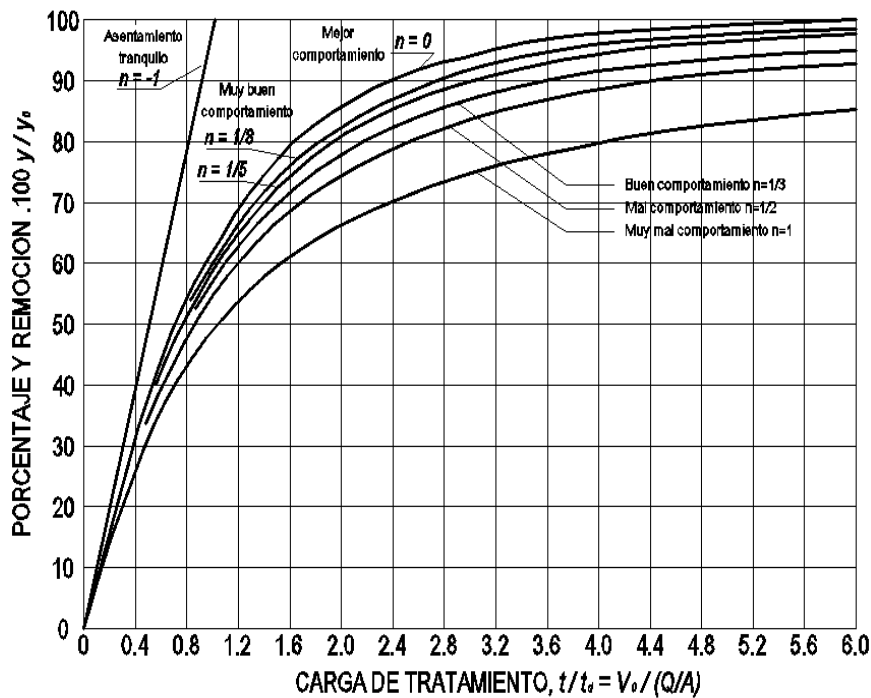
$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} g \times \frac{(p - 1)}{C_D}} \times d_c$$

Donde  $C_D$  es el coeficiente de arrastre, obtenido con:

$$C_D = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34$$

Con la que calculamos el área requerida. El caudal se incrementa previamente por un coeficiente de seguridad que garantiza la eficiencia requerida, según Rivas Mijares-1978. Considerando 100% de eficiencia y remoción, del gráfico siguiente obtenemos:

**Figura 3.**  
*Curvas de comportamiento*



Fuente: (OPS/CEPIS, 2005a)

$$V'_s = \frac{Q_{EMISOR} \times C_{seg}}{A_c}$$

Despejando el área superficial:

$$A_s = \frac{Q_p \times C_{seg}}{V'_s}$$

**Dimensiones del desarenador:**

Se calcula mediante la relación:  $A_s = L \times B$

Se recomienda que el valor de “L” deba estar entre 10H y 20H

La norma OS.090 recomienda que se disponga de 02 canales de desarenador para poder hacer limpieza sin que se obstruya el flujo, por consiguiente, cada desarenador tendrá las mismas dimensiones, de manera que la disposición final de este elemento queda de la siguiente forma:

**Calculamos la longitud de transición:**

Esta se refiere a la distancia entre la cámara de rejillas y el desarenador, considerando una inclinación de 12°30’, para identificar las siguientes dimensiones:

- B1 (ancho del canal de rejillas asumido)
- B2 (ancho de los desarenadores + espesor de muro)

Luego, el valor máximo es:

$$L_T = \frac{B_2 - B_1}{2 \operatorname{tg}(12^\circ 30')}$$

El valor mínimo será 0.30 m cuando no se pueda aplicar geoméricamente este criterio, sin embargo, debe mantenerse la inclinación de 12°30’ como ángulo.

**Velocidad de flujo en el tanque:**

Utilizamos la fórmula de Camp, para lo cual previamente debemos elegir una constante (a) relacionada con el diámetro de la partícula:

**Tabla 7**  
*Valores de “a” para la fórmula de camp*

a	d(mm)
51	<0.1
44	0.1-1
36	>1

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

$$V = a\sqrt{d}$$

Este valor es menor que 1m/s, lo que garantiza baja velocidad para poder separar y remover el material sólido que arrastra el caudal.

**Cálculo de la velocidad de caída de la partícula:**

Existen varios criterios según diversos investigadores, entre los cuales tenemos:

- **Arkhangelski**

La velocidad de caída se determina según la siguiente tabla:

**Tabla 8**  
*Velocidad de caída según Arkhangelski*

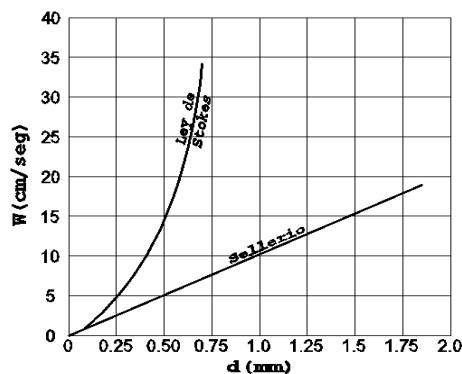
d(mm)	W(cm/s)	d(mm)	W(cm/s)
0.05	0.18	0.50	5.40
0.10	0.69	0.55	5.94
0.15	1.56	0.60	6.48
0.20	2.16	0.70	7.32
0.25	2.70	0.80	8.0
0.30	3.24	1.00	9.44
0.35	3.78	2.00	15.29
0.4	4.32	3.00	19.25
0.45	4.86	5.00	24.90

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

- **Stokes y Sellerio**

La velocidad de caída se determina según el siguiente nomograma, utilizando la velocidad de flujo en el tanque según Camp:

**Figura 4.**  
*Experiencia de Sellerio*



Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

- **Owens**

Para aplicar su fórmula previamente se determina una constante “K” de la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Valores de la constante “k” para la fórmula de Owens*

forma y naturaleza	K
Arena esferica	9.35
Granos redondeados	8.25
Granos de cuarzo $d > 3\text{mm}$	6.12
Granos de cuarzo $d > 0.70\text{ mm}$	1.28

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

$$W = k \times [d \times (p - 1)]^{1/2}$$

Su ecuación, en función del diámetro de la partícula es:

$$W = 3.8\sqrt{d} + 8.3d$$

**Verificación de la longitud del desarenador:**

Las dimensiones en el prisma de flujo en el desarenador.

$$Q = (B \times H) \times V_{-B} = \frac{Q_{EMISOR}}{H \times V}$$

Longitud del desarenador:

$$L = \frac{H \times V}{W}$$

Tiempo de sedimentación:

$$T = \frac{H}{W}$$

Volumen de agua conducido en el tiempo:

$$V = Q_{EMISOR} \times T$$

Verificación de la capacidad del tanque:

$$V = B \times H \times L$$

### Altura total a la salida del desarenador:

Para facilitar el lavado en el fondo del desarenador se le dará una pendiente de 2% desde el final de la longitud de transición. Luego, la diferencia de altura entre la entrada y salida del desarenador será:

$$\Delta h = Lx \frac{S}{100}$$

Finalmente, la altura total a la salida del desarenador será:

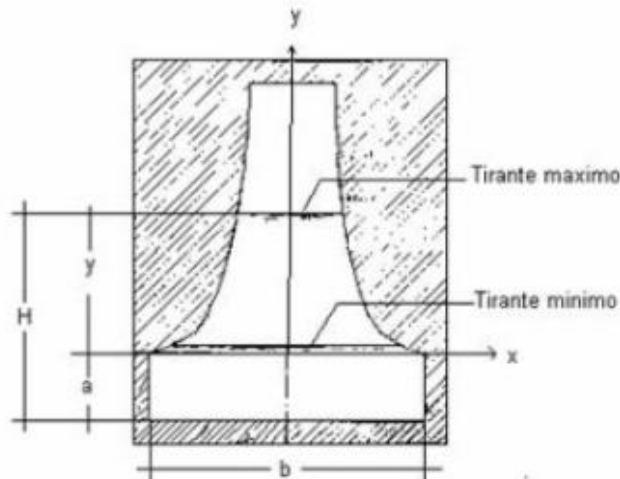
$$H_t = H + \Delta h$$

Las dimensiones totales y finales del desarenador se muestran en los anexos. (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

### •Diseño del vertedero Sutro:

Dispositivo obligatorio que sirve para el control de velocidad del flujo y se coloca al final del desarenador. Para este caso utilizaremos un vertedero proporcional o vertedero Sutro, el cual consiste en una placa vertical con una abertura de acuerdo a la siguiente figura:

**Figura 5.**  
*Vertedero proporcional Sutro*



Fuente: OPS/CEPIS, 2005

De la figura anterior,  $h_{arena}$  es la altura desde la base del vertedero hasta el comienzo de la distancia “a”  $H$  o  $h_{máx}$  es la Altura del canal  $h_{canal} = 0.30$  m asumido para el diseño del desarenador, la misma que representa:

$$h_{max} = h_{canal} = y + a$$

Del cual despejamos la altura Y:

$$y = h_{canal} - a$$

Donde (**a**) es la altura de agua residual que pasa por encima de la cresta del vertedero. Se recomienda valores entre 2.5 cm a 10 cm (0.025m a 0.10m) para líquidos cloacales.

La ecuación que rige a este tipo de vertedero es:

$$W_s = \frac{Q_{vertedero}}{2\sqrt{2ag} \left( y + \frac{2}{3}a \right)}$$

Donde  $Q_{vertedero}$  es determinado por la siguiente expresión:

$$Q_{vertedero} = 1.84 BH^{2/3}$$

Se determina la forma de las paredes del vertedero con:

$$x = b \left( 1 - \frac{2}{\pi} x \arctg \sqrt{\frac{y}{a}} \right)$$

#### • **Diseño del tanque Imhoff:**

El tanque Imhoff elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque Imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados. Para el diseño se considera la Norma OS.090 “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y cámara de natas.

Además de estos compartimientos se tendrá que diseñar el lecho de secados de lodos.

#### **Diseño de la cámara de sedimentación**

• “El caudal promedio para el diseño, se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_P = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotación}}{1000} \times \% \text{Contribución}$$

Siendo la dotación en l/hab/día.

- El área del sedimentador se calcula con:

$$A_s = \frac{Q_p}{C_s} (m^2)$$

Dónde:  $C_s$  = Carga superficial, igual a  $1m^3/(m^2 \times \text{hora})$

El volumen del sedimentador se calcula con:

$$V_s = Q_p \times R (m^3)$$

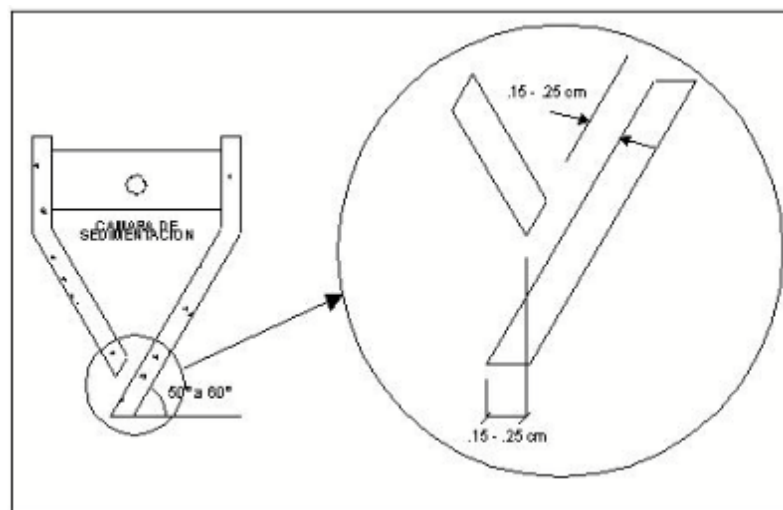
Donde  $R$  es el período de retención hidráulica, entre 1,5 a 2,5 horas (recomendable 2 horas).

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de  $15^\circ$  a  $30^\circ$ . En la arista central se debe dejar una abertura para paso de los sólidos removidos hacia el

digestor, esta será de 0,15 a 0,20 m. Uno de los lados debe prolongarse 15 a 20 cm, de modo que impida el paso de gases y sólidos desprendidos del digestor hacia el sedimentador, situación que reducirá la capacidad de remoción de sólidos en suspensión de esta unidad de tratamiento.

**Figura 6.**

*Detalle de la cámara de sedimentación*



Fuente: OPS/CEPIS, 2005

• **Longitud mínima del vertedero de salida se calcula con:**

$$L_v = \frac{Q_{\max}}{C_{hv}} (m)$$

Dónde:

$Q_{\max}$  = Caudal máximo diario de diseño, en  $m^3/\text{día}$ .

$C_{hv}$  = Carga hidráulica sobre el vertedero, de 125 a 500  $m/(m \cdot \text{día})$ , (recomendable 250).

### Diseño del digestor

• Volumen de almacenamiento y digestión: Se diseña para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) con la siguiente expresión:

$$Vd = \frac{70xPx f_{cr}}{1000} (m^3)$$

Dónde:

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

P = Población.

Se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

**Tabla 10**

*Factores de capacidad relativa*

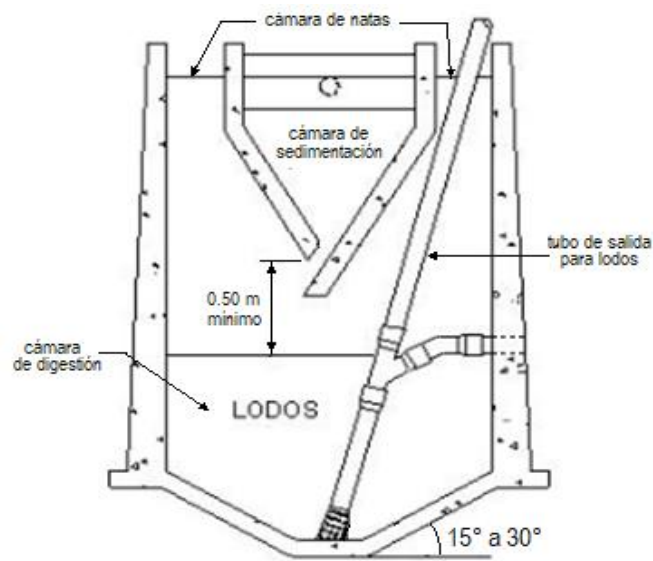
Temperatura °C	fcr
5	2.0
10	14
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

Fuente: OPS/CEPIS, 2005

El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos. Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal. La altura máxima de los lodos deberá estar 0,50 m por debajo del fondo del sedimentador.

**Figura 7.**

*Detalles de la cámara de digestión*



Fuente: OPS/CEPIS, 2005

•Tiempo requerido para digestión de lodos: Varía con la temperatura, para esto se usan los valores de siguiente tabla:

**Tabla 11**

*Tiempo de digestión*

Temperatura °C	Días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: OPS/CEPIS-UNATSABAR 2005

•Frecuencia del retiro de lodos: Los lodos digeridos deberán retirarse periódicamente, para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usarán los valores consignados en la tabla anterior.

### **Extracción de lodos**

El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque. Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m.

### **Área de ventilación y cámara de natas**

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y el sedimentador (zona de espuma o natas) se tendrán en cuenta lo siguiente:

- El espaciamiento libre será de 1,0 m como mínimo.
- La superficie libre total será no menor al 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre será como mínimo de 0,30 cm.

Con el procedimiento indicado anteriormente en la descripción se complementa con lo siguiente:

### **Procedimiento de operación**

Al entrar en funcionamiento, un tanque Imhoff debe cebarse para poner en marcha el proceso de digestión. Esto se hace utilizando lodos digeridos de otro tanque, o a falta de éstos, materia nutritiva, tal como unas cuantas paladas de abono o estiércol. Puede desarrollarse una espuma o nata excesiva, como resultado de condiciones ácidas, teniéndose que usar medios correctores, como adiciones de cal en poca cantidad, a fin de ajustar así el pH hasta el punto neutro. En su funcionamiento normal, un tanque Imhoff debe ser vigilado diariamente, aunque para hacerlo no exija mucho trabajo en su manejo ni muchas herramientas. Al subir los gases para salir por las ventosas, llevan algunos sólidos a la superficie, y pueden formar espuma o nata gruesa flotante. Los gases pueden levantar las masas flotantes aun hasta rebosar las paredes, estorbando así el paso normal de ellos, haciendo que pasen hacia arriba a través de la ranura de las cámaras de sedimentación, se vuelven sépticos, a menos que sean removidos. Sin embargo, pueden prevenirse la mayoría de las dificultades o mal funcionamiento del tanque por medios sencillos. La espuma o nata se dispersa u obliga a bajar por medios de chorros de agua con manguera, y los sólidos de la cámara de sedimentación se obligan a bajar utilizando una cadena pesada, suelta, de rastreo. Hay que conocer el nivel de los lodos de cuando en cuando, para lo cual se usa un palo y placa o una bomba de mano con manguera, para mantener este nivel bajo control, sacando mensualmente los lodos digeridos, o cuando se requiera, para obtener buen resultado. Los lodos se descargan sobre lechos de arena para secarlos.

### **Diseño del lecho de secado de lodos:**

Pueden ser construidos de mampostería, de concreto o de tierra (con

diques), con profundidad total útil de 50 a 60 cm. El ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m, pero para instalaciones grandes pueden sobrepasar los 10 m. El medio de drenaje es generalmente de 0.30m de espesor y deberá tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 0.15m formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 0.02 a 0.03m llena de arena.
- La arena es el medio filtrante y deberá tener un tamaño efectivo de 0.3 a 1.3 mm.
- Debajo de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada hasta 0.20m de espesor.
- Carga de sólidos que ingresa al sedimentador  $C$  (kg de SS/día).

#### **Cálculo de la carga de sólidos: ( $C$ )**

Se estima mediante la ecuación:

$$C = 0.0854Q \times SS$$

Dónde:

$C$  = Carga de sólidos que ingresa al sedimentador.

(kg de SS/día)

$Q$  = Caudal promedio de aguas residuales

( $Q_{emisor} = 0.0004874 \text{ m}^3/\text{s}$ )

$SS$  = Sólidos en suspensión en el agua residual cruda (kg/l).

Sin embargo, también se puede estimar en función de la población por la contribución per cápita (gr de SS/hab x día) según la siguiente expresión:

$$C = \frac{\text{Población} \times \text{Contribución per cápita}}{1000} (\text{gr. SS/hab} \times \text{día})$$

La norma OS.090 del RNE, específica que esta contribución per cápita, para comunidades pequeñas, sin sistema de alcantarillado como en este caso, se puede optar por 90 gr. SS/hab x día, obtenida de la siguiente tabla:

**Tabla 12***Aportes per cápita para aguas residuales domésticas*

parámetros	
-DBO 5 días, 20°C, gr/ (hab x día)	50
-Sólidos en suspensión, gr/ (hab x día)	90
-NH <sub>3</sub> – N como N, gr/ (hab x día)	8
-N Kjeldahl total como N, gr/ (hab x día)	12
-fosforo total, gr/ (hab x día)	3
-Coliformes fecales, N° de bacterias/ (hab x día)	2x10 <sup>11</sup>
-Salmonella Sp., N° de bacterias/ (hab x día)	1x10 <sup>8</sup>
-Nermátodos intestinales, N° de bacterias/ (hab x día)	4X10 <sup>5</sup>

Fuente: (OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2006)

**Masa de sólidos que conforman los lodos (M<sub>sd</sub>)**

Se expresa en kg. SS/día, según la siguiente ecuación:

$$M_{sd} = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C)$$

**Volumen diario de lodos digeridos (V<sub>ld</sub>):**

Se determina por:

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\rho_{lodo} \times (\% \text{ de sólidos}/100)}$$

Dónde:

- $M_{sd}$  = Masa de sólidos que conforman los lodos (kg. SS/día)
- $\rho_{lodo}$  = Densidad de los lodos (1.03 a 1.04 kg/l)
- $\% \text{ de sólidos}$  = % de sólidos contenidos en el lodo (8 a 12%).

**Rendimiento volumétrico del digestor: (R<sub>d</sub>)**

$$R_d = \frac{\text{Volúmen de lodos en el digestor}}{\text{Población de diseño}}$$

**Área unitaria del Lecho de Secado requerida, por habitante: (A<sub>u</sub>)**

Este requisito de área debe verificarse para una carga superficial anual de sólidos aplicado al lecho de secado, la cual debe estar entre 120 y 200 kg. SS/m<sup>2</sup> x año, para tratamientos primarios, según la norma OS.090.

Para este caso se asume que el número de aplicaciones ( $N_a$ ) del lecho de secado es de 1 año y la profundidad de aplicación  $H_a$ , varía entre 0.20 a 0.40 m. Luego, asumiendo una profundidad de 0.40 m, obtenemos:

$$A_u = \frac{R_d}{N_a \times H_a}$$

**Área mínima del Lecho de Secado: (ALS)**

$$A_{LS} = A_u \times \text{Población de diseño}$$

**Verificando la carga superficial anual de sólidos: (Csa)**

Esta carga debe estar comprendida en la siguiente tabla:

**Tabla 13**

*Requisitos de área según el tipo de tratamiento para lechos de secado.*

Tipo de lodo digerido	Kg.SS/m <sup>2</sup> x año
Primario	120-200
Primario y filtro percoladores	100-160
Primario y lodos activados	60-100
Zanjas de oxidación	110-200

Fuente: (OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2006)

Para un tratamiento primario, la carga superficial anual debe estar entre 120 a 200 kg. SS/m<sup>2</sup> x año, luego calculamos la carga para verificar que el área unitaria del lecho de secado requerida por habitante es la correcta:

$$C_{SA} = \frac{M_{sd} \times 365}{A_{LS}}$$

**Dimensiones del lecho de secado:**

El ancho esta generalmente entre 3 y 6 m, pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m. Luego, asumiendo un ancho A = 8.00 m, se obtiene:

$$L = \frac{A_{LS}}{A}$$

**1.3. Marco Legal**

- Resolución Ministerial-192-2018 “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

- R.N.E. Norma Técnica IS.010 “Instalaciones Sanitarias para Edificaciones” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS.070 “Redes de aguas residuales” Del MVCS.
- R.N.E. Norma Técnica OS.090 “Planta de tratamiento de aguas residuales” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).
- R.N.E. Norma Técnica OS.100 “Consideraciones Básicas de diseño de infraestructura sanitaria” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).

#### 1.4. Marco Conceptual

- **Agua residual doméstica:** Agua de origen doméstico, comercial e institucional, que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

- **Arrastre hidráulico:** Fuerza de tracción que produce los desagües para la evacuación de las excretas desde los aparatos sanitarios hasta el hoyo o pozo.

- **Criterios de diseño:** Guía de ingeniería que especifica objetivos, resultados o límites que debe cumplir en el diseño de un proceso, estructura o comportamiento de un sistema.

- **Caudal máximo horario:** Caudal de consumo más alto en un día de máximo consumo, observado en el periodo de un año.

- **Caudal Medio:** Promedio de los caudales diario de un periodo determinado.

- **Manejo de aguas residuales:** Conjunto de obras de recolección, conducción, tratamiento, disposición final y acciones de operación, monitoreo, control y vigilancia con relación a las aguas residuales.

- **Parámetro de diseño:** Conjuntos de datos para las condiciones finales e intermedias del diseño que sirven para el dimensionamiento, cálculos hidráulicos de los diferentes componentes del sistema recolección, tratamiento y distribución final del agua potable.

- **Saneamiento básico:** Conjunto de infraestructuras públicas que comprendan los elementos siguientes: red de colectores, emisor, estaciones de tratamiento de las aguas residuales, cualquiera que sea el tipo de tecnología utilizada y el objetivo sea devolver los efluentes a los cauces públicos en las mejores condiciones, compatibles con el

mantenimiento del medio ambiente.

- **Parámetros de diseño para infraestructuras de desagües:** Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedias del diseño que sirven para el dimensionamiento, cálculos hidráulicos de los diferentes componentes de un sistema integral de recolección y tratamiento y disposición final de aguas residuales.

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Situación Problemática**

El principal problema del Centro Poblado Colonia, es la falta de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento. los desagües se descargan en letrinas artesanales y construidas sin dirección técnica. No se puede garantizar un flujo adecuado de aguas residuales hacia una planta de tratamiento. Los efluentes que son enviados a letrinas, las cuales no funcionan adecuadamente ya filtran el flujo hacia zonas adyacentes de cultivo, generando olores desagradables y la contaminación del medio ambiente. Esta situación se manifiesta como una significativa prevalencia de enfermedades diarreicas y gastrointestinales, especialmente en los niños que son altamente vulnerables a esta problemática. Las enfermedades transmisibles que con mayor frecuencia se presentaron en estos últimos años son: enfermedades respiratorias, pulmonares, tuberculosis, gastrointestinales, entre otras enfermedades domesticas de la zona.

En alcantarillado no existe con arrastre hidráulico, cobertura (0%). El 100 % de la población no tiene descarga de sus aguas servidas a plantas de tratamientos y sus excretas lo hacen a campos de cultivo pozos sépticos artesanales que acusan funcionamiento deficiente por su estado de deterioro. Esta situación exige la construcción de redes de alcantarillado para brindar cobertura al nivel más alto posible.

#### **Condiciones Sanitarias**

Según el” Análisis de la Situación de Salud en la Región Lima 2016”, el CP. de Colonia es altamente vulnerable a las enfermedades de origen hídrico, por falta de los servicios de alcantarillado. Demostrando una alta vulnerabilidad según datos de la DIRESA Lima.

Para el año 2020, el porcentaje de atenciones por consultorio externo de la población de la provincia de Yauyos fue el 3,3% del total de las atenciones de la DIRESA Lima. Una de las causas de consulta externa en esta provincia fueron las enfermedades infecciosas intestinales que representan al 3.8% (1,895). La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), representa la cuarta causa de morbilidad general en la Región Lima; a pesar de los grandes esfuerzos y logros que desde la perspectiva de salud pública se han implementado y que se reflejan en los valores de mortalidad, sin embargo, sigue ocupando

un lugar importante en los motivos de consulta externa. Esto se debe a las condiciones socioeconómicas, a la pobre infraestructura sanitaria y la generalizada falta de adherencia de prácticas saludables, que se consideran factores importantes.

**Tabla 14**

*Atención por consultorio externo en la provincia de Yauyos*

Vulnerabilidad	%
Infección aguda de vías respiratorias	23.61
Enfermedades en la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares	17
Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	4.
Enfermedades infecciosas intestinales	3.8

Fuente: Análisis situacional de salud. Dirección de Epidemiología – DIRESA Lima

## 2.2. Formulación de problemas

### 2.2.1. Problema General

¿En qué medida el Análisis y Diseño Integral del Saneamiento Básico influye en la Calidad de vida del C.P. Colonia, distrito de Colonia, provincia de Yauyos, Lima?

### 2.2.2. problemas específicos

- ¿Cómo el análisis para el diseño influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, distrito de Colonia, provincia de Yauyos, Lima?
- ¿Cómo el diseño integral del saneamiento básico influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, distrito de Colonia, provincia de Yauyos, Lima?

## 2.3. Delimitación del problema

### 2.3.1. delimitación espacial o geográfica

El proyecto se desarrollará en:

- Localidad : C.P. Colonia
- Distrito : Colonia
- Provincia : Yauyos
- Departamento : Lima

Su Plaza de Armas se ubica en las coordenadas geográficas siguientes: Latitud Sur 12°38'1.00" y Longitud Oeste 75°53'25.03"; las Coordenadas UTM, son 403,313.00 m E y 8'603,217.00 m S y cota de 3,396.25 msnm.

### **2.3.2. Delimitación temporal**

En este caso, siendo una investigación transversal, la delimitación temporal corresponde al período de diseño de 22 años, comprendido entre el año 2019 que se realiza la evaluación y el año 2041 en que culmina el período de diseño.

### **2.3.3. Delimitación social**

Es el área socioeconómica en la que se desarrolla el C.P. de Colonia, distrito de Colonia, provincia de Yauyos, Lima, el cual cuenta con una población de 1,464 habitantes.

### **2.3.4. Delimitación conceptual**

El tema general es la hidráulica, aplicada al Diseño de Redes de Desagüe y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Considerando normas técnicas peruanas (NTP) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el manual: “Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico” del ANA, Obras de Saneamiento OS.010, OS.070, OS.090, OS.100.

## **2.4. Justificación e importancia de la investigación**

### **2.4.1. Justificación**

La justificación para esta investigación radica en que se buscará una solución adecuada que aporte a la problemática del C.P. de Colonia y que a la vez permitirá que forme parte del Plan Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) impulsado por el Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento (MVCS) para lograr los objetivos nacionales en relación a temas de salubridad y calidad de vida poblacional rural.

### **2.4.2. Importancia**

La presente investigación es importante porque se logrará obtener una solución económicamente viable que sirvan de aporte para problemáticas semejantes que se producen en otras localidades con características geográficas y socioeconómicas similares, donde el fin es mejorar la calidad de vida de sus pobladores al contar con servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

## **2.5. Objetivos de investigación**

### **2.5.1. Objetivo general**

Realizar el Análisis y Diseño Integral del Saneamiento Básico que influirá en la calidad de vida del C.P. de Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCAD V8i.

### **2.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar el análisis para el diseño que influirá en la calidad de vida del C.P. Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCAD V8i.
- Desarrollar el diseño integral del saneamiento básico que influirá en la calidad de vida del C.P. Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCADV8i.

## **2.6. Hipótesis de investigación**

### **2.6.1. Hipótesis general o principal**

- El Análisis y Diseño Integral del Saneamiento Básico influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, del distrito de Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCAD V8i.

### **2.6.2. Hipótesis específicas**

- El Análisis para el diseño influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, del distrito de Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCad V8i.
- El diseño integral del saneamiento básico influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, del distrito de Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCad V8i.

## **2.7. Variables de investigación**

### **2.7.1. Identificación de variables**

#### **Variable Independiente**

Análisis y Diseño Integral del Sistema de Alcantarillado.

#### **Variable Dependiente**

Calidad de vida del C.P. de Colonia, distrito de Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCAD V8i.

### 2.7.2. Operacionalización de variables

**Tabla 15**

*Representación de la operacionalización de variables*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
INDEPENDIENTE: Análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado	Calcular la red de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales	Población de actual. Caudal de diseño.	Población futura % de contribución de caudal a la red de alcantarillado Optimización con SewerCAD V8i
DEPENDIENTE: Calidad de vida del C.P. de Colonia, provincia de Yauyos – Lima, aplicando el modelo numérico SewerCAD V8i.	Mejoramiento de la calidad de vida de la población	Mejores índices de salubridad. Reducción de tasas de morbilidad por EDAs.	Dimensionado de la red de desagüe. Dimensionado de planta de tratamiento de aguas residuales

Fuente:Elaboración Propia

### **CAPÍTULO III**

## **ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

Es una investigación *cuantitativa y aplicada*. Porque se apoya en informaciones que pueden ser medibles y aplicada porque busca utilizar los conocimientos que se adquieren mediante su desarrollo a favor de la comunidad.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación de la presente tesis es *descriptivo – explicativo*. En referencia al primer nivel, es representar por medio de palabras las características de fenómenos, hechos, situaciones, entre otros, para que quien lo lea o interprete la investigación, los evoque en su mente. Referente al nivel explicativo, es un proceso que va mucho más allá de la simple descripción de un objeto, buscando expresar de manera clara las características de la investigación.

#### **3.1.3. Diseño de investigación**

Esta, básicamente sirve de guía para realizar la investigación utilizando una metodología particular, que para este caso será una investigación no experimental-transversal según la temporalización: toda vez que el propósito del método es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un determinado momento.

### **3.2. Población y muestra materia de investigación**

#### **3.2.1. Población de estudio**

Sistema integral de saneamiento básico del C.P. de Colonia, distrito de Colonia, provincia de Yauyos, Lima, con sus 1,463 habitantes.

#### **3.2.2. Tamaño de la muestra**

Son 2,295.78 metros lineales de la red del Sistema Integral de saneamiento básico del C.P. de Colonia, además de los 52 buzones, 223 conexiones domiciliarias.

## CAPÍTULO IV

### TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

#### 4.1. Técnicas de recolección de datos

Las principales técnicas que se ha empleado en la investigación son: Observación de campo no experimental, recopilación de información temática.

#### 4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los principales instrumentos que se aplicaron en las técnicas son: Equipo fotográfico, equipo topográfico, encuestas y entrevistas.

#### 4.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Estas consistirán en la Recolección de datos, Procesamiento de información y Presentación y publicación de los resultados. Respecto al análisis se aplicará el análisis cuantitativo y su interpretación será objetivamente.

#### 4.4. Procedimientos

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

**Etapla preliminar de gabinete**, consiste en la recopilación, procesamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar, relacionada con el ámbito de influencia del estudio, que en este caso es:

- Recopilación de información relacionada con enfermedades de origen hídrico e índices de salubridad en la zona.
- Datos censales para determinar la tasa de crecimiento poblacional.

**Etapla de campo**, tiene como finalidad evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto, así como su área de influencia, teniendo en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades:

- Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto.
- Determinar la población actual mediante encuesta de campo
- Desarrollar el levantamiento topográfico que permita estructurar la red de alcantarillado y planta de tratamiento en planta y perfil.
- Ejecutar estudios de Suelos para la planta de tratamiento

**Etapla final de gabinete**, Comprende principalmente las tareas de análisis y diseño hidráulico:

- Identificación de población futura.
- Caudal de diseño
- Trazo de la red en planta y perfil.
- Trazo de la planta de tratamiento de aguas residuales en planta y perfil.
- Utilización de software, SewerCAD V8i.
- Calcular los diámetros, tipos y series de tuberías,

## CAPÍTULO V

### PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Descripción de la zona el proyecto

##### 5.1.1. Ubicación

- Localidad : C.P. Colonia
- Distrito : Colonia
- Provincia : Yauyos
- Departamento : Lima

Su Plaza de Armas se ubica en las coordenadas geográficas siguientes: Latitud Sur 12°38'1.00" y Longitud Oeste 75°53'25.03"; las Coordenadas UTM, son 403,313.00 m E y 8'603,217.00 m S y cota de 3,396.25 msnm.

#### Figura 8.

*Ubicación del departamento de Lima*



Fuente: wikipedia.org

#### Figura 9

*. Ubicación de la provincia de yauyos*



Fuente: wikipedia.or

**Figura 10.**

*Ubicación del distrito de Colonia*



Fuente: seace.gob.pe

**Figura 11.**

*Vista satelital Ubicación del C.P. de Colonia*



Fuente: (Google Earth, 2019)

### **5.1.2. Accesibilidad**

Se accede al lugar por la autopista Panamericana Norte, partiendo de la ciudad de Lima hasta la ciudad de Cañete, desde allí se toma un desvío en dirección noreste, por una vía asfaltada (ruta vecinal 520 Cañete-Yauyos) pasando por los centros poblados de, El Paraíso, Caltopa, Langla, Lunahuaná, Catapalla, Pacarán, Zúñiga, Llangas Tambo, Cotahuasi, Canchan, Capillucas, San Lorenzo de Putinza, Calachota,

Puente Quiurín, y finalmente el Centro Poblado de Colonia. Haciendo un recorrido total de 316.2 km en un tiempo aproximado de 6 horas.

**Tabla 16**  
*Rutas de accesibilidad*

Ruta	Distancia (km)	Tiempo	vía
Lima-Cañete	114	02 H 40'	Asfaltada
Cañete-zuñiga	58.3	01 H 25'	Asfaltada
Zuñiga-Puente Quiurín	54.1	01 H 05'	Asfaltada
Puente Quiurín-Colonia	21	00 H 50'	Asfaltada
Totales	247.4	06 H 00'	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.**  
*Acceso al C.P. Colonia*



Fuente: MTC

### 5.1.3. Clima

Altitudinalmente se ubica sobre los 3,396.25 msnm. Hidrográficamente este lugar forma parte del Río Cañete, ya que está ubicado a la orilla de uno de sus afluentes.

El Clima es seco y templado de quebrada andina. En la mayor parte del año, cuenta con muchos días de sol. La temperatura máxima de la zona supera los 20°C, pero las noches son frescas, con menos de 10 °C. La estación lluviosa de enero a marzo

causa algunas emergencias en las vías de comunicación, en esos meses hay días nublados y de lluvia, pero el paisaje del Río Cañete, riachuelos y manantiales, unido a la flora y fauna atrae a turistas internos sobre todo de Lima Metropolitana.

#### **5.1.4. Topografía y tipo de suelos**

- Topografía: La forma topográfica de la zona tiene un sistema de relieve montañoso, formado por valles y quebradas entre los 2000 y 3,800 msnm, con pendiente variable entre 1 a 2 % de Este a Oeste, ubicados en el valle del Río Cañete. El material de cobertura del suelo es de origen aluvial.

- Geología y Suelos: En la Cuenca del Río Cañete se ha identificado rocas sedimentarias e ígneas cuyas edades abarcan desde el Jurásico Inferior hasta el Cuaternario reciente. Las formaciones sedimentarias más antiguas afloran principalmente en el sector más alto de la cuenca y se disponen en franjas que siguen una orientación general paralela a la Cordillera de los Andes. Los depósitos más recientes ocurren en el sector de la franja costanera. Las rocas ígneas intrusivas y extrusivas forman un gran bloque en el sector central de la zona existiendo también otros afloramientos diseminados en toda la cuenca.

#### **5.1.5. Características urbanas y vivienda**

El C.P. Colonia, se asienta sobre una pequeña meseta, donde el desarrollo urbano es parcialmente ordenado. Sin embargo sus calles son ligeramente sinuosas, debido a que estas se han adaptado a la configuración topográfica del terreno. Las pendientes promedio de norte a sur es 9.5% y de Este a Oeste de 3.2%. Las viviendas en su mayoría son de 1 piso, construidas de adobe con cubierta de calamina. Muy pocas edificaciones son de material noble. Las vías internas se encuentran en terreno natural.

#### **Figura 13.**

*Vista Fotográfica Panorámica Del C.P. Colonia*



Fuente: elaboración propia

**Figura 14.**

*Vista Fotografica del centro del C.P. Colonia*



Fuente elaboración propia

#### **5.1.6. Análisis de los servicios públicos existentes**

El Centro Poblado de Colonia, cuenta con los principales servicios de Salud y Educación, alumbrado, telefonía satelital y abastecimiento de agua, no obstante, carece de un saneamiento básico eficiente. A continuación, se describe en forma abreviada los principales servicios:

- **Servicios de Salud:** Cuenta con un Puesto de Salud donde laboran una, enfermera, auxiliares de apoyo, con una atención de 24 horas en forma diaria.
- **Educación:** Tiene con las siguientes instituciones educativas:

**Tabla 17**

*Población escolar del Anexo*

Institución Educativa	Nivel	Docentes	Alumnos
N°24257	Primaria	2	7
N° 981	Inicial-Primaria	1	7

Fuente: MINEDU

- **Sistema de agua potable**

El CP. colonia tiene como fuente de abastecimiento aguas superficial y subterráneas y emplea como obra de captación una toma de compuerta con un caudal de

5 l/s ubicado en el cauce del río Huamachuco, Cauce que viene de la laguna del mismo nombre.

El CP. colonia se abastecen del recurso hídrico, que permite asegurar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad adecuada para el abastecimiento poblacional. Cabe señalar que las aguas superficiales se constituyen en la única fuente.

Por lo expuesto podemos mencionar que si bien se cuenta con el recurso hídrico y siendo un recurso agotable es conveniente que las autoridades de la región demanden unir esfuerzos para que la explotación sea en forma racional.

Para la conducción de las aguas subterráneas captadas se hace uso de una línea de conducción que permite abastecer al centro poblado.

Se conduce del agua desde la caja de distribución y presentan las siguientes características técnicas se mencionan:

- Diámetro: 75 mm.
- Longitud: 21 m.
- Material: PVC
- Clase: A – 5
- Antigüedad: 10 años

Por lo expuesto la línea de conducción existente puede trabajar unos veinte años más, es decir hasta el 2,041 sin inconvenientes operacionales. Por otro lado, cuenta con la capacidad para satisfacer la demanda para la población de diseño.

Como sistema de desinfección del agua para el consumo humano. Para el CP. La Colonia, se cuenta con un hipoclorador tipo artesanal, modelo del MINSA, que consiste en un niple PVC DN 110 mm, perforado, con tapón en un extremo, el cual se llena con hipoclorito de calcio y se sumerge en el agua existente en el reservorio, el llenado se realiza cada semana. Sistema que garantiza la continuidad y calidad de la desinfección del agua. puede trabajar unos veinte años más, ósea hasta el 2,041.

En cuanto a la obra para el almacenamiento de la mencionadas se cuenta con la siguiente infraestructura que se indican en el cuadro siguiente.

- Capacidad: 18 m<sup>3</sup>
- Material: Concreto armado
- Tipo: Apoyado
- Antigüedad: 5 años

- Funcionamiento: Cabecera
- Forma : Circular
- Control de nivel: No cuenta

Se encuentra en buenas condiciones de operación, se realiza el mantenimiento cada año. La capacidad de demanda de almacenamiento para el centro poblado, para un periodo de vida de 20 años ósea hasta el año 2041, equivalente al 50 % de la demanda promedio anual.

Igualmente se cuenta con línea de aducción con las siguientes característica

- Diámetro: 75 mm.
- Longitud: 200 m.
- Material: PVC
- Clase: A – 5
- Antigüedad:5 años

su operación es buena, garantizándose su operatividad durante la vida útil del proyecto. puede trabajar unos veinte años más, ósea hasta el 2,041.

La red de distribución existente en el CP Colonia corresponden a sistemas abiertos, y presentan las siguientes características técnicas:

- Diámetro:25 mm y 50 mm.
- Longitud: 150 m y 200 m
- Material: PVC NTP ITINTEC 399.002
- Clase: A – 10
- Antigüedad: 10 años

Su estado de operación es bueno. No cuenta con sistemas de hidrantes contra incendio. Actualmente la red existente compuesta por tubería de PVC, por su diámetro pequeño de 25mm y 50 mm, que permite brindar un buen abastecimiento.

Por lo expresado la tubería existente, permita garantizar la demanda de agua en cantidad y presiones adecuadas en concordancia con la normatividad vigente.

Las conexiones domiciliarias para agua potable del CP, Colonia la actualidad son 223 unidades. La mayoría en un 90% son de tipo directa, de material de PVC NTP 399.002 diámetro nominal de 21mm C -10. puede trabajar unos veinte años más, es decir hasta el 2,04

- **Servicio de alcantarillado:**

Mientras que la cobertura de agua llega al 100% con instalaciones regulares, en alcantarillado no existe cobertura con arrastre hidráulico, (0%). El 100 % de la población no tiene descarga de sus aguas servidas a plantas de tratamientos y sus excretas lo hacen al aire libre o en letrinas que acusan funcionamiento deficiente por su estado de deterioro. Esta situación exige la construcción de redes de alcantarillado para brindar cobertura al nivel más alto posible.

Durante el estudio topográfico se detectó que el 60% de los lotes cuentan con letrinas artesanales, construidas sin dirección técnica, donde la antigüedad de la mayoría oscila entre 10 y 12 años y no tienen mantenimiento regular. Algunos han sido clausurados y reemplazados por nuevas letrinas, siempre sin dirección técnica. Por tal razón en el ambiente se percibe una fetidez característica de zonas con este tipo de sistema. El resto de la viviendas o lotes que no tienen letrinas son de familias de muy bajos recursos y que casi todo el día permanecen fuera de sus viviendas porque trabajan en el campo pastoreando o en actividades agrícolas, en consecuencia, hacen sus necesidades al aire libre, en la periferia de sus respectivas zonas de trabajo.

- **Análisis de las condiciones sanitarias**

Según el “*Análisis de la Situación de Salud en la Región Lima 2016*”, el distrito de Colonia es altamente vulnerable a las enfermedades de origen hídrico, por falta de acceso a los servicios de alcantarillado.

Para el año 2016, el porcentaje de atenciones por consultorio externo de la población del CP Colonia fue el 3,3% del total de las atenciones de la DIRESA Lima. Una de las causas de consulta externa en esta provincia fueron las enfermedades infecciosas intestinales que representan al 3.8% (1,895).

La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), representa la cuarta causa de morbilidad general en la Región Lima; a pesar de los grandes esfuerzos y logros que desde la perspectiva de salud pública se han implementado y que se reflejan en los valores de mortalidad, sin embargo, sigue ocupando un lugar importante en los motivos de consulta externa. Esto se debe a las condiciones socioeconómicas, a la pobre infraestructura sanitaria y la generalizada falta de prácticas saludables, que se consideran factores importantes.

**Tabla 18***Atención por consultorio externo en el CP Colonia*

Vulnerabilidad	%
Infección aguda de vías respiratorias superiores	23.61
Enfermedades en la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares	17
Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	4.5
Enfermedades infecciosas intestinales	3.8

Fuente: Análisis situacional de salud. Dirección de Epidemiología – DIRESA Lima.

En consecuencia la calidad de vida en el tema de salubridad esta relacionada con el acceso de la población a los servicios de alcantarillado.

## 5.2. Consideraciones para el diseño del proyecto

### 5.2.1. Periodo de diseño

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se recomienda:

**Tabla 19***Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado*

Estructuras	Período de diseño
Red de desagüe	20 años
Emisor	20 años
Caseta de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	5 a 10 años
Planta de tratamiento	20 a 30 años

Fuente: Elaboración propia

Considerando lo expresado en el ítem anterior, se opta por un período de 22 que comprende el período de vida útil de 20 años, más 02 años de aprobación de la inversión pública y la ejecución de obra.

## **5.2.2. Estudios topográficos**

### **Proceso topográfico**

- **Red de Control Horizontal y vertical**

Primero se estableció puntos de control con coordenadas UTM en el Datum WGS 84, que permitió posicionar puntos de control para la red de apoyo topográfico. De esta manera se logra geo referenciar todos los datos de los puntos levantados. El uso de la estación total permite a la vez llevar el control vertical (cotas) de todos los puntos levantados, De esta forma se colocaron BMs de control vertical que sirvan tanto para el levantamiento como para el replanteo final. La ventaja del uso de Estación Total es la reducción de errores en poligonales cerradas. Esto ha permitido reducir errores a  $\pm 0.03$  mm. Los puntos de interés son todos aquellos que servirán para graficar un plano detallado.

### **Equipos topográficos:**

Se utilizaron los siguientes:

- 01 estación Total marca TopCon ES-105 + 03 prismas
- 01 GPS Navegador marca Garmin III.
- 04 equipos de radiocomunicación marca Motorola.
- 01 cámara fotográfica digital marca Panasonic
- Trípodes, wincha, cargadores, pintura en spray, etc.

### **Trabajos de Gabinete**

Una vez terminado el trabajo de campo se procede al procesamiento de los datos que consiste en convertirlos a coordenadas rectangulares. La estación total está dotada de programas internos que transmiten los datos en forma de coordenadas mediante un software propio, hacia una hoja de cálculo, el cual puede ser procesado por cualquier software para dibujo topográfico. Dicha Información se procesó en el Software CivilCAD V8i.

## **5.2.3. Población de diseño**

### **5.2.3.1. Datos censales**

Para establecer la población de diseño se recurre a los datos censales que proporciona el INEI, de todos los Censos de Población y Vivienda que se han realizado, obteniéndose los siguientes datos:

**Tabla 20***Datos censales de la población*

<i>Año</i>	<i>Distrital (hab.)</i>
1981	1,036
1993	1,540
2005	1,564
2007	1,439
2017	496

Fuente: INEI

Como se aprecia los censos indican que la población ha ido decreciendo lo que daría lugar a tasas de crecimiento negativas. Esto se puede comprender debido a la cercanía de la ciudad de Lima como capital del departamento que atrae a los pobladores de las provincias cercanas en búsqueda de mejores oportunidades educativas y laborales. Como no es conveniente usar tasas de crecimiento negativas, se aplica una tasa de crecimiento cero:

$$R = 0$$

### 5.2.3.2. Cálculo de la población de diseño

El período de proyección de la población, será de 20 años de vida útil para las estructuras y dos (02) años más para el período de formulación y ejecución. Luego, estando en el año 2019 se tendría que evaluar el crecimiento poblacional al año 2041.

Se realizó un censo determinando un total de 233 viviendas y con una tasa poblacional por vivienda de 6.56 hab /vivienda nos dio una población actual  $P_0=1463$  Hab.

La norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural aprobado por resolución ministerial N° 192-2018 recomienda usar el **Método de Crecimiento Aritmético** que mejor se ajusta al crecimiento de poblaciones menores a 2,000 habitantes, aplicando la siguiente expresión:

$$P_f = P_0 \left( 1 + \frac{r \times t}{100} \right)$$

Dónde:

 $P_f$  = población futura

$t$  = periodo de diseño en años

$P_o$  = población actual

$r$  = tasa de crecimiento poblacional en %

Luego aplicamos la tasa de crecimiento distrital de 0%, tenemos:

$$P_f = 1,463 \times \left(1 + \frac{0 \times 22}{100}\right) = 1,463 \text{ hab}$$

## 5.2.4. Consumo

### 5.2.4.1. Dotación

#### Cálculo de la Dotación para el estudio:

#### Población:

Para la población de diseño (1,463 hab.), le corresponden 80 l/hab/día, luego:

$$Q_{Pob} = 80 \text{ lt} \times 1,463 \frac{\text{lt}}{\text{hab/día}} = 117,040 \text{ lt/día}$$

#### Centros Educativos:

Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

#### Tabla 21

*Dotación para servicios diversos*

Tipo de servicio	Dotación
Escuela Primaria	20 l/alumno/día
Escuela secundaria	25 l/alumno/día
Consultorios Médicos	500 l/día
Riego de Áreas Verdes	2 l/m <sup>2</sup> /día

Fuente: RNE

#### Centros de Salud:

Solo existe uno, atendido por 01 médico, 02 enfermeras, 01 odontóloga y 01 nutricionista, cuya dotación sería de:

$$Q_{PS} = 500 \text{ lt/día}$$

Resumiendo, la dotación total para el sistema:

**Tabla 22***Dotación total para el proyecto*

Tipo de Población	Población (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Dotación	
			Qp(l/día)	Qp(l/s)
De servicio	1463	80	117040	1.354
Escolar Primaria e inicial	15	20	300	0.003
Escolar Secundaria	12	25	300	0.003
Centro de Salud	1	500	500	0.006
<b>Total</b>		<b>Qp=</b>	<b>118140</b>	<b>1.366</b>

Fuente: elaboración propia

**5.2.5. Caudales de diseño****5.2.5.1. Caudal máximo diario**

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 \times Q_p(l/s)$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 1.366 = 1.78 \text{ l/s}$$

**5.2.5.2. Caudal máximo horario**

$$Q_{mh}(l/s) = 2.0 \times Q_p(l/s)$$

$$Q_{mh} = 2.0 \times 1.366 = 2.73 \text{ l/s}$$

**5.2.5.3. Gastos considerados en el diseño de alcantarillado****Caudal de contribución de alcantarillado:**

El caudal de contribución que ingresa al alcantarillado, según la norma OS.070 del RNE, es el 80% del caudal de agua potable consumido, luego:

$$Q_D = 0.80 \times Q_{mh}$$

$$Q_D = 0.80 \times 2.73 = 2.18 \text{ l/s}$$

**Caudal de diseño para la tubería emisora y PTAR:**

Luego, el caudal para el diseño de la tubería emisora será:

$$Q_{EMISOR} = Q_D (l/s)$$

$$Q_{EMISOR} = 2.18 = 2.18 \text{ l/s}$$

### **5.3. Consideraciones para el diseño del proyecto**

#### **5.3.1. Conexiones domiciliarias**

Están constituidas por una caja de albañilería o concreto simple, rectangular de 0.30 x 0.60 m de área por 0.50 m de profundidad, la cual se coloca en la vereda. Esta recibe los desagües de la vivienda y los deriva a la línea de servicio local o colector público. La línea de acometida deberá tener una pendiente mínima de 15 por mil y en todos los casos es recomendable efectuar la unión de ésta con la tubería de servicio a través de una cachimba o codo, efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando de esta manera la entrada de las aguas residuales domiciliarias por la parte superior y manteniendo invariable la sección hidráulica.

Las 223 conexiones domiciliarias compuestas de caja y tapa de registro de concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ , de 0.75 x 45m, tubo de descarga de PVC DN 110mm, NTP ISO, cachimba de PVC 110mm.

#### **5.3.2. Redes colectoras**

**Red de Colectores y Emisor:** La red consiste en:

- 1,858.14 m de tuberías PVC de 110 mm serie 25, incluye 52 buzones, para la tubería emisora, tuberías PVC 110mm serie 25 NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
- Los buzones de concreto simple  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , de 1.20 m de diámetro, de altura variable  $H=1.20 \text{ m}$  (dado que el recubrimiento sobre él tuvo clave debe ser 1.00 m como mínimo) y losa superior con tapa de concreto armado de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (sugerido).

##### **5.3.2.1. Diseño de la red**

###### **•Redes**

Se usarán tuberías de PVC serie 25 que cumplan con el estándar de calidad ISO 4435. Los diámetros se pueden pre dimensionar empleando las fórmulas anteriores, tomando en cuenta la velocidad mínima, el caudal unitario de diseño, el coeficiente de rugosidad “n” de la tubería y el  $Q_i$  y  $Q_f$  serán 1.5 l/s como mínimo o  $QR$  si es mayor a dicho caudal mínimo. El pre dimensionado es:

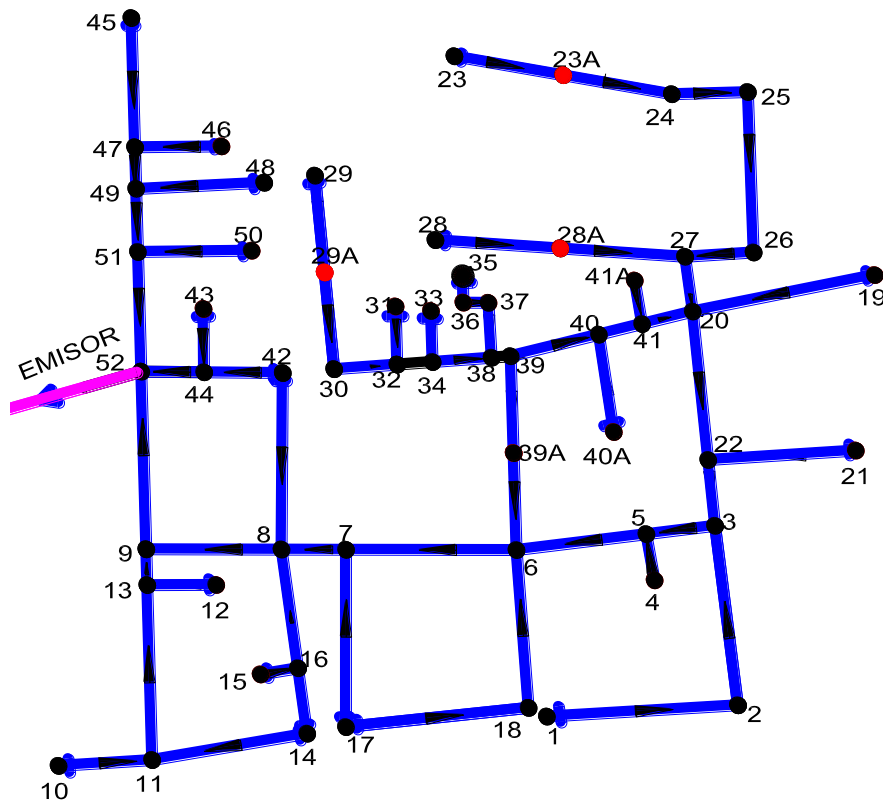
- Conexiones prediales 110 mm

- Red Colectora 110 mm
- Emisor 110 mm

Las longitudes y cotas se obtienen del plano. Si se utiliza el modelo numérico para cálculo de redes de alcantarillado SewerCAD V8i, resultados a obtener, de preferencia son:

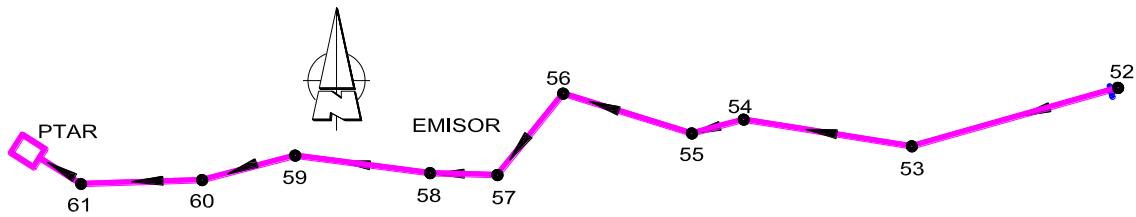
- Caudales por tramos
- Cota de tapa y Cota de fondo
- Altura de las cámaras de inspección (buzones)
- Pendiente del tramo
- Caudal a tubo lleno
- Velocidad a tubo lleno
- Velocidad parcial
- Tirante

**Figura 15.**  
*Esquema de la red de alcantarillado*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16.**  
*Esquema de la tubería emisora*



Fuente: Elaboración propia.

**•Cálculo de la red de alcantarillado**

Se asumen diámetros de 110 mm para la línea de conducción de las conexiones domiciliarias, redes colectoras y para la línea emisora, con tuberías PVC. NTP 4435, El calcular el caudal unitario de la red se obtiene dividiendo el Caudal de diseño  $Q_D$ , entre la longitud total de la red colectora ( $L_t$ ).

$$Q_u = \frac{Q_D}{L_t} = \frac{2.18}{2,295.78} = 0.000953 \text{ lt/s/ml}$$

Luego, preparando una hoja de cálculo en Excel, se puede determinar previamente los caudales por tramo (entre buzones). Las cotas de tapa de los buzones se obtienen de los planos de curvas de nivel. Las longitudes de cada tramo se obtienen del plano de la red.

**Tabla 23**

*Información previa de redes colectoras para entrar al programa*

*SewerCAD*

TRAMO	LONG. (m)	Diámetro (m)	Caudal Real (l/s)			COTA TAPA (m.s.n.m)	
			Aguas arriba	En el tramo	Aguas abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Bz23- Bz23A	34.27	1.10	0.0000	0.0400	0.0400	3397.41	3397.27
Bz23A - Bz24	34.27	1.10	0.0400	0.0400	0.0799	3397.27	3397.12
Bz24 - Bz25	23.59	1.10	0.0799	0.0275	0.1075	3397.12	3397.00
Bz25 - Bz26	49.68	1.10	0.1075	0.0579	0.1654	3397.00	3396.90
Bz26 - Bz27	21.32	1.10	0.1654	0.0249	0.1903	3396.90	3397.11
Bz28 - Bz28A	38.84	1.10	0.1903	0.0453	0.2356	3397.37	3397.20
Bz28A - Bz27	38.84	1.10	0.2356	0.0453	0.2809	3397.20	3397.11
Bz27 - Bz20	17.13	1.10	0.2809	0.0200	0.3009	3397.11	3394.84
Bz19 - Bz20	57.63	1.10	0.3009	0.0672	0.3681	3393.80	3394.84
Bz29 - Bz29A	30.10	1.10	0.3681	0.0351	0.4032	3401.25	3398.94
Bz29A - Bz30	30.10	1.10	0.4032	0.0351	0.4383	3395.10	3396.63
Bz30 - Bz32	19.63	1.10	0.4383	0.0229	0.4612	3396.63	3396.14

Bz31 - Bz32	18.00	1.10	0.4612	0.0210	0.4822	3396.06	3396.14
Bz32 - Bz34	11.00	1.10	0.4822	0.0128	0.4950	3396.14	3395.86
Bz33 - Bz34	15.80	1.10	0.4950	0.0184	0.5135	3395.68	3395.86
Bz34 - Bz38	18.40	1.10	0.5135	0.0215	0.5349	3395.86	3395.41
Bz35 - Bz36	8.22	1.10	0.5349	0.0096	0.5445	3395.44	3395.38
Bz36 - Bz37	7.80	1.10	0.5445	0.0091	0.5536	3395.38	3395.33
Bz37 - Bz38	17.00	1.10	0.5536	0.0198	0.5734	3395.33	3395.41
Bz38 - Bz39	5.90	1.10	0.5734	0.0069	0.5803	3395.41	3395.26
Bz39 - Bz39A	14.12	1.10	0.5803	0.0165	0.5968	3395.26	3395.07
Bz39A - Bz6	14.10	1.10	0.5968	0.0164	0.6132	3395.07	3395.18
Bz40A - Bz40	30.50	1.10	0.6132	0.0356	0.6488	3395.07	3395.06
Bz40 - Bz41	13.80	1.10	0.6488	0.0161	0.6649	3395.06	3394.96
Bz41A - Bz41	13.65	1.10	0.6649	0.0159	0.6808	3394.85	3394.96
Bz41 - Bz20	16.20	1.10	0.6808	0.0189	0.6997	3394.96	3394.84
Bz20 - Bz22	46.19	1.10	0.6997	0.0539	0.7536	3394.84	3393.34
Bz21 - Bz22	45.90	1.10	0.7536	0.0535	0.8072	3393.46	3393.34
Bz22 - Bz3	20.50	1.10	0.8072	0.0239	0.8311	3393.34	3393.17
Bz1 - Bz2	59.42	1.10	0.8311	0.0693	0.9004	3397.84	3395.71
Bz2 - Bz3	56.00	1.10	0.9004	0.0653	0.9657	3395.71	3393.17
Bz3 - Bz5	21.50	1.10	0.9657	0.0251	0.9908	3393.17	3393.87
Bz4 - Bz5	14.50	1.10	0.9908	0.0169	1.0077	3399.90	3393.87
Bz5 - Bz6	40.60	1.10	1.0077	0.0474	1.0550	3393.87	3395.18
Bz39 - Bz39A	30.00	1.10	1.0550	0.0350	1.0900	3395.26	3395.07
Bz39A - Bz6	30.00	1.10	1.0900	0.0350	1.1250	3395.07	3395.18
Bz17 - Bz18	57.00	1.10	1.1250	0.0665	1.1915	3396.95	3396.25
Bz18 - Bz6	49.01	1.10	1.1915	0.0572	1.2487	3396.25	3395.18
Bz6 - Bz7	52.96	1.10	1.2487	0.0618	1.3105	3395.18	3396.11
Bz17 - Bz7	54.91	1.10	1.3105	0.0640	1.3745	3396.95	3396.11
Bz7 - Bz8	20.00	1.10	1.3745	0.0233	1.3978	3396.11	3394.74
Bz14 - Bz16	20.45	1.10	1.3978	0.0239	1.4217	3396.84	3395.26
Bz15 - Bz16	11.80	1.10	1.4217	0.0138	1.4355	3396.15	3395.26
Bz16 - Bz8	35.32	1.10	1.4355	0.0412	1.4767	3395.26	3394.74
Bz42 - Bz8	54.68	1.10	1.4767	0.0638	1.5404	3395.70	3394.74
Bz14 - Bz11	48.87	1.10	1.5404	0.0570	1.5974	3396.84	3396.25
Bz10 - Bz11	29.07	1.10	1.5974	0.0339	1.6313	3396.86	3396.25
Bz11 - Bz13	54.17	1.10	1.6313	0.0632	1.6945	3396.25	3393.38
Bz12 - Bz13	21.40	1.10	1.6945	0.0250	1.7195	3394.33	3393.38
Bz13 - Bz9	11.10	1.10	1.7195	0.0129	1.7324	3393.38	3392.79
Bz8 - Bz9	42.01	1.10	1.7324	0.0490	1.7814	3394.74	3392.79
Bz9 - Bz52	55.00	1.10	1.7814	0.0642	1.8456	3392.79	3391.12
Bz42 - Bz44	24.42	1.10	1.8456	0.0285	1.8741	3395.70	3393.15
Bz43 - Bz44	19.60	1.10	1.8741	0.0229	1.8969	3394.09	3393.15
Bz44 - Bz52	19.50	1.10	1.8969	0.0227	1.9197	3393.15	3391.12
Bz45 - Bz47	40.00	1.10	1.9197	0.0467	1.9663	3400.00	3397.28
Bz46 - Bz47	28.60	1.10	1.9663	0.0334	1.9997	3397.27	3397.28
Bz47 - Bz49	12.90	1.10	1.9997	0.0150	2.0148	3397.28	3397.46

Bz48 - Bz49	39.80	1.10	2.0148	0.0464	2.0612	3401.36	3397.47
Bz49 - Bz51	19.50	1.10	2.0612	0.0227	2.0839	3397.46	3395.24
Bz50 - Bz51	35.30	1.10	2.0839	0.0412	2.1251	3395.09	3395.24
Bz51 - Bz52	36.27	1.10	2.1251	0.0423	2.1800	3395.24	3391.12

**Tabla 24**

*Información previos de emisor para entrar al programa SewerCAD*

TRAMO	LONG. (m)	Diámetro (m)	Caudal Real (l/s)			COTA TAPA (m.s.n.m)	
			Aguas arriba	En el tramo	Aguas abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Bz52- Bz52A	39.85	1.10	2.18	0.00	2.18	3391.120	3388.872
Bz52A - Bz53	39.85	1.10	2.18	0.00	2.18	3388.872	3386.624
Bz53 - Bz53A	31.75	1.10	2.18	0.00	2.18	3386.624	3383.410
Bz53A - Bz54	31.75	1.10	2.18	0.00	2.18	3383.410	3380.195
Bz54 - Bz55	20.00	1.10	2.18	0.00	2.18	3380.195	3378.751
Bz55 - Bz56	50.00	1.10	2.18	0.00	2.18	3378.751	3374.191
Bz56 - Bz57	39.00	1.10	2.18	0.00	2.18	3374.191	3373.124
Bz57 - Bz58	25.00	1.10	2.18	0.00	2.18	3373.124	3370.942
Bz58 - Bz59	50.60	1.10	2.18	0.00	2.18	3370.942	3366.937
Bz59 - Bz60	48.50	1.10	2.18	0.00	2.18	3366.937	3365.118
Bz60 - Bz61	45.05	1.10	2.18	0.00	2.18	3365.118	3363.780
Bz61 - Bz62	18.10	1.10	2.18	0.00	2.18	3363.780	3363.448

Fuente: elaboración propia

Como se aprecia, el caudal de salida en el buzón 62, que entrega la descarga líquida a la planta de tratamiento es igual a 2.18 l/s, el mismo valor del caudal de diseño.

Para modelar los flujos y obtener diámetros, estos datos se ingresan al software SewerCAD V8i, junto con los rangos permisibles de velocidad y pendiente según las normas.

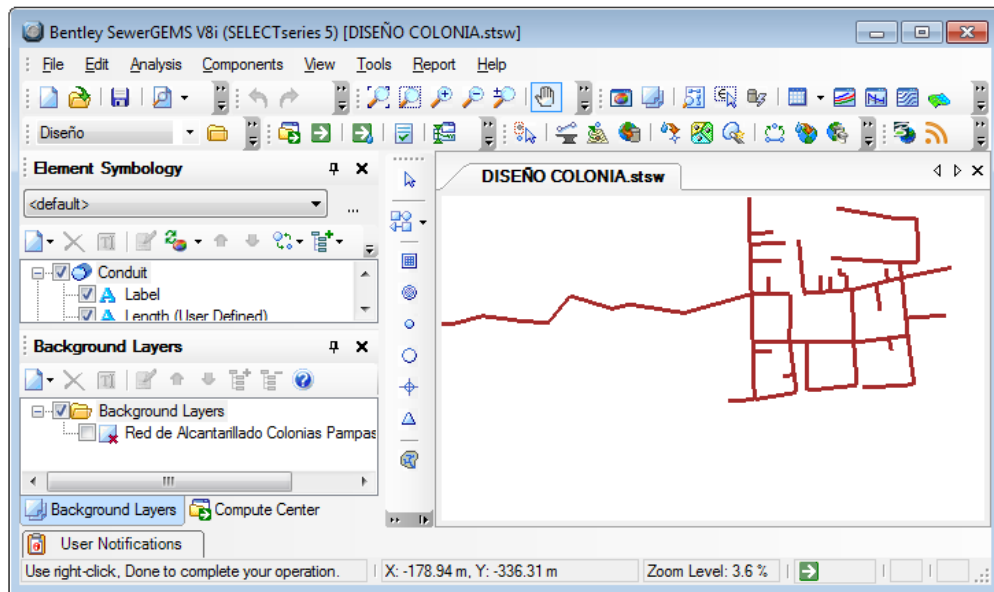
Para el diseño no se logró aplicar porque si bien permite registrar el caudal mínimo de 1.5 l/s en los cálculos los acumula por lo que altera los resultados.

### 5.3.3. Modelo numérico SewerCAD V8i

Desde el AutoCAD la red en planta se exporta al **SewerCAD V8i**, como archivo DXF, respetando la escala, coordenadas reales de cada punto y longitudes:

**Figura 17.**

*Ingreso a SewerCad*



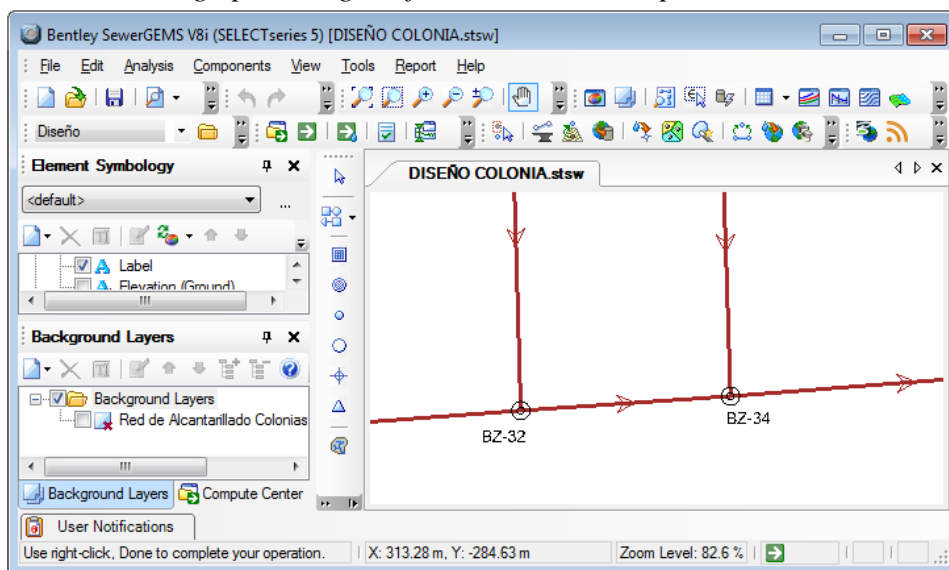
Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Sus herramientas similares al AutoCAD permiten hacer acercamientos o alejamientos, desplazamientos de pantalla a alguna zona del dibujo, ajustar el dibujo de la red al tamaño de la ventana, etc.

Herramientas similares al AutoCAD permiten acercarse, alejarse desplazar pantalla, ajustar el dibujo de la red al tamaño de la ventana, etc.

**Figura 18.**

*Catálogo para elegir diferentes materiales para tubería*

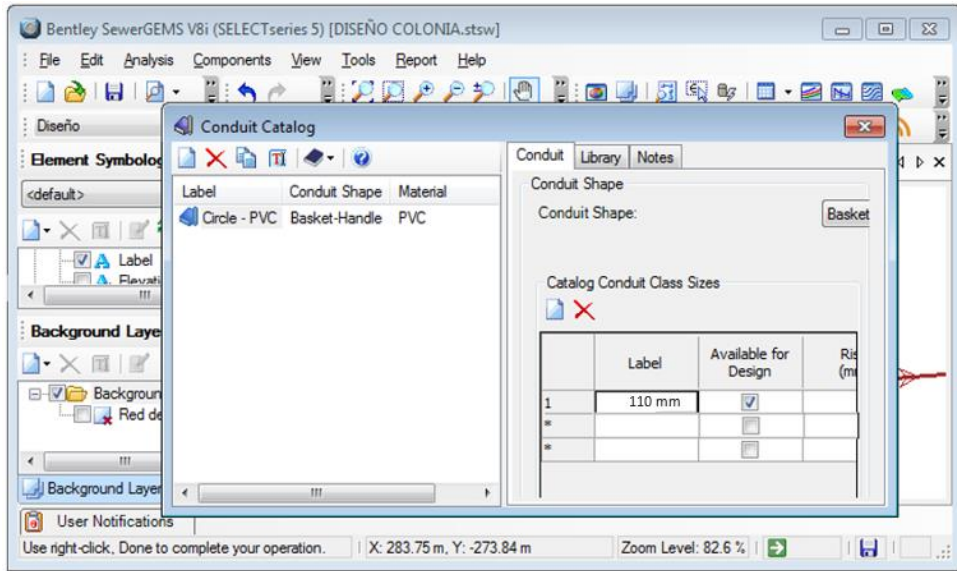


Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

El software tiene un catálogo para elegir diferentes materiales para tuberías y ofrece la facilidad de ingresar los diámetros con los que se quiere trabajar.

**Figura 19.**

*Ingreso de diámetros y material de tuberías*



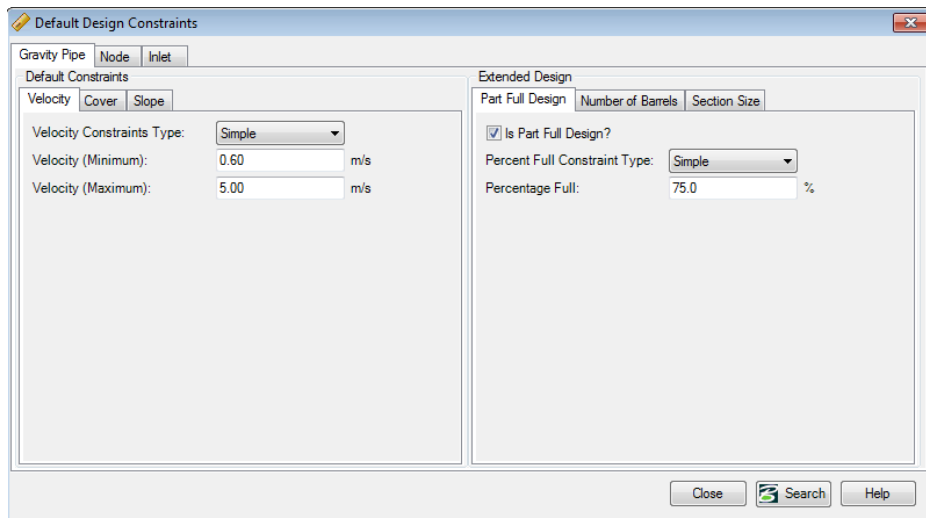
Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

El software tiene un catálogo para elegir diferentes materiales para tuberías y ofrece la facilidad de ingresar los diámetros con los que se quiere trabajar.

Hay una ventana de diálogo para ingresar los parámetros establecidos por las normas peruanas, como límites permisibles de velocidad.

**Figura 20.**

*Ingreso de parámetros y restricciones.*

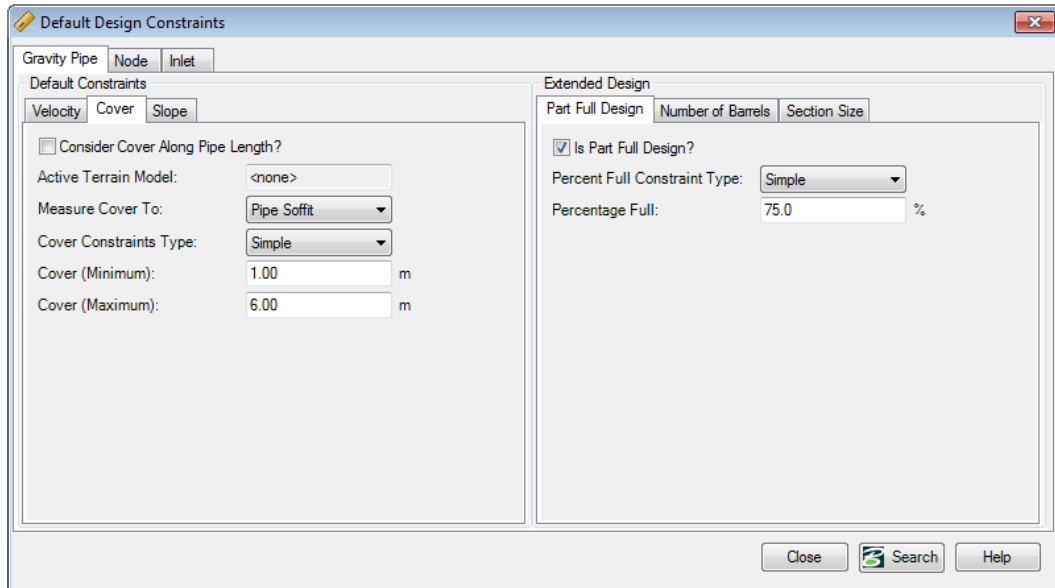


Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

hay una ventana de diálogo para ingresar los parámetros establecidos por las normas peruanas, como límites permisibles de velocidad.

**Figura 21**

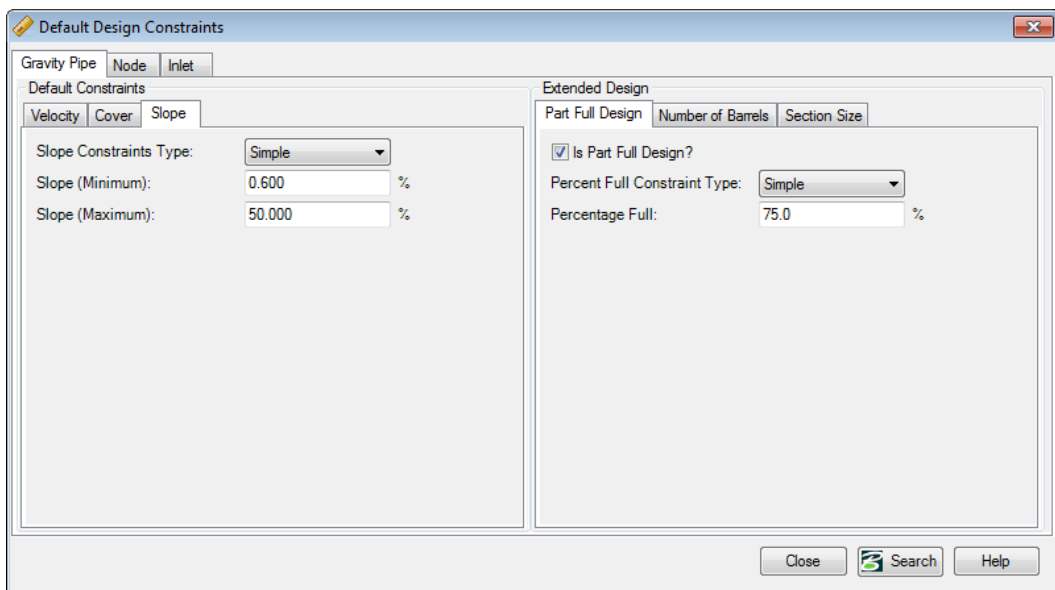
*Coberturas máximas y mínimas para las tuberías de la red*



Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

**Figura 22.**

*Pendientes máximas y mínimas permisibles según normas*

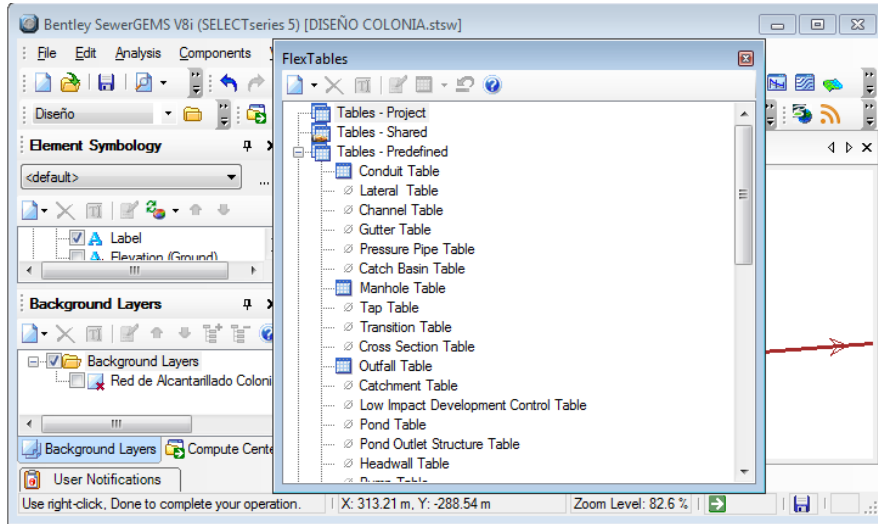


Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Mediante la herramienta Flex Tables, se generan tablas de resultados de diversa índole.

**Figura 23.**

*La herramienta Flex Tables*



Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Se pueden generar tablas de resultados de diversa índole.

Se ingresan datos de la red y se elige el algoritmo de cálculo (Darcy, Manning o Hazen-Williams). El caudal para el buzón de entrada por norma debe ser mínimo 1.50 l/s, luego el programa valida la información ingresada para buscar si falta algún dato.

**Figura. 24.**

*Utilidades del programa*

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Slope (Calculated) (%)	Diameter (mm)	Manning's n
93: T 1-2	93 T 1-2	BZ-1	3,396.69	BZ-2	3,394.56	<input checked="" type="checkbox"/>	59.42	3.585	153.60	0.010
94: T 2-3	94 T 2-3	BZ-2	3,394.56	BZ-3	3,391.82	<input checked="" type="checkbox"/>	56.00	4.892	153.60	0.010
95: T 3-5	95 T 3-5	BZ-3	3,391.82	BZ-5	3,391.64	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	0.805	190.40	0.010
96: T 5-6	96 T 5-6	BZ-5	3,391.64	BZ-6	3,391.40	<input checked="" type="checkbox"/>	40.60	0.600	190.40	0.010
97: T 4-5	97 T 4-5	BZ-4	3,391.75	BZ-5	3,391.64	<input checked="" type="checkbox"/>	14.50	0.763	153.60	0.010
98: T 27-20	98 T 27-20	BZ-27	3,395.09	BZ-20	3,392.22	<input checked="" type="checkbox"/>	17.13	16.783	153.60	0.010
99: T 20-22	99 T 20-22	BZ-20	3,392.22	BZ-22	3,391.94	<input checked="" type="checkbox"/>	46.19	0.600	153.60	0.010
100: T 22-3	100 T 22-3	BZ-22	3,391.94	BZ-3	3,391.82	<input checked="" type="checkbox"/>	20.50	0.600	153.60	0.010
101: T 21-22	101 T 21-22	BZ-21	3,392.31	BZ-22	3,391.94	<input checked="" type="checkbox"/>	45.90	0.799	153.60	0.010
108: T 40-41	108 T 40-41	BZ-40	3,393.68	BZ-41	3,393.60	<input checked="" type="checkbox"/>	13.80	0.649	153.60	0.010
109: T 41-20	109 T 41-20	BZ-41	3,393.60	BZ-20	3,392.22	<input checked="" type="checkbox"/>	16.20	8.508	153.60	0.010
110: T 41A-41	110 T 41...	BZ-41A	3,393.70	BZ-41	3,393.60	<input checked="" type="checkbox"/>	13.65	0.763	153.60	0.010
111: T 40A-40	111 T 40...	BZ-40A	3,393.92	BZ-40	3,393.68	<input checked="" type="checkbox"/>	30.50	0.763	153.60	0.010

Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Aquí se aprecia una de las utilidades del programa donde muestra un cuadro de resultados de la red de tuberías.

**Figura. 25.**

*Mostrar los datos resultantes*

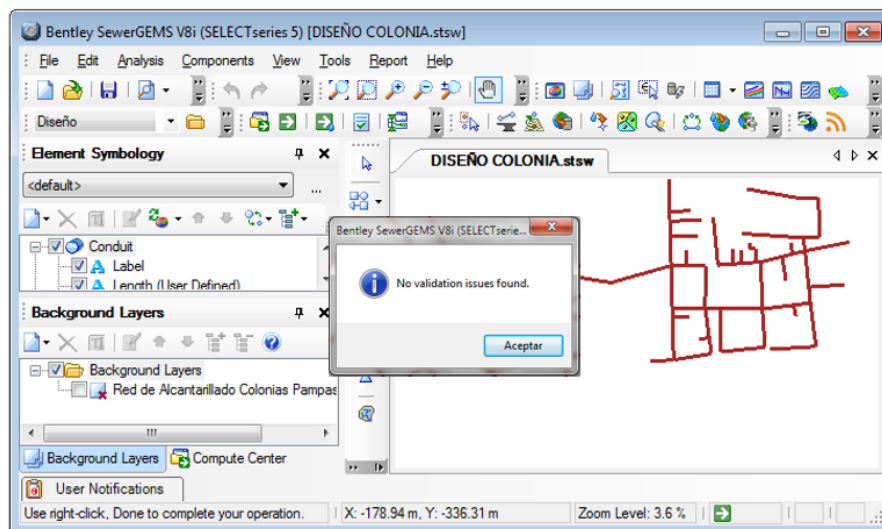
	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Ir
28:	BZ-1	28 BZ-1	3,397.84	<input checked="" type="checkbox"/>	3,397.84	<input type="checkbox"/>	3,396.69	<<
29:	BZ-2	29 BZ-2	3,395.71	<input checked="" type="checkbox"/>	3,395.71	<input type="checkbox"/>	3,394.56	<<
30:	BZ-3	30 BZ-3	3,393.17	<input checked="" type="checkbox"/>	3,393.17	<input type="checkbox"/>	3,391.82	<<
31:	BZ-4	31 BZ-4	3,392.91	<input checked="" type="checkbox"/>	3,392.91	<input type="checkbox"/>	3,391.75	<<
32:	BZ-5	32 BZ-5	3,393.87	<input checked="" type="checkbox"/>	3,393.87	<input type="checkbox"/>	3,391.64	<<
33:	BZ-6	33 BZ-6	3,395.18	<input checked="" type="checkbox"/>	3,395.18	<input type="checkbox"/>	3,391.40	<<
34:	BZ-7	34 BZ-7	3,396.11	<input checked="" type="checkbox"/>	3,396.11	<input type="checkbox"/>	3,391.08	<<
35:	BZ-8	35 BZ-8	3,394.74	<input checked="" type="checkbox"/>	3,394.74	<input type="checkbox"/>	3,390.96	<<
36:	BZ-9	36 BZ-9	3,392.79	<input checked="" type="checkbox"/>	3,392.79	<input type="checkbox"/>	3,390.71	<<
37:	BZ-10	37 BZ-10	3,396.86	<input checked="" type="checkbox"/>	3,396.86	<input type="checkbox"/>	3,395.71	<<
38:	BZ-11	38 BZ-11	3,396.26	<input checked="" type="checkbox"/>	3,396.26	<input type="checkbox"/>	3,395.11	<<
39:	BZ-12	39 BZ-12	3,393.33	<input checked="" type="checkbox"/>	3,393.33	<input type="checkbox"/>	3,392.18	<<
40:	BZ-13	40 BZ-13	3,393.38	<input checked="" type="checkbox"/>	3,393.38	<input type="checkbox"/>	3,392.01	<<

Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Asimismo, se puede visualizar otra tabla de datos donde se muestran los datos resultantes, que corresponden a los buzones, luego de correr el programa.

**Figura. 26**

*Validación de datos y procesamiento*



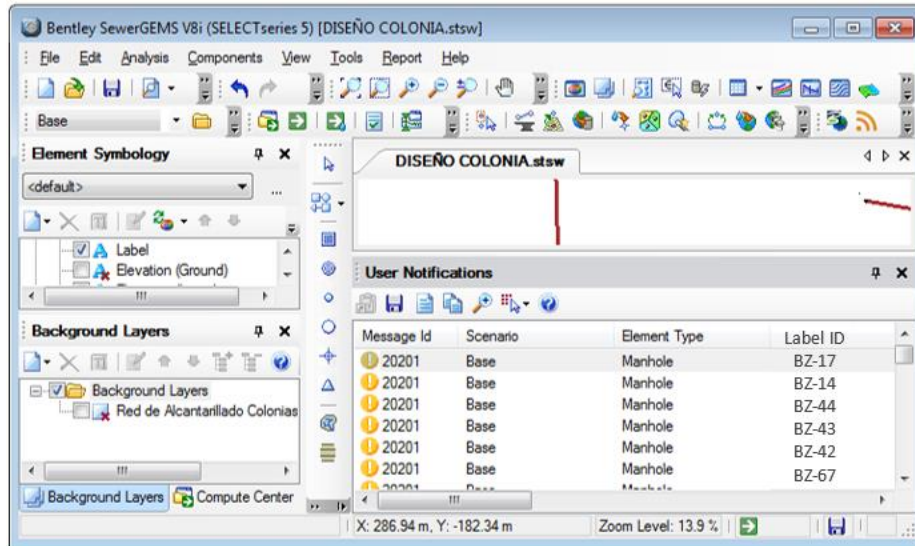
Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Validación de datos y procesamiento de diseño. se ingresan datos de la red y se elige el algoritmo de cálculo (Darcy, Manning o Hazzen-Williams). el caudal

para el buzón de entrada por norma debe ser mínimo 1.50 l/s, luego el programa valida la información ingresada para buscar si falta algún dato.

**Figura 27**

*Ventana de advertencias*

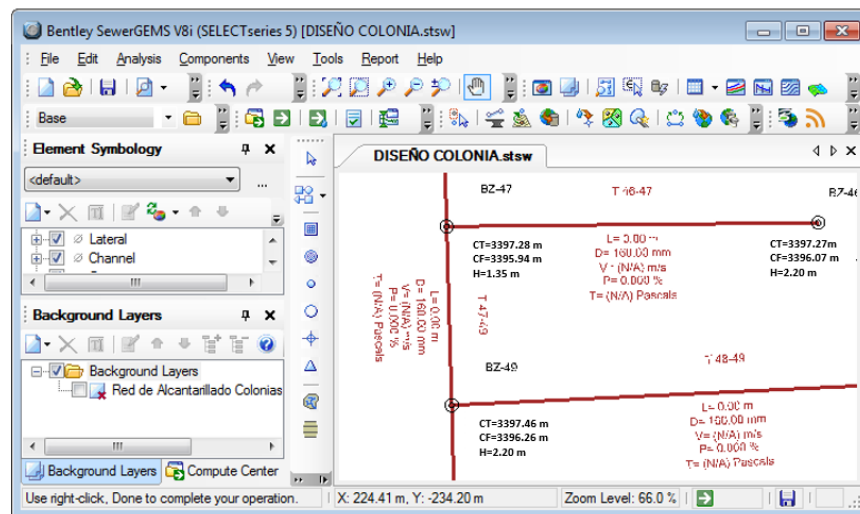


Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

A continuación, se corre el programa. Si existen problemas mostrará una ventana de advertencias donde podremos apreciar cual es el problema y donde se ubica, Corregidos los errores se podrá visualizar el sentido del flujo, los datos de interés en la red (gráficamente) y en forma tabular (Flex Tables) los resultados finales.

**Figura 28**

*Red procesada*



Fuente: elaboración propia utilizando el software SewerCAD V8i

Los resultados finales se muestran en la siguiente tabla, donde se puede apreciar todas las variables de interés.

**Tabla 25**  
*Resultados de la Red colectora*

Tramo	Nudo Inicial	Cota Inicio msnm	Nudo Final	Cota Final msnm	LONG. (m)	pend. (%)	Diam. m.	Flujo l/s	Veloc. m/s	Tensión Tractiva (Pa)
Bz23- Bz23A	Bz23	3396.21	Bz23A	3396.055	34.27	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz23A - Bz24	Bz23A	3396.055	Bz24	3395.901	34.27	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz24 - Bz25	Bz24	3395.901	Bz25	3395.795	23.59	0.45%	0.100	1.500	0.420	1.1
Bz25 - Bz26	Bz25	3395.795	Bz26	3395.571	49.68	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz26 - Bz27	Bz26	3395.571	Bz27	3395.475	21.32	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz28 - Bz28A	Bz28	3396.17	Bz28A	3395.995	38.84	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz28A - Bz27	Bz28A	3395.995	Bz27	3395.821	38.84	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz27 - Bz20	Bz27	3395.4769	Bz20	3393.64	17.13	10.72%	0.100	1.500	1.260	26.8
Bz19 - Bz20	Bz19	3392.6	Bz20	3392.34	57.63	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz29 - Bz29A	Bz29	3400.05	Bz29A	3397.74	30.10	7.67%	0.100	1.500	1.170	19.2
Bz29A - Bz30	Bz29A	3397.74	Bz30	3395.43	30.10	7.67%	0.100	1.500	1.690	19.2
Bz30 - Bz32	Bz30	3395.425	Bz32	3394.938	19.63	2.48%	0.100	1.500	0.780	6.2
Bz31 - Bz32	Bz31	3394.86	Bz32	3394.779	18.00	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz32 - Bz34	Bz32	3394.779	Bz34	3394.664	11.00	1.05%	0.100	1.500	0.510	2.6
Bz33 - Bz34	Bz33	3394.48	Bz34	3394.409	15.80	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz34 - Bz38	Bz34	3394.413	Bz38	3394.207	18.40	1.12%	0.100	1.500	0.530	2.8
Bz35 - Bz36	Bz35	3394.24	Bz36	3394.181	8.22	0.72%	0.100	1.500	0.510	1.8
Bz36 - Bz37	Bz36	3394.181	Bz37	3394.13	7.80	0.65%	0.100	1.500	0.490	1.6
Bz37 - Bz38	Bz37	3394.13	Bz38	3394.054	17.00	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz38 - Bz39	Bz38	3394.051	Bz39	3394.0245	5.90	0.45%	0.100	1.500	0.340	1.1
Bz39 - Bz39A	Bz39	3394.0245	Bz39A	3393.87	14.12	1.09%	0.100	1.500	0.570	2.7
Bz39A - Bz6	Bz39A	3393.87	Bz6	3393.807	14.10	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz40A - Bz40	Bz40A	3393.697	Bz40	3393.56	30.50	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz40 - Bz41	Bz40	3393.56	Bz41	3393.498	13.80	0.45%	0.100	1.500	0.400	1.1
Bz41A - Bz41	Bz41A	3393.65	Bz41	3393.498	13.65	1.11%	0.100	1.500	0.680	2.8
Bz41 - Bz20	Bz41	3393.498	Bz20	3393.425	16.20	0.45%	0.100	1.500	0.400	1.1
Bz20 - Bz22	Bz20	3392.34	Bz22	3392.134	46.19	0.45%	0.100	1.500	0.330	1.1
Bz21 - Bz22	Bz21	3392.26	Bz22	3392.054	45.90	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz22 - Bz3	Bz22	3392.055	Bz3	3391.962	20.50	0.45%	0.100	1.500	0.400	1.1
Bz1 - Bz2	Bz1	3396.64	Bz2	3394.51	59.42	3.58%	0.100	1.500	0.900	9
Bz2 - Bz3	Bz2	3394.51	Bz3	3391.97	56.00	4.54%	0.100	1.500	0.910	11.3
Bz3 - Bz5	Bz3	3391.97	Bz5	3391.873	21.50	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz4 - Bz5	Bz4	3398.7	Bz5	3391.873	14.50	47.08%	0.100	1.500	4.410	117.7
Bz5 - Bz6	Bz5	3391.873	Bz6	3392.065	40.60	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz39 - Bz39A	Bz39	3394.06	Bz39A	3393.87	30.00	0.63%	0.100	1.500	0.480	1.6
Bz39A - Bz6	Bz39A	3393.87	Bz6	3393.735	30.00	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz17 - Bz18	Bz17	3395.75	Bz18	3395.05	57.00	1.23%	0.100	1.500	0.710	3.1
Bz18 - Bz6	Bz18	3395.05	Bz6	3393.735	49.01	2.68%	0.100	1.500	0.830	6.7
Bz6 - Bz7	Bz6	3392.065	Bz7	3391.825	52.96	0.45%	0.100	1.500	0.430	1.1
Bz17 - Bz7	Bz17	3395.75	Bz7	3394.91	54.91	1.53%	0.100	1.500	0.660	3.8
Bz7 - Bz8	Bz7	3391.825	Bz8	3391.735	20.00	0.45%	0.100	1.500	0.290	1.1
Bz14 - Bz16	Bz14	3395.64	Bz16	3394.063	20.45	7.71%	0.100	1.500	1.170	19.3
Bz15 - Bz16	Bz15	3394.95	Bz16	3394.063	11.80	7.52%	0.100	1.500	1.760	18.8

Bz16 - Bz8	Bz16	3394.063	Bz8	3393.54	35.32	1.48%	0.100	1.500	0.650	3.7
Bz42 - Bz8	BZ42	3394.5	Bz8	3393.54	54.68	1.76%	0.100	1.540	0.700	4.4
Bz14 - Bz11	Bz14	3395.64	Bz11	3395.05	48.87	1.21%	0.100	1.597	0.620	3
Bz10 - Bz11	Bz10	3395.66	Bz11	3395.05	29.07	2.10%	0.100	1.631	0.760	5.2
Bz11 - Bz13	Bz11	3395.05	Bz13	3392.18	54.17	5.30%	0.100	1.695	1.070	13.2
Bz12 - Bz13	Bz12	3393.13	Bz13	3392.18	21.40	4.44%	0.100	1.719	1.380	11.1
Bz13 - Bz9	Bz 13	3392.18	Bz9	3391.59	11.10	5.32%	0.100	1.732	1.080	13.3
Bz8 - Bz9	Bz8	3391.735	Bz9	3391.545	42.01	0.45%	0.100	1.781	0.330	1.1
Bz9 - Bz52	Bz9	3391.545	Bz52	3389.92	55.00	2.95%	0.100	1.846	0.890	7.4
Bz42 - Bz44	Bz42	3394.5	Bz44	3391.953	24.42	10.43%	0.100	1.874	1.400	26.1
Bz43 - Bz44	Bz43	3392.89	Bz44	3391.953	19.60	4.78%	0.100	1.897	1.470	11.9
Bz44 - Bz52	Bz44	3391.953	Bz52	3389.92	19.50	10.43%	0.100	1.920	1.400	26.1
Bz45 - Bz47	Bz45	3398.8	Bz47	3396.08	40.00	6.80%	0.100	1.966	1.220	17
Bz46 - Bz47	Bz46	3396.07	Bz47	3395.94	28.60	0.45%	0.100	2.000	0.460	1.1
Bz47 - Bz49	Bz47	3395.94	Bz49	3396.26	12.90	0.45%	0.100	2.015	0.460	1.1
Bz48 - Bz49	Bz48	3400.16	Bz49	3396.27	39.80	9.77%	0.100	2.061	1.340	24.4
Bz49 - Bz51	Bz49	3396.26	Bz51	3394.04	19.50	11.38%	0.100	2.084	1.460	28.5
Bz50 - Bz51	Bz50	3393.89	Bz51	3393.73	35.30	0.45%	0.100	2.125	0.460	1.1
Bz51 - Bz52	Bz51	3393.73	Bz52	3389.92	36.27	10.50%	0.100	2.180	1.440	26.3

Fuente: elaboración propia

**Tabla 26**  
*Resultados del emisor*

Tramo	Nudo Inicial	Cota Inicio msnm	Nudo Final	Cota Final msnm	LONG. (m)	pend. (%)	Diam. m.	Flujo l/s	Veloc. m/s	Tensión Tractiva (Pa)
Bz52- Bz52A	Bz52	3389.920	Bz52A	3387.672	39.85	5.64%	0.100	2.180	3.00	14.1
Bz52A - Bz53	Bz52A	3387.672	Bz53	3385.424	39.85	5.64%	0.100	2.180	3.00	14.1
Bz53 - Bz53A	Bz53	3385.424	Bz53A	3382.210	31.75	10.12%	0.100	2.180	3.00	25.3
Bz53A - Bz54	Bz53A	3382.210	Bz54	3378.995	31.75	10.13%	0.100	2.180	3.00	25.3
Bz54 - Bz55	Bz54	3378.995	Bz55	3377.551	20.00	7.22%	0.100	2.180	3.00	18.0
Bz55 - Bz56	Bz55	3377.551	Bz56	3372.991	50.00	9.12%	0.100	2.180	3.00	22.8
Bz56 - Bz57	Bz56	3372.991	Bz57	3371.924	39.00	2.74%	0.100	2.180	3.00	6.8
Bz57 - Bz58	Bz57	3371.924	Bz58	3369.742	25.00	8.73%	0.100	2.180	3.00	21.8
Bz58 - Bz59	Bz58	3369.742	Bz59	3365.537	50.60	8.31%	0.100	2.180	3.00	20.8
Bz59 - Bz60	Bz59	3365.737	Bz60	3363.918	48.50	3.75%	0.100	2.180	3.00	9.4
Bz60 - Bz61	Bz60	3363.918	Bz61	3362.580	45.05	2.97%	0.100	2.180	3.00	7.4
Bz61 - Bz62	Bz61	3362.580	Bz62	3362.248	18.10	1.83%	0.100	2.180	3.00	4.6

Fuente: elaboración propia

**Tabla 27***Resultados de las características de los buzones de la red colectora*

ID Buzón	Cota Tapa msnm	Cota Fondo msnm	Flujo Entrada l/s	Flujo Salida l/s	ID Buzón	Cota Tapa msnm	Cota Fondo msnm	Flujo Entrada l/s	Flujo Salida l/s	ID Buzón	Cota Tapa msnm	Cota Fondo msnm	Flujo Entrada l/s	Flujo Salida l/s
Bz23	3397.41	3396.21	0.0000	1.5000	Bz39A	3395.07	3393.87	0.5968	1.5000	Bz15	3396.15	3394.95	1.4217	1.5000
Bz23A	3397.27	3396.06	0.0400	1.5000	Bz40A	3395.07	3393.70	0.6132	1.5000	Bz16	3395.26	3394.06	1.4355	1.5000
Bz24	3397.12	3395.90	0.0799	1.5000	Bz40	3395.06	3393.56	0.6488	1.5000	BZ42	3395.70	3394.50	1.4767	1.5404
Bz25	3397.00	3395.80	0.1075	1.5000	Bz41A	3394.85	3393.65	0.6649	1.5000	Bz14	3396.84	3395.64	1.5404	1.5974
Bz26	3396.90	3395.57	0.1654	1.5000	Bz41	3394.96	3393.50	0.6808	1.5000	Bz10	3396.86	3395.66	1.5974	1.6313
Bz28	3397.37	3396.17	0.1903	1.5000	Bz20	3394.84	3392.34	0.6997	1.5000	Bz11	3396.25	3395.05	1.6313	1.6945
Bz28A	3397.20	3396.00	0.2356	1.5000	Bz21	3393.46	3392.26	0.7536	1.5000	Bz12	3394.33	3393.13	1.6945	1.7195
Bz27	3397.11	3395.48	0.2809	1.5000	Bz22	3393.34	3392.06	0.8072	1.5000	Bz 13	3393.38	3392.18	1.7195	1.7324
Bz19	3393.80	3392.60	0.3009	1.5000	Bz1	3397.84	3396.64	0.8311	1.5000	Bz8	3394.74	3391.74	1.7324	1.7814
Bz29	3401.25	3400.05	0.3681	1.5000	Bz2	3395.71	3394.51	0.9004	1.5000	Bz9	3392.79	3391.55	1.7814	1.8456
Bz29A	3395.10	3397.74	0.4032	1.5000	Bz3	3393.17	3391.97	0.9657	1.5000	Bz42	3395.70	3394.50	1.8456	1.8741
Bz30	3396.63	3395.43	0.4383	1.5000	Bz4	3399.90	3398.70	0.9908	1.5000	Bz43	3394.09	3392.89	1.8741	1.8969
Bz31	3396.06	3394.86	0.4612	1.5000	Bz5	3393.87	3391.87	1.0077	1.5000	Bz44	3393.15	3391.95	1.8969	1.9197
Bz32	3396.14	3394.78	0.4822	1.5000	Bz39	3395.26	3394.06	1.0550	1.5000	Bz45	3400.00	3398.80	1.9197	1.9663
Bz33	3395.68	3394.48	0.4950	1.5000	Bz39A	3395.07	3393.87	1.0900	1.5000	Bz46	3397.27	3396.07	1.9663	1.9997
Bz34	3395.86	3394.41	0.5135	1.5000	Bz17	3396.95	3395.75	1.1250	1.5000	Bz47	3397.28	3395.94	1.9997	2.0148
Bz35	3395.44	3394.24	0.5349	1.5000	Bz18	3396.25	3395.05	1.1915	1.5000	Bz48	3401.36	3400.16	2.0148	2.0612
Bz36	3395.38	3394.18	0.5445	1.5000	Bz6	3395.18	3392.07	1.2487	1.5000	Bz49	3397.46	3396.26	2.0612	2.0839
Bz37	3395.33	3394.13	0.5536	1.5000	Bz17	3396.95	3395.75	1.3105	1.5000	Bz50	3395.09	3393.89	2.0839	2.1251
Bz38	3395.41	3394.05	0.5734	1.5000	Bz7	3396.11	3391.83	1.3745	1.5000	Bz51	3395.24	3393.73	2.1251	2.1800
Bz39	3395.26	3394.02	0.5803	1.5000	Bz14	3396.84	3395.64	1.3978	1.5000	Bz52	3391.1	3389.9	2.1800	2.1800

Fuente: elaboración propia

**Tabla 28***Resultados de las características de los buzones del Emisor*

ID Buzón	Cota Tapa msnm	Cota Fondo msnm	Flujo Entrada l/s	Flujo Salida l/s	ID Buzón	Cota Tapa msnm	Cota Fondo msnm	Flujo Entrada l/s	Flujo Salida l/s	ID Buzón	Cota Tapa msnm	Cota Fondo msnm	Flujo Entrada l/s	Flujo Salida l/s
Bz52	3391.120	3389.920	2.1800	2.1800	Bz55	3378.751	3377.551	2.1800	2.1800	Bz60	3365.118	3363.918	2.1800	2.1800
Bz52A	3388.872	3387.672	2.1800	2.1800	Bz56	3374.191	3372.991	2.1800	2.1800	Bz61	3363.780	3362.580	2.1800	2.1800
Bz53	3386.624	3385.424	2.1800	2.1800	Bz57	3373.124	3371.924	2.1800	2.1800	Bz62	3363.448	3362.248	2.1800	2.1800
Bz53A	3383.410	3382.210	2.1800	2.1800	Bz58	3370.942	3369.742	2.1800	2.1800					
Bz54	3380.195	3378.995	2.1800	2.1800	Bz59	3366.937	3365.737	2.1800	2.1800					

Fuente: elaboración propia

### 5.3.4. Tratamiento de aguas residuales

El sistema se instalará en la zona baja del casco urbano y comprende las siguientes obras:

- Desarenador
- Tanque Imhoff
- Lecho de Secado

#### 5.3.4.1. Justificación del sistema de tratamiento elegido

El **desarenador** es la primera estructura para comenzar el filtrado de los sólidos.

El **Tanque Imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuyo fin es remover sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, ofrecen ventajas para tratar aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por esto también se les llama tanques de doble cámara.

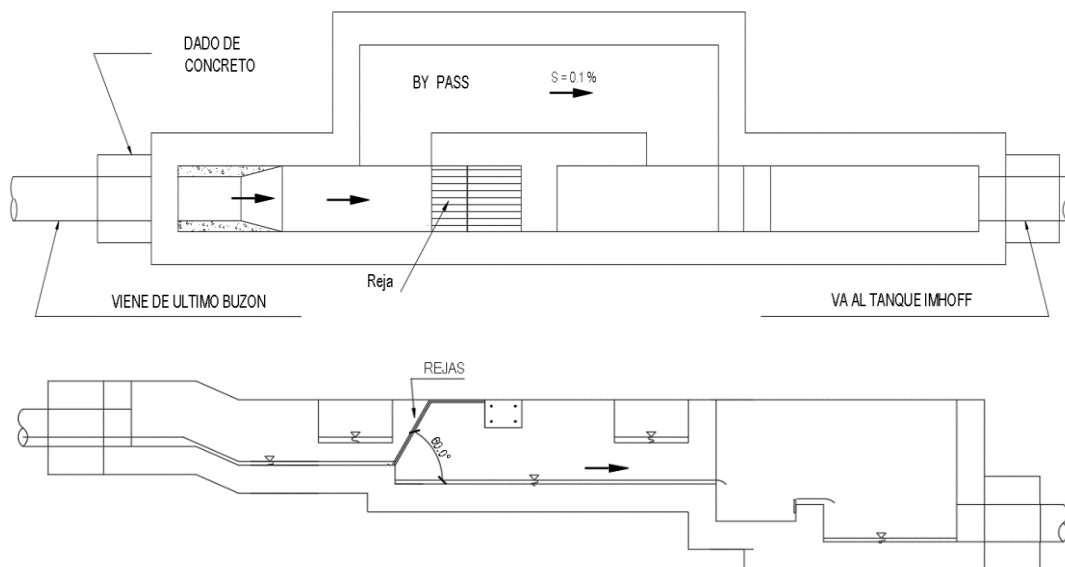
El **Lecho de Secado**, finaliza el proceso de la manera más óptima, separando los lodos para luego ser reutilizados o derivados a otras instancias.

#### 5.3.4.2. Dimensionamiento y diseño de la infraestructura

##### Diseño de cámara de rejas

##### Figura 29

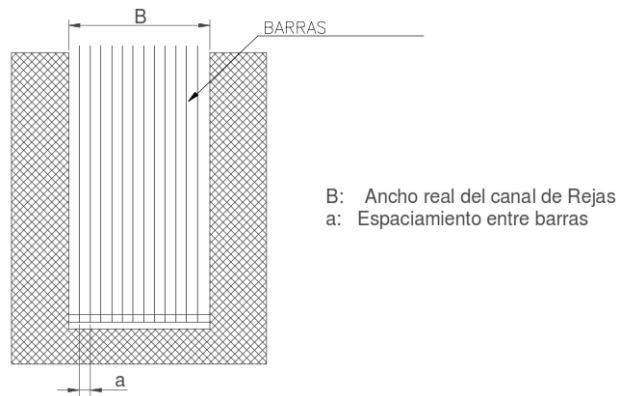
*Vista en planta y perfil de una cámara de rejas*



Fuente: elaboración propia

**Figura 30.**

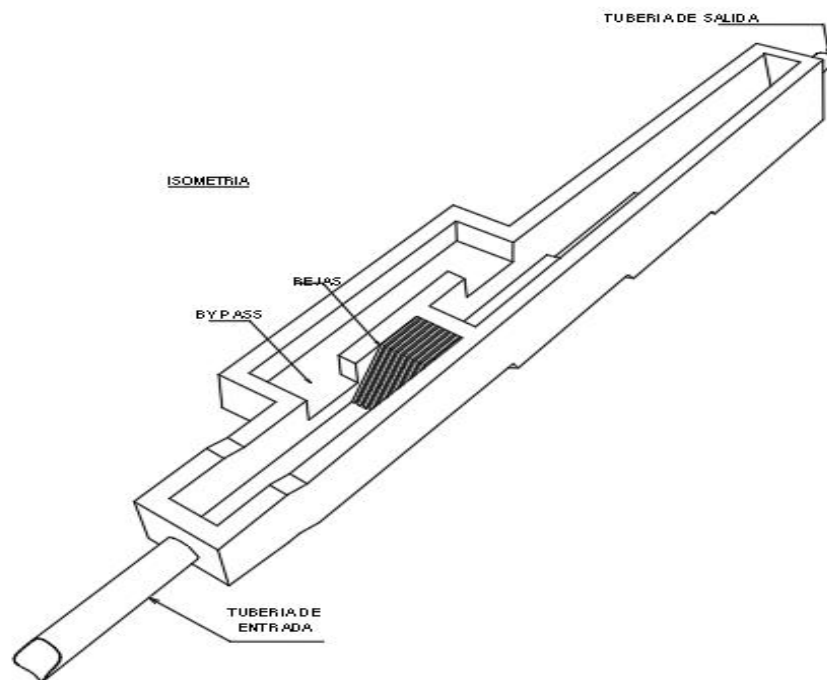
*Corte longitudinal de una cámara de rejas*



Fuente: elaboración propia

**Figura 31**

*Vista isométrica de una cámara de rejas*

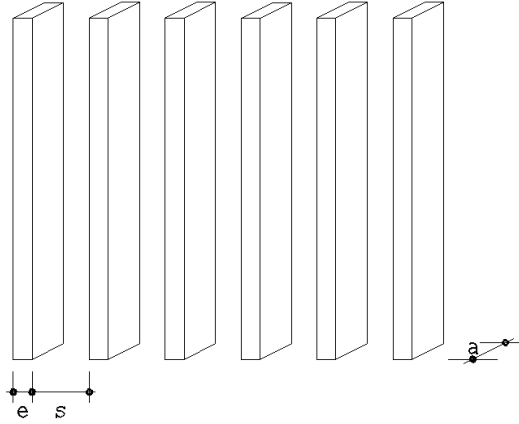


Fuente: elaboración propia

### Características de las rejas:

**Figura 32**

*Esquema de separación de rejas*



Fuente: elaboración propia

- Espesor de barra  $e = 6.35$  mm (Según OS.090 entre 5 y 15mm)
- Ancho de barra  $a = 38.1$  mm (Según OS.090 entre 30 y 75 mm)
- Separación entre barras  $s = 25.4$  mm (Según OS.090 entre 20 y 50 mm)
- Eficiencia de la reja (E):

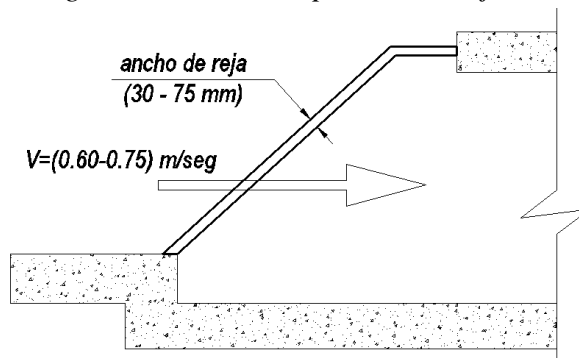
$$E = \frac{s}{e + s} = \frac{20.0}{6.35 + 20.0} = 0.76$$

- Velocidad de paso entre rejas (V):

Debe estar entre 0.6 a 0.75 m/s. Si la velocidad es menor a 0.6 m/s, los sólidos tienden a sedimentarse. Si es mayor a 0.75 m/s los residuos que se quieren retener pasarán por entre las rejas.

**Figura 33.**

*Rango de velocidad de paso entre rejas*



Fuente: elaboración propia

Se opta por:  $V = 0.60 \text{ m/s}$

- Velocidad de aproximación aguas arriba de las rejillas ( $V_a$ ):

$$V_a = V \times E = 0.60 \times 0.76 = 0.455 \text{ m/s}$$

- Área útil de las rejillas ( $A_u$ ):

El caudal máximo residual calculado es (Ver ítem 2.5.4):

$$A_u = \frac{Q_{EMISOR}}{V} = \frac{0.002403 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.60 \text{ m/seg}} = 0.004 \text{ m}^2$$

- Área total ( $A_t$ ):

$$A_t = \frac{A_u}{E} = \frac{0.004}{0.76} = 0.005 \text{ m}^2$$

- Número de barras ( $N$ ):

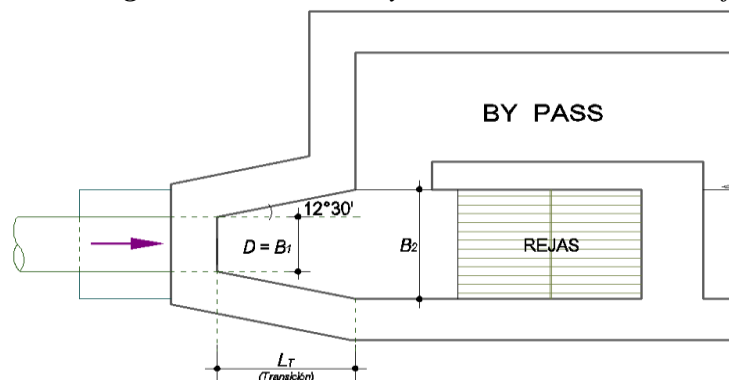
Si se asume el ancho del canal de rejillas en  $B = 40 \text{ cm} = 400\text{mm}$ , el número de barras distribuidas en este será:

$$N = \frac{B - s}{s + e} = \frac{400 - 20.0}{20.0 + 6.35} = 14.42 \approx 14 \text{ barras}$$

### Características del canal de transición:

Es usual que la transición entre la tubería de ingreso (Emisora) y el canal de rejillas sea mayor que el diámetro de la tubería. Este tramo debe igualarse al ancho mismo de las rejillas, para evitar espacios muertos. Para lograrlo se recomienda un ángulo de transición de  $12^\circ 30'$ .

**Figura 34.** Transición y anchos en el canal de rejillas



Fuente: elaboración propia

En consecuencia, la longitud de esa transición ( $L$ ) se calcula con:

$$L_T = \frac{B_2 - B_1}{2 \operatorname{tg}(12^\circ 30')}$$

Dónde:

$L_T$  = Longitud de transición ingreso-canal (m)

$B_1$  = Ancho de canal o diámetro de tubería de ingreso (m)

$B_2$  = Ancho del canal de rejillas (m)

Luego:

$$L_T = \frac{0.40 - 0.20}{2 \operatorname{tg}(12^\circ 30')} = 0.45 \text{ m}$$

- Cálculo de tirante máximo ( $Y_{\text{máx}}$ ):

$$y_{\text{máx}} = \frac{A_t}{B} = \frac{0.005}{0.40} = 0.013 \text{ m}$$

- Cálculo de Radio Hidráulico ( $R_h$ ):

$$R_h = \frac{A_t}{B + 2Y_{\text{máx}}} = \frac{0.005}{0.40 + 2 \times 0.013} = 0.0124 \text{ m}$$

- Pendiente del canal (S):

Para este cálculo, se considera canal de concreto, para lo cual usamos un coeficiente  $n=0.013$ . Luego:

$$S = \left( \frac{Q_{\text{EMISOR}} \times n}{A_t \times R_h^{2/3}} \right)^2 = \left( \frac{0.002403 \times 0.013}{0.005 \times 0.0124^{2/3}} \right)^2 = 0.001224 \text{ m/m}$$

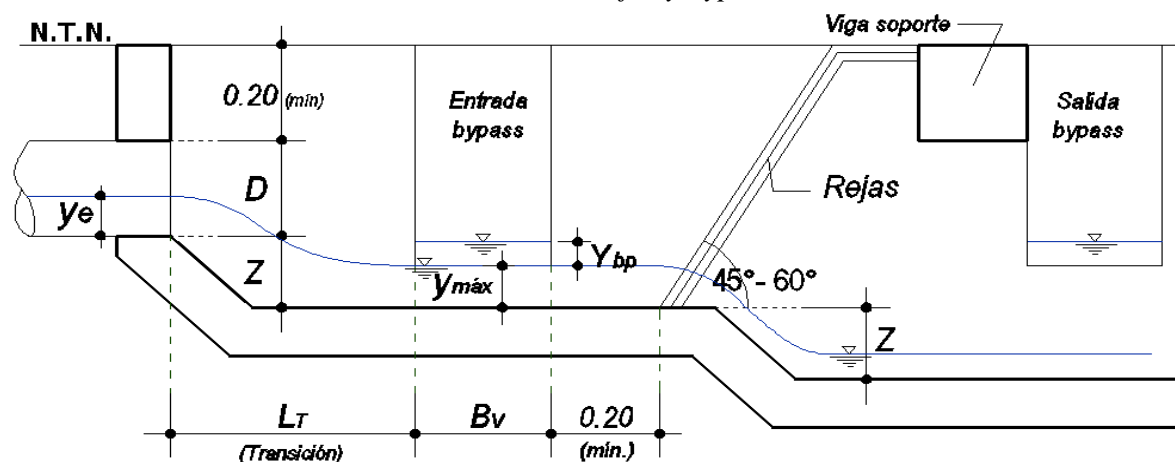
Características del Bypass:

- Tirante sobre el vertedero del bypass ( $Y_{\text{bp}}$ ):

Inicialmente se asume un ancho del vertedero igual a  $B_v = 0.25 \text{ m}$  y el ancho del canal del bypass será igual al ancho del canal de rejillas.

**Figura 35.**

*Tirantes en el canal de rejillas y bypass*



Fuente: elaboración propia

$$Y_{bp} = \left( \frac{Q_{EMISOR}}{1.838B_V} \right)^{2/3} = \left( \frac{0.002403}{1.838 \times 0.25} \right)^{2/3} = 0.03 \text{ m}$$

- Área:

$$A = B_V \times Y_{bp} = 0.25 \times 0.03 = 0.008 \text{ m}^2$$

- Cálculo de Radio Hidráulico ( $R_h$ ):

$$R_h = \frac{A}{B_V + 2Y_{bp}} = \frac{0.008}{0.25 + 2 \times 0.03} = 0.0243 \text{ m}$$

- Pendiente del Bypass (S):

$$S = \left( \frac{Q_{EMISOR} \times n}{A \times R_h^{2/3}} \right)^2 = \left( \frac{0.00243 \times 0.013}{0.008 \times 0.0243^{2/3}} \right)^2 = 0.00112 \text{ m/m}$$

#### Datos del emisor:

- Diámetro del emisor ( $D_e$ ): Considerando  $D_e = 110\text{mm}$
- Tirante del emisor ( $y_e$ ):

$$\frac{y_e}{D_e} = 0.90 \rightarrow y_e = 0.90 \times 0.20 = 0.18 \text{ m}$$

- Radio hidráulico del emisor ( $R_e$ ):

$$\frac{R_e}{D_e} = 0.298 \rightarrow R_e = 0.298 \times 0.20 = 0.06 \text{ m}$$

- Área del emisor ( $A_e$ ):

$$\frac{A_e}{D_e^2} = 0.7445 \rightarrow A_e = 0.7445 \times 0.20^2 = 0.03 \text{ m}^2$$

- Pendiente en el emisor ( $S_e$ ):

Para este caso la tubería es PVC, luego  $n=0.01$ :

$$S = \left( \frac{Q_{m\acute{a}x} \times n}{A_e \times R_e^{2/3}} \right)^2 = \left( \frac{0.00243 \times 0.01}{0.03 \times 0.06^{2/3}} \right)^2 = 0.000018 \text{ m/m}$$

- Velocidad en el emisor ( $V_e$ ):

$$V_e = \frac{Q_{EMISOR}}{A_e} = \frac{0.00243}{0.03} = 0.081 \text{ m/s}$$

- Pérdida de carga en la transición ( $H_{ft}$ ):

$$H_{ft} = \frac{[(V_e - V_a)^2 \times 0.1]}{2g} = \frac{[(0.081 - 0.455)^2 \times 0.1]}{2 \times 9.81} = 0.0007 \text{ m}$$

- Desnivel entre el fondo de la tubería y el fondo del canal (Z):

$$Z = \left( \frac{V_e^2}{2g} + y_e \right) - \left( \frac{V_a^2}{2g} + y_{m\acute{a}x} \right) - Hf_t$$

$$Z = \left( \frac{0.081^2}{2 \times 9.81} + 0.18 \right) - \left( \frac{0.455^2}{2 \times 9.81} + 0.013 \right) - 0.0007 = 0.16 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en la reja ( $h_f$ ):

$$h_f = \frac{V^2 - V_a^2}{2g \times 0.7} = \frac{0.60^2 - 0.455^2}{2 \times 9.81 \times 0.7} = 0.01 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en la reja 50% de ensuciamiento ( $h_{f50\%}$ ):

$$h_{f50\%} = \frac{(2V)^2 - V_a^2}{2g \times 0.7} = \frac{(2 \times 0.60)^2 - 0.455^2}{2 \times 9.81 \times 0.7} = 0.09 \text{ m}$$

- Cantidad de material cribado:

Para una abertura de 25 mm se obtiene un volumen de material cribado de  $0.038 \text{ l/m}^3$  de agua residual.

Altura total al inicio de la cámara de rejillas:

$$h_1 = D_e + Z + 0.20 = 0.20 + 0.16 + 0.20 = 0.56 \text{ m}$$

La altura total a la salida de la cámara de rejillas será:

$$h_2 = h_1 + Z = 0.56 + 0.16 = 0.71 \text{ m}$$

### Diseño del desarenador:

#### Velocidad horizontal de sedimentación ( $V_s$ ):

$$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho - 1}{\eta} \right) d_c^2$$

$$\eta = 1.010105 \times 10^{-2} = 0.010105 \text{ cm}^2/\text{s} \text{ (para } 20 \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 = 981 \text{ cm/s}^2$$

$$\rho = 2.65 \text{ (densidad relativa de la arena)}$$

$$d_c = 0.02 \text{ cm} = 0.2 \text{ mm (diámetro efectivo de la partícula)}$$

Reemplazando datos obtenemos:

$$V_s = \frac{1}{18} \times 981 \times \left( \frac{2.65 - 1}{0.010105} \right) \times 0.02^2 = 3.56 \text{ cm/seg}$$

#### Verificación del Número de Reynolds:

Para que se pueda aplicar la Ley de Stokes, el número de Reynolds obtenido debe ser:  $Re < 0.5$ , siendo:

$$R_e = \frac{V_s \times d_c}{\eta} = \frac{3.56 \times 0.02}{0.010105} = 7.05 > 0.5 \text{ (No cumple)}$$

Por lo tanto, hacemos un reajuste al valor de  $V_s$ , considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación, propuesto por Rivas Mijares-1978:

Calculamos el término del diámetro, con los datos existentes:

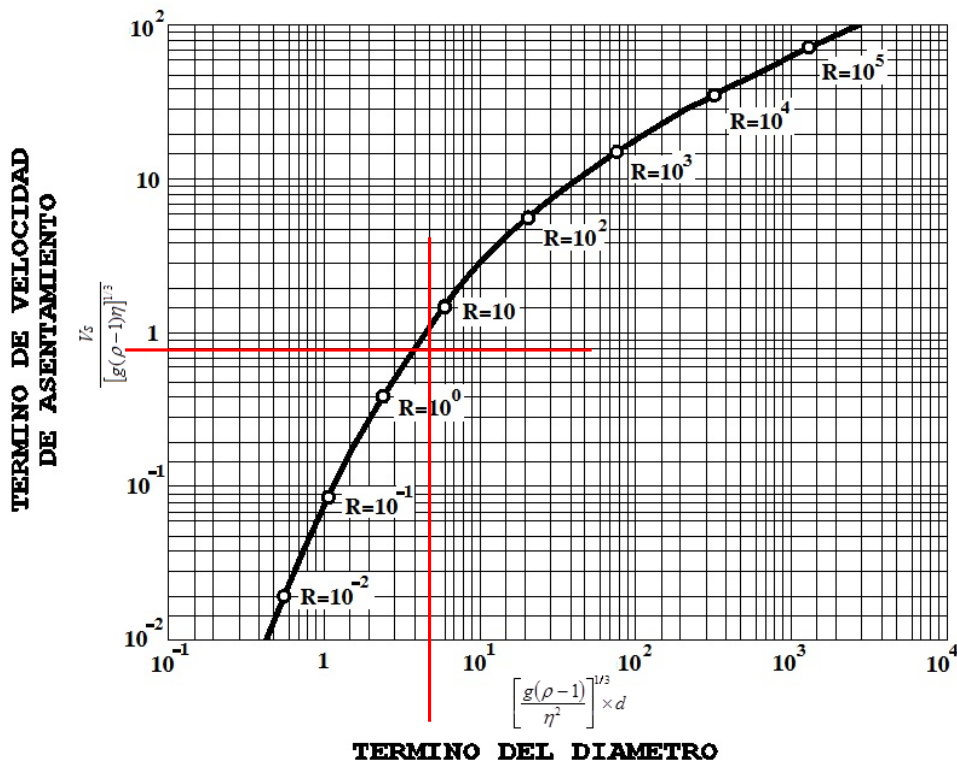
$$\left[ \frac{g(\rho_s - 1)}{\eta^2} \right]^{1/3} \times d = \left[ \frac{981(2.65 - 1)}{(0.010105)^2} \right]^{1/3} \times 0.02 = 5.02$$

Con este dato ingresamos al gráfico anterior y obtenemos el término de velocidad de asentamiento, en régimen de transición:

$$\frac{V_s}{[g(\rho - 1)\eta]^{1/3}} = 0.80$$

**Figura 36.**

*Velocidad de sedimentación en régimen de transición*



Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

Despejando  $V_s$ :

$$V_s = 0.80 \times [g(\rho - 1)\eta]^{1/3}$$

$$V_s = 0.80 \times [981 \times (2.65 - 1) \times 0.010105]^{1/3} = 2.36 \text{ cm/s}$$

Comprobamos nuevamente si cumple con la condición de Reynolds:

$$R_e = \frac{V_s \times d_c}{\eta} = \frac{2.36 \times 0.02}{0.010105} = 4.67 < 0.5 \text{ (Cumple)}$$

Nuevamente comprobamos que no cumple para aplicar la Ley de Stokes, entonces el flujo se encuentra en régimen de transición, luego aplicamos la Ley de Allen, donde la velocidad de sedimentación se obtiene de:

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} g \times \frac{(\rho - 1)}{C_D} \times d_c}$$

Donde  $C_D$  es el coeficiente de arrastre, obtenido con”:

$$C_D = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34$$

Siendo R el número de Reynolds de la segunda comprobación, luego:

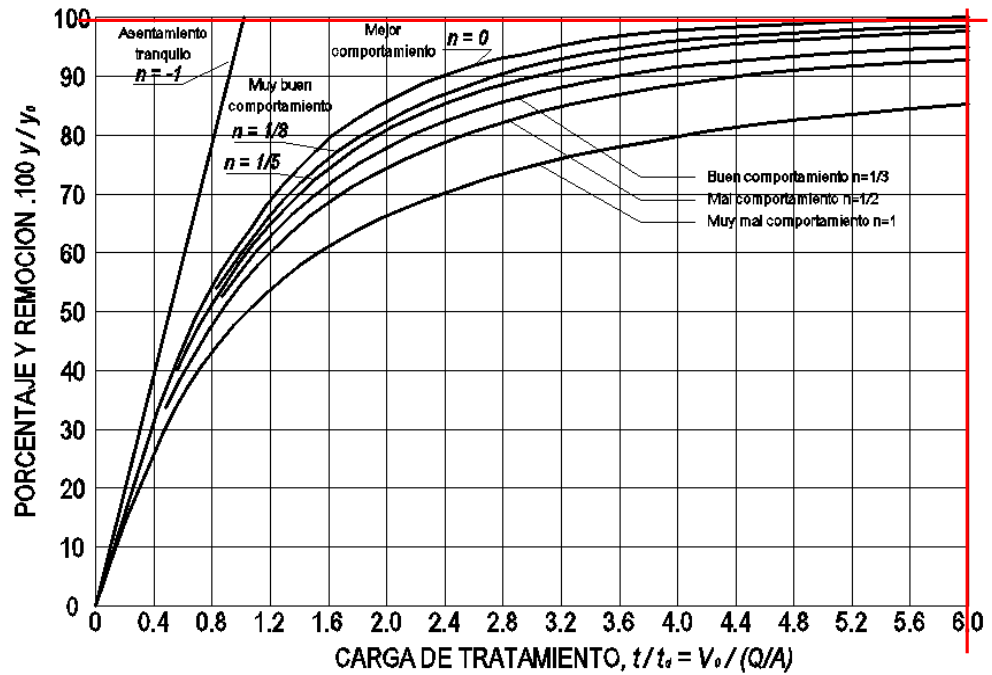
$$C_D = \frac{24}{4.67} + \frac{3}{\sqrt{4.67}} + 0.34 = 7.27$$

Luego la velocidad de sedimentación en régimen de transición será:

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} 981 \times \frac{(2.65 - 1)}{7.27} \times 0.02} = 2.44 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.0244 \text{ m/s}$$

Con la que calculamos el área requerida. “El caudal se incrementa previamente por un coeficiente de seguridad que garantiza la eficiencia requerida”, según Rivas Mijares-1978. Considerando 100% de eficiencia y remoción, del gráfico siguiente obtenemos:

**Figura 37.**  
Curvas de comportamiento



Fuente: (OPS/CEPIS, 2005a)

$$C_{seg} = 6.0$$

$$V'_s = \frac{Q_{EMISOR} \times C_{seg}}{A_s} = 0.024 \text{ m/s}$$

Despejando el área superficial:

$$A_s = \frac{Q_P \times C_{seg}}{V'_s} = \frac{(0.00243) \times 6.0}{0.024} = 0.59 \text{ m}^2$$

Dimensiones del desarenador:

Se calcula mediante la relación:  $A_s = L \times B$

Se recomienda que el valor de “L” deba estar entre 10H y 20H. Si asumimos para la altura de pantalla H=0.30 m. Luego:

$$L = 10H = 10 \times 0.30 = 3.00 \text{ m}$$

$$L = 20H = 20 \times 0.30 = 6.00 \text{ m}$$

Luego despejamos B:

$$B_{10H} = \frac{A_s}{L} = \frac{0.97}{3.00} = 0.32 \text{ m}$$

$$B_{20H} = \frac{A_s}{L} = \frac{0.97}{6.00} = 0.16 \text{ m}$$

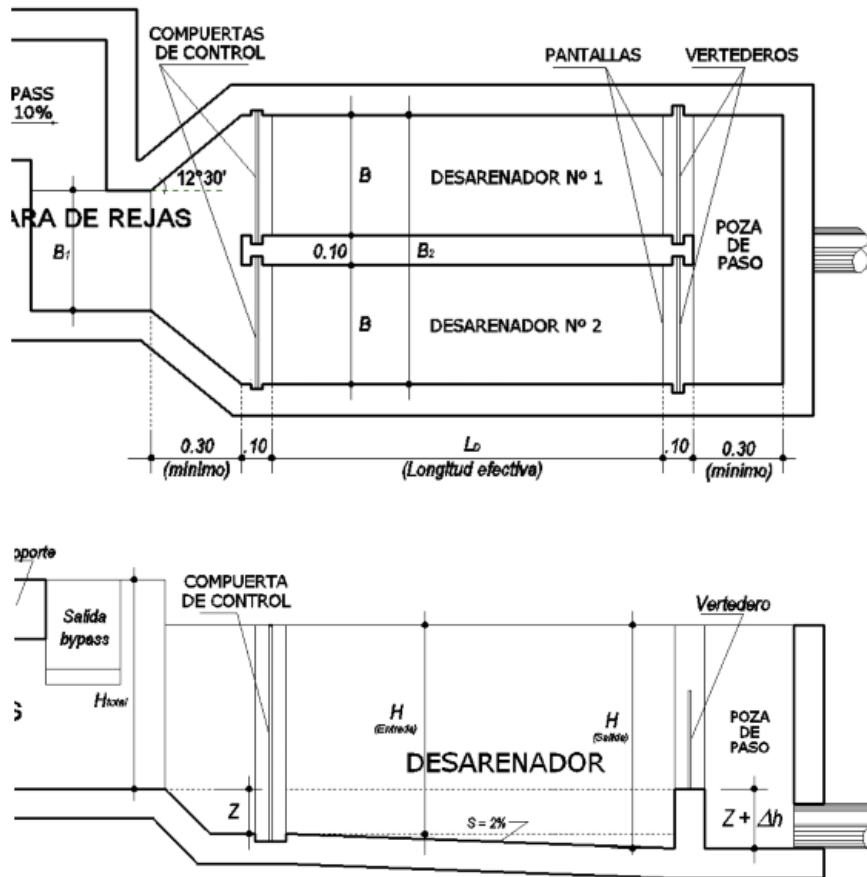
Adoptamos las siguientes dimensiones:

- Altura:  $H = 0.30$  m
- Ancho:  $B = 0.40$  m
- Largo:  $L = 3.00$  m

La norma OS.090 recomienda que se disponga de 02 canales de desarenador para poder hacer limpieza sin que se obstruya el flujo, por consiguiente, cada desarenador tendrá las mismas dimensiones, de manera que la disposición final de este elemento queda de la siguiente forma:

**Figura 38.**

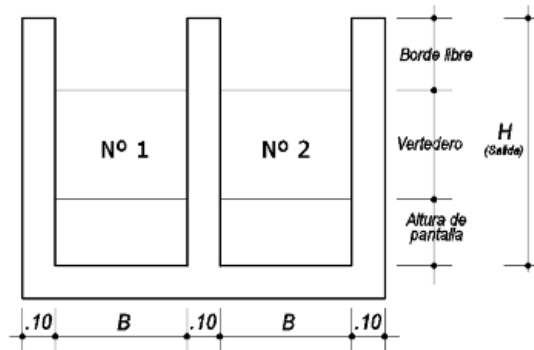
*Disposición final en planta y perfil del desarenador*



Fuente: elaboración propia

**Figura 39.**

*Corte transversal del desarenador*



Fuente: (ANA, 2010)

**Calculamos la longitud de transición:**

Esta se refiere a la distancia entre la cámara de rejillas y el desarenador, considerando una inclinación de 12°30', para ello se toma en cuenta la figura No.33, para identificar las siguientes dimensiones:

B1 = 0.40m (ancho del canal de rejillas asumido)

B2 = 0.90m (ancho de los desarenadores + espesor de muro)

Luego, el valor máximo es:

$$L_T = \frac{B_2 - B_1}{2 \operatorname{tg}(12^\circ 30')} = \frac{0.90 - 0.40}{0.4434} = 1.13 \text{ m}$$

El valor mínimo será 0.30 m cuando no se pueda aplicar geoméricamente este criterio, sin embargo, debe mantenerse la inclinación de 12°30'.

**Velocidad de flujo en el tanque:**

Utilizamos la fórmula de Camp, para lo cual previamente debemos elegir una constante “a” relacionada con el diámetro de la partícula:

**Tabla 29**

*Valores de “a” para la fórmula de Camp*

a	d(mm)
51	<0.1
44	0.1-1
36	>1

Fuente: (ANA, 2010)

En este caso, para  $d = 0.02 \text{ cm} = 0.2 \text{ mm}$ , le corresponde  $a = 44$ ,  
 luego:

$$V = a\sqrt{d} = 44\sqrt{0.2} = 19.68 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} = 0.197 \text{ m/s}$$

Este valor es menor que 1m/s, lo que garantiza baja velocidad para poder separar y remover el material sólido que arrastra el caudal.

### Calculo de la velocidad de caída de la partícula:

Existen varios criterios según diversos investigadores, entre los cuales tenemos:

- Arkhangelski

La velocidad de caída se determina según el siguiente cuadro:

**Tabla 30**

*Velocidad de caída según Arkhangelski*

d(mm)	W(cm/s)	d(mm)	W(cm/s)
0.05	0.18	0.50	5.40
0.10	0.69	0.55	5.94
0.15	1.56	0.60	6.48
0.20	2.16	0.70	7.32
0.25	2.70	0.80	8.0
0.30	3.24	1.00	9.44
0.35	3.78	2.00	15.29
0.4	4.32	3.00	19.25
0.45	4.86	5.00	24.90

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

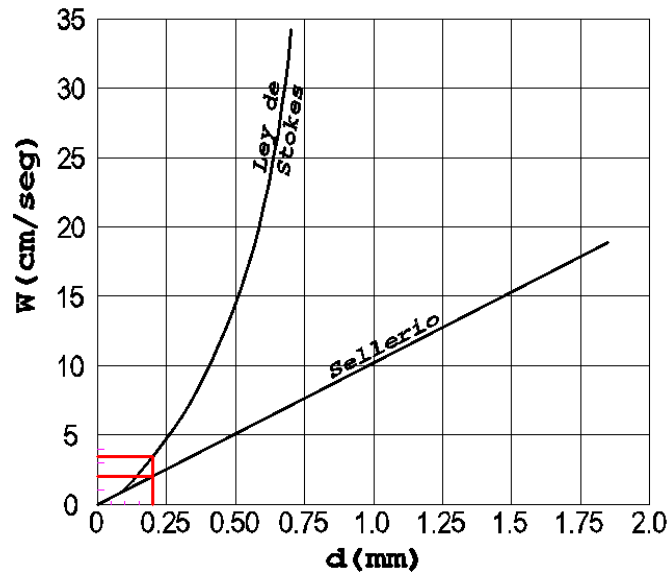
Del cual, para  $d = 0.20 \text{ mm}$  se obtiene:

$$W = 2.16 \text{ cm/s} = 0.022 \text{ m/s}$$

- **Stokes y Sellerio**

La velocidad de caída se determina según el siguiente nomograma, utilizando la velocidad de flujo en el tanque según Camp:

**Figura 40.**  
*Experiencia de Sellerio*



Fuente: (ANA, 2010)

Según Stokes :  $W = 3.5 \text{ cm/s} = 0.035 \text{ m/s}$

Según Sellerio:  $W = 2.0 \text{ cm/s} = 0.020 \text{ m/s}$

- Owens

Para aplicar su fórmula previamente se determina una constante

“K” de la

siguiente tabla:

**Tabla 31**  
*Valores de la constante “k” para la fórmula de Owens*

forma y naturaleza	K
Arena esferica	9.35
Granos redondeados	8.25
Granos de cuarzo $d > 3\text{mm}$	6.12
Granos de cuarzo $d > 0.70$	3.33

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

Del cual se obtiene:  $K = 6.12$ , luego en la expresión de Owens:

Para  $d = 0.20 \text{ mm}$  y  $\rho = 2.65$

$$W = k \times [d \times (\rho - 1)]^{1/2} = 6.12 \times [0.2 \times (2.67 - 1)]^{0.5} = 0.111 \text{ m/s}$$

- Scotti - Foglieni

Su ecuación, en función del diámetro de la partícula es:

$$W = 3.8\sqrt{d} + 8.3d = 3.8\sqrt{0.20} + 8.3 \times 0.20 = 0.055 \text{ m/s}$$

Resumiendo:

- $W = 0.022 \text{ m/s}$  Arkhangelski
- $W = 0.035 \text{ m/s}$  Stokes
- $W = 0.020 \text{ m/s}$  Sellerio
- $W = 0.111 \text{ m/s}$  Owens
- $W = 0.055 \text{ m/s}$  Scotti – Foglieni

Promediando todos estos valores se obtiene:

$$W_{promedio} = 0.049 \text{ m/seg} = 4.87 \text{ cm/s}$$

### Verificación de la longitud del desarenador:

Las dimensiones en el prisma de flujo en el desarenador se identifican:

La altura del flujo asumida fue:  $H = 0.30 \text{ m}$ . de donde:

$$Q = (B \times H) \times V \rightarrow B = \frac{Q_{EMISOR}}{H \times V} = \frac{0.003947}{0.30 \times 0.197} = 0.07 \text{ m}$$

Para facilitar el proceso constructivo se asume:  $B = 0.40 \text{ m}$

Longitud del desarenador:

$$L = \frac{H \times V}{W} = \frac{0.30 \times 0.197}{0.049} = 1.21 \text{ m} \approx 1.50 \text{ m}$$

Tiempo de sedimentación:

$$T = \frac{H}{W} = \frac{0.30}{0.049} = 6.157 \text{ s}$$

Volumen de agua conducido en el tiempo:

$$V = Q_{EMISOR} \times T = 0.005285 \times 6.157 = 0.033 \text{ m}^3$$

Verificación de la capacidad del tanque:

$$V = B \times H \times L = 0.40 \times 0.30 \times 1.50 = 0.18 \text{ m}^3$$

Se observa que este es mayor que  $0.03 \text{ m}^3$ , lo que significa que hay capacidad suficiente.

### Comparando longitudes:

- Asumido inicialmente:  $L = 3.00 \text{ m}$

- Según verificación:  $L = 1.50 \text{ m}$

Finalmente, por economía utilizamos:  $L = 1.50 \text{ m}$

### **Altura total a la salida del desarenador:**

Para facilitar el lavado en el fondo del desarenador se le dará una pendiente de 2% desde el final de la longitud de transición. Luego, la diferencia de altura entre la entrada y salida del desarenador será:

$$\Delta h = L \times \frac{S}{100} = 1.50 \times \frac{2}{100} = 0.03 \text{ m}$$

Finalmente, la altura total a la salida del desarenador será:

$$H_t = H + \Delta h = 0.30 + 0.03 = 0.33 \text{ m}$$

Las dimensiones totales y finales del desarenador se muestran en los anexos.

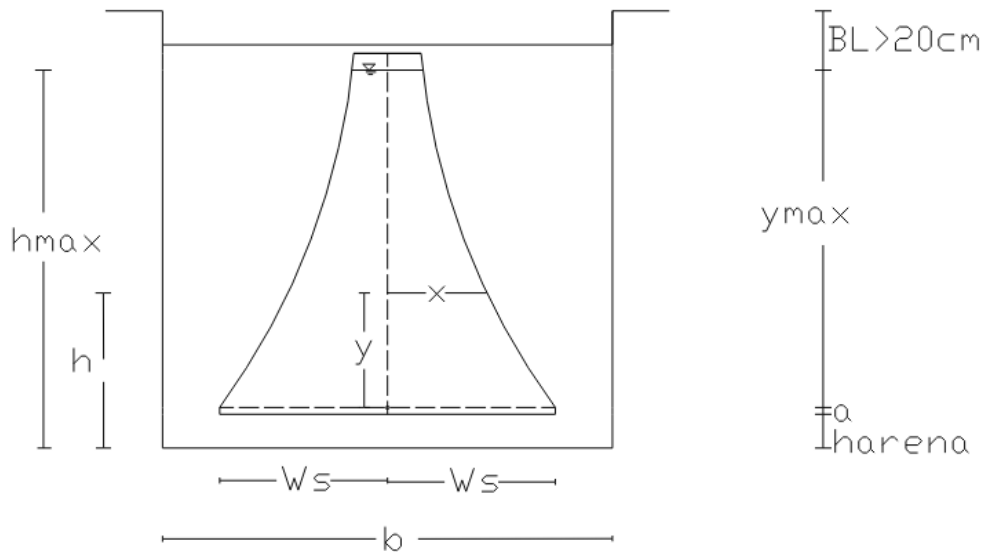
### **Diseño del vertedero:**

Es un dispositivo obligatorio que sirve para el control de velocidad del flujo y se coloca al final del desarenador. Para este caso utilizaremos un vertedero proporcional o vertedero Sutro, el cual consiste en una placa vertical con una abertura de acuerdo a la siguiente figura:

**Figura 41.**

*Vertedero proporcional Sutro*





Fuente: bvsde.ops-OMS.org

De la figura anterior,  $h_{m\acute{a}x}$  es la Altura del canal  $h_{canal} = 0.30$  m asumido para el dise\u00f1o del desarenador, la misma que representa:

$$h_{m\acute{a}x} = h_{canal} = y + a + h_{arena}$$

Del cual despejamos la altura Y:

$$y = h_{canal} - a - h_{arena}$$

Donde "a" es la altura de agua residual que pasa por encima de la cresta del vertedero. Se recomienda valores entre 2.5 cm a 10 cm (0.025m a 0.10m) para l\u00edquidos cloacales.

La altura  $h_{arena}$ , es la altura del sedimento al final del desarenador. Asumiendo:

$a = 0.025$  m y  $h_{arena} = 0.10$  m, entonces:

$$y = 0.30 - 0.025 - 0.10 = 0.18 \text{ m}$$

La ecuaci\u00f3n que rige a este tipo de vertedero es:

$$W_s = \frac{Q_{vertedero}}{2\sqrt{2ag} \left( y + \frac{2}{3}a \right)}$$

Donde  $Q_{vertedero}$  es determinado por la siguiente expresi\u00f3n:

$$Q_{vertedero} = 1.84BH^{2/3} = 1.84 \times 0.40 \times 0.30^{2/3} = 0.33 \text{ m}^2/s$$

El ancho de la abertura en la base del vertedero es  $b=2W_s$ , luego, reemplazando datos:

$$W_s = \frac{0.33}{2\sqrt{2} \times 0.025 \times 9.81 \left(0.10 + \frac{2}{3} \times 0.025\right)} = 0.04 \text{ m}$$

Por consiguiente:  $b = 2W_s = 0.04 \times 2 = 0.08 \text{ m} = 8.00 \text{ cm}$

Se determina la forma de las paredes del vertedero con:

$$x = b \times \left(1 - \frac{2}{\pi} \times \arctg \sqrt{\frac{y}{a}}\right)$$

Con lo cual se obtienen las coordenadas para su construcción:

**Tabla 32**

*Coordenadas para su construcción*

X(m)	Y (m)
0.080	0.00
0.029	0.06
0.024	0.10
0.020	0.15
0.017	0.20
0.016	0.25
0.014	0.30
0.013	0.35
0.012	0.40
0.012	0.45
0.011	0.50
0.011	0.55
0.010	0.60
0.010	0.65
0.010	0.70
0.009	0.75

Fuente: elaboración propia

**Diseño del Tanque Imhoff:**

Con el procedimiento indicado se ha utilizado una hoja de cálculo en

Excel

**Tabla 33***Cálculos hidráulicos del tanque Imhoff*

<b>DISEÑO TANQUE IMHOFF</b>		
<b>A Parámetros de Diseño</b>		
a.01	Población actual	= 1,463 Hab.
a.02	Tasa de crecimiento (%)	= 0.00%
a.03	Período de diseño(años)	= 22 años
a.04	Población futura	= 1,463 Hab.
a.05	Dotación de agua, l/(habxdía)	= 80 l/hab/día
a.06	% de contribución al alcantarillado	= 0.80%
a.07	Altitud promedio, msnm	= 3396 m.s.n.m.
a.08	Temperatura mes más frío, en °C	= 10°C
a.09	carga superficial (Cs)	= 1.00 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> xh)
a.10	Periodo de retención hidráulica "R"	= 1.50 horas (recomendado de 1.5 a 2.5 horas)
a.11	Borde Libre (mínimo recomendado 0.30 m)	= 0.30 m
a.12	Volumen de digestión, l/hab a 15°C	= 102 l/hab
a.13	Relación L/B (teórico)	= 5.1 (recomendado mayor a 3)
a.14	Espaciamiento libre de la pared del digestor al sedimentador	1.50 m (mínimo = 1.00 M)
a.15	Angulo en el fondo del sedimentador	= 50° = 0.827 rad (recomendado entre 50° -60°)
	Distancia del fondo del sedimentador a la altura máxima de lodos (zona neutra) se recomienda como	
a.16	mínimo 0.50 m	= 0.50 m
a.17	Factor de capacidad relativa a 20°C	= 1.4 (según la tabla)
a.18	Espesor de muros del sedimentador	= 0.25 m
a.19	Inclinación de tolva en digestor (Recomendado entre 15° y 30°)	= 15° = 0.2618 rad
a.20	Numero de troncos de Pirámide en el largo	= 1 unidad
a.21	Numero de troncos de Pirámide en el ancho	= 1 unidad
a.22	Altura de lodos en digestor (min 1.80 m)	= 1.50 m
<b>B RESULTADOS</b>		
b.01	Caudal de diseño QD	= 94.m <sup>3</sup> /día
b.02	Área del sedimentador	= 3.90 m <sup>2</sup>
b.03	Volumen del sedimentador	= 5.86 m <sup>3</sup>
b.04	Ancho de la zona de sedimentación (B)	= 1.00 m (Debe estar entre 3 a 10)
	L/B = 5.10	
b.05	Prof. De la zona de sedimentación (H)	= 1.50 m
b.06	Altura del fondo del sedimentador	= 0.60 m
b.07	Altura total sedimentador	= 2.40 m
b.08	Volumen de digestión requerido	= 143.47 m <sup>3</sup>
b.09	Ancho tanque Imhoff	= 5.00 m



## **Procedimiento de operación**

Al entrar en funcionamiento, un tanque Imhoff debe cebarse para poner en marcha el proceso de digestión. Esto se hace utilizando lodos digeridos de otro tanque, o a falta de éstos, materia nutritiva, tal como unas cuantas paladas de abono o estiércol. Puede desarrollarse una espuma o nata excesiva, como resultado de condiciones ácidas, teniéndose que usar medios correctores, como adiciones de cal en poca cantidad, a fin de ajustar así el pH hasta el punto neutro. En su funcionamiento normal, un tanque Imhoff debe ser vigilado diariamente, aunque para hacerlo no exija mucho trabajo en su manejo ni muchas herramientas. Al subir los gases para salir por las ventosas, llevan algunos sólidos a la superficie, y pueden formar espuma o nata gruesa flotante. Los gases pueden levantar las masas flotantes aun hasta rebosar las paredes, estorbando así el paso normal de ellos, haciendo que pasen hacia arriba a través de la ranura de las cámaras de sedimentación, se vuelven sépticos, a menos que sean removidos. Sin embargo, pueden prevenirse la mayoría de las dificultades o mal funcionamiento del tanque por medios sencillos. La espuma o nata se dispersa u obliga a bajar por medios de chorros de agua con manguera, y los sólidos de la cámara de sedimentación se obligan a bajar utilizando una cadena pesada, suelta, de rastreo. Hay que conocer el nivel de los lodos de cuando en cuando, para lo cual se usa un palo y placa o una bomba de mano con manguera, para mantener este nivel bajo control, sacando mensualmente los lodos digeridos, o cuando se requiera, para obtener buen resultado. Los lodos se descargan sobre lechos de arena para secarlos.

### **Diseño del lecho de secado de lodos:**

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico para deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta ideal para pequeñas comunidades. Pueden ser construidos de mampostería, de concreto o de tierra (con diques), con profundidad total útil de 50 a 60 cm. El ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m, pero para instalaciones grandes pueden sobrepasar los 10 m. El medio de drenaje es generalmente de 0.30m de espesor y deberá tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 0.15m formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 0.02 a 0.03m llena de arena.

- La arena es el medio filtrante y deberá tener un tamaño efectivo de 0.3 a 1.3mm
- Debajo de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada hasta 0.20m de espesor.
- Carga de sólidos que ingresa al sedimentador C (kg de SS/día).

### **Cálculo de la carga de sólidos: (C)**

Se estima mediante la ecuación:

$$C = 0.0854Q \times SS$$

Dónde:

C = Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (kg de SS/día)

Q = Caudal promedio de aguas residuales ( $Q_{emisor} = 0.0004874 \text{ m}^3/\text{s}$ )

SS = Sólidos en suspensión en el agua residual cruda (kg/l).

Sin embargo, también se puede estimar en función de la población por la contribución per cápita (gr de SS/hab x día) según la siguiente expresión:

$$C = \frac{\text{Población} \times \text{Contribución per cápita}}{1000} (\text{gr. SS/hab} \times \text{día})$$

La norma OS.090 del RNE, especifica que esta contribución per cápita, para comunidades pequeñas, sin sistema de alcantarillado como en este caso, se puede optar por 90 gr. SS/hab x día, obtenida del siguiente cuadro”:

**Tabla 34**

*Aportes per cápita para aguas residuales domésticas*

<b>Parámetros</b>	
-DBO 5 días, 20°C, gr/(hab x día)	50
-Sólidos en suspensión, gr/(hab x día)	90
-NH <sub>3</sub> – N como N, gr/(hab x día)	8
-N Kjealdalh total como N, gr/(hab x día)	12
-fosforo total, gr/(hab x día)	3
-Coliformes fecales, N° de bacterias/(hab x día)	2x10 <sup>11</sup>
-Salmonella Sp., N° de bacterias/(hab x día)	1x10 <sup>8</sup>
-Nermátodos intestinales, N° de bacterias/(hab x día)	4X10 <sup>5</sup>

Fuente: (OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2006)

Luego, en la fórmula anterior:

$$C = \frac{1,464 \text{ hab} \times 90 \text{ gr}/(\text{hab} \times \text{día})}{1000} = 131.76 \text{ kg. SS/hab} \times \text{día}$$

### **Masa de sólidos que conforman los lodos ( $M_{sd}$ )**

Se expresa en kg. SS/día, según la siguiente ecuación:

$$M_{sd} = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C)$$

Donde "C" es la carga de sólidos calculada anteriormente, luego:

$$M_{sd} = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times 131.76) + (0.5 \times 0.3 \times 131.76) = 36.23 \text{ kg. SS/día}$$

### **Volumen diario de lodos digeridos ( $V_{ld}$ ):**

Se determina por:

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\rho_{lodo} \times (\% \text{ de sólidos}/100)}$$

Dónde:

- $M_{sd}$  = Masa de sólidos que conforman los lodos (kg. SS/día)
- $\rho_{lodo}$  = Densidad de los lodos (1.03 a 1.04 kg/l)
- $\% \text{ de sólidos}$  = % de sólidos contenidos en el lodo (8 a 12%)

Asumiendo  $\rho=1.04$  kg/l y  $\% = 12\%$ , en la expresión anterior:

$$V_{ld} = \frac{36.23}{1.04 \times (12\%/100)} = 290.30 \text{ lt/día}$$

### **Rendimiento volumétrico del digester: ( $R_d$ )**

Para este fin usaremos el volumen de lodos del digester calculado para el diseño del tanque Imhoff, 46.79 m<sup>3</sup> y la población de diseño, 1463 hab.

$$R_d = \frac{\text{Volúmen de lodos en el digester}}{\text{Población de diseño}} = \frac{46.79}{1,463} = 0.032 \text{ m}^3/\text{hab}$$

### **Área unitaria del Lecho de Secado requerida, por habitante: ( $A_u$ )**

Este requisito de área debe verificarse para una carga superficial anual de sólidos aplicado al lecho de secado, la cual debe estar entre 120 y 200 kg. SS/m<sup>2</sup> x año, para tratamientos primarios, según la norma OS.090.

Para este caso se asume que el número de aplicaciones ( $N_a$ ) del lecho de secado es de 1 año y la profundidad de aplicación  $H_a$ , varía entre 0.20 a 0.40 m". Luego, asumiendo una profundidad de 0.40 m, obtenemos:

$$A_u = \frac{R_d}{N_a \times H_a} = \frac{0.032}{1 \times 0.40} = 0.08 \text{ m}^2/\text{hab}$$

### Área mínima del Lecho de Secado: ( $A_{LS}$ )

$$A_{LS} = A_u \times \text{Población de diseño} = 0.0533 \times 1,975 = 105.27 \text{ m}^2$$

### Verificando la carga superficial anual de sólidos: ( $C_{sa}$ )

Esta carga debe estar comprendida en el cuadro siguiente:

**Tabla 35**

*Requisitos de área según el tipo de tratamiento para lechos de secado.*

Tipo de lodo digerido	Kg.SS/m <sup>2</sup> año
Primario	120-200
Primario y filtro percoladores	100-160
Primario y lodos activados	60-100
Zanjas de oxidación	110-200

Fuente: (OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2006)

Para un tratamiento primario, la carga superficial anual debe estar entre 120 a 200 kg. SS/m<sup>2</sup> x año”, luego calculamos la carga para verificar que el área unitaria del lecho de secado requerida por habitante es la correcta:

$$C_{SA} = \frac{M_{sd} \times 365}{A_{LS}} = \frac{36.23 \times 365}{117.12} = 112.91 \text{ kg.SS/m}^2 \times \text{año}$$

### Dimensiones del lecho de secado:

El ancho esta generalmente entre 3 y 6 m, pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m. Luego, asumiendo un ancho  $A = 10.00$  m, se obtiene:

$$L = \frac{A_{LS}}{A} = \frac{117.12}{10.00} = 11.71 \text{ m} \approx 12.00 \text{ m}$$

Finalmente se asume:

- $A = 10.00$  m
- $L = 12.00$  m
- $H_a = 0.40$  m

El detalle del lecho de secado se muestra en los planos que se adjuntan en los anexos.

#### 5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según la evaluación que se realizó en campo, el 60% de los lotes cuentan con letrinas artesanales, sin embargo, estas fueron construidas sin dirección técnica. La antigüedad de la mayoría es de 10 a 12 años y no tienen mantenimiento regular. Algunos han sido clausurados y han sido reemplazados por nuevas letrinas, siempre sin dirección técnica. Por tal razón en el ambiente se percibe una fetidez característica de zonas con este tipo de sistema. El resto de la viviendas o lotes que no tienen letrinas son de familias de muy bajos recursos y que casi todo el día permanecen fuera de sus viviendas porque trabajan en el campo pastoreando o en actividades agrícolas, en consecuencia, hacen sus necesidades al aire libre, en la periferia de sus respectivas zonas de trabajo.

Evidentemente esto es lo que genera vectores que pueden transmitir infecciones o generar enfermedades diarreicas agudas. Por eso se hace necesario contar con una red de recolección de aguas residuales (alcantarillado) debido también al aumento de la población del lugar. Como se apreció en la descripción del problema, donde se expresa que una de las causas de consulta externa en el Centro Poblado es la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), la cual representa el 3.8% de todos los casos registrados, siendo la cuarta causa de morbilidad general en la Región Lima.

En cuanto al aspecto topográfico del lugar, no habrá inconveniente en el trazo de la red, ya que la zona urbana se concentra alrededor de su plaza de armas, con pendientes manejables y la distribución de las manzanas es regular, no existiendo problemas de dispersión.

##### **Obras propuestas**

Con el uso del modelo numérico **SewerCAD V8i**, se ha podido simular el funcionamiento de la red en condiciones dinámicas, considerando los diámetros mínimos reglamentarios y la distribución de buzones de inspección según lo establece la norma de diseño OS.070 del RNE, estableciéndose las siguientes obras:

- Red de alcantarillado: 1,858.14 m de tubería de polivinilo de cloruro (PVC) de 110 mm serie 25 NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible, incluye 52 buzones de concreto simple  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , de 1.20 m de diámetro, de altura H variable y losa superior con tapa de concreto armado de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Tubería emisora: 439.45 m de tubería de polivinilo de cloruro (PVC) de 110 mm NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible

incluye 13 buzones 52 buzones de concreto simple  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , de 1.20 m de diámetro, de altura H variable y losa superior con tapa de concreto armado de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

- 223 conexiones domiciliarias compuestas de caja y tapa de registro de concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ , de 0.75 x 45m, tubo de descarga de PVC ISO DN 110mm, cachimba de PVC 110mm.

Los planos de planta y perfil obtenidos luego de la modelación se muestran en los anexos que se indican:

- UL-01 Plano de ubicación y localización.
- CD-01 Conexiones domiciliarias de desagüe.
- RC-01 Red de colectores.
- PLC-01 Y PLC-02 Perfiles longitudinales – alcantarillado
- DFC-01 Diagrama de flujo - red de alcantarillado.
- EM-01 Plano emisor.
- PLE-01 Perfiles longitudinales – Emisor.
- DFE-01 Diagrama de flujo emisor.
- TH-01 Tanque Imhoff.
- LS-01, LS-02 y LS-03 Detalle de lecho de secado planta de tratamiento.

### **Análisis de la planta de tratamiento de aguas residuales**

Previo al levantamiento topográfico, se realizó una inspección de campo para evaluar posibles emplazamientos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Según la pendiente y la lejanía conforme lo establece la norma OS0.90 se determinó que la mejor ubicación se encuentra al oeste del centro poblado. Una vez evaluado el lugar se procedió a realizar los trabajos de campo.

Del análisis de crecimiento poblacional se determinó que la mejor alternativa para una planta de tratamiento es la del Tanque Imhoff por las ventajas que ofrece y por su facilidad de operación.

Del análisis del tipo de tratamiento se determina que dicha planta debe contar con tratamiento primario.

## Obras propuestas

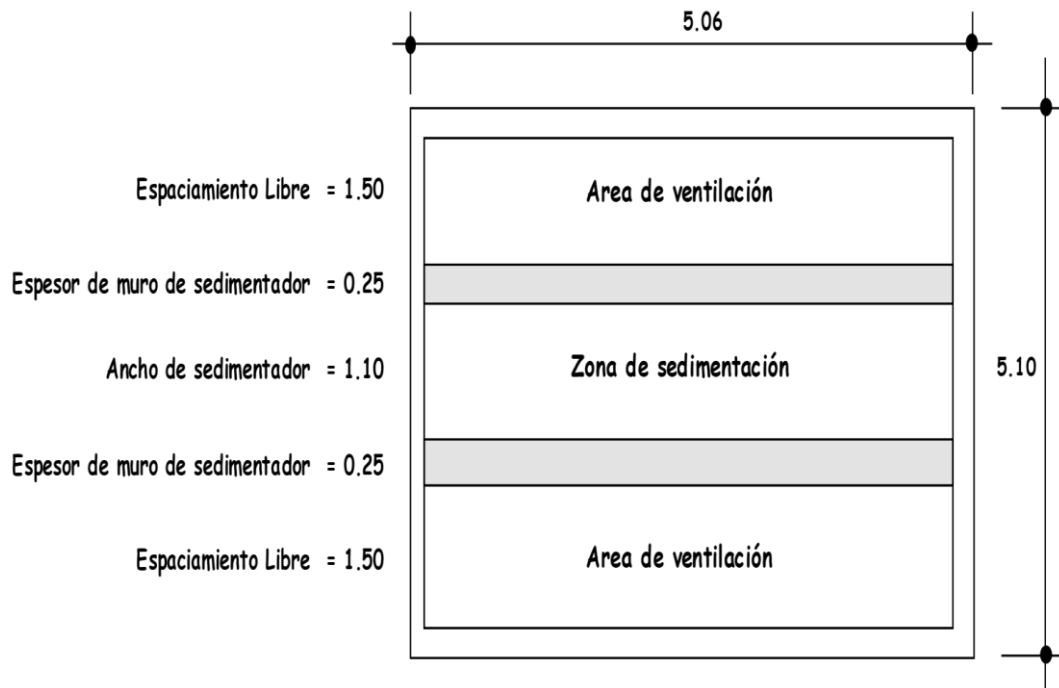
Según los requerimientos para este tipo de planta se propone las siguientes obras hidráulicas:

- Cámara de rejas.
- Tanque Imhoff
- Filtros, canaleta de distribución y recolección y Buzoneta
- Lecho de secado
- Cerco de protección.

Del análisis hidráulico se establece, como consecuencia, que las dimensiones de la planta de tratamiento son:

### Figura 44.

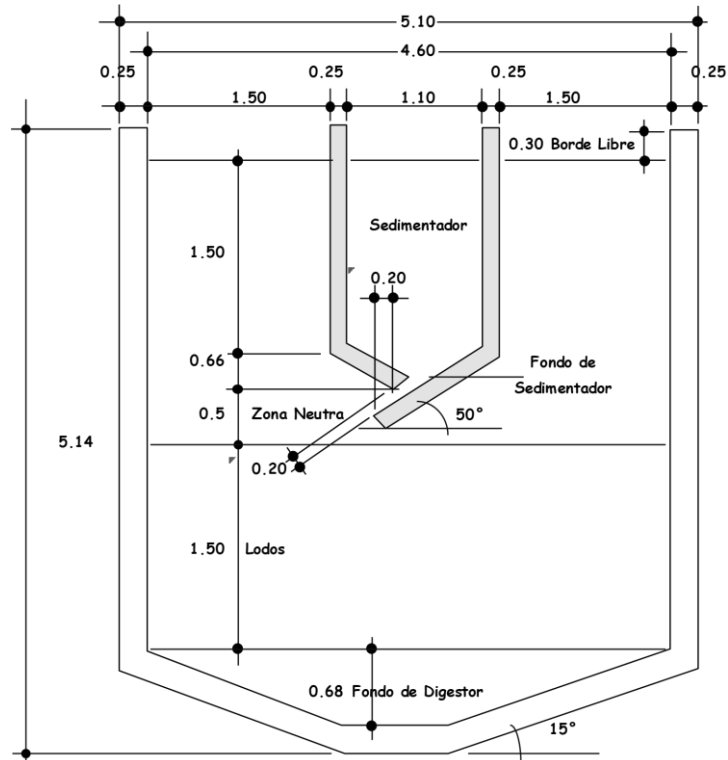
*Dimensiones en planta*



Fuente: elaboración propia

**Figura 45.**

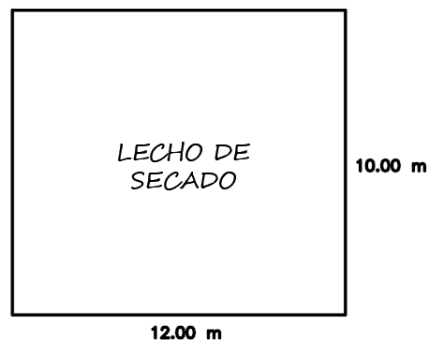
*Dimensiones en elevación y perfil*



Fuente: elaboración propia

**Figura 46.**

*Dimensiones del lecho de secado*



Fuente: elaboración propia

En los anexos se presenta los planos de planta, elevación y detalles de las obras propuestas.

## CAPÍTULO VI

### COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 6.1. Contrastación de hipótesis específicas

##### **Hipótesis específica n°1**

Del análisis de los datos existentes que son relevantes para el diseño como la forma de tratar los residuos generados por los pobladores; de la población de diseño; de la configuración topográfica de la zona de trabajo y de los datos sobre la incidencia de enfermedades relacionadas por la falta del servicio, se establece que un sistema de redes colectoras que conduzcan las aguas residuales hacia una planta de tratamiento es la mejor alternativa que influirá positivamente en la calidad de vida del centro poblado Colonia.

Por lo tanto, se puede afirmar que la hipótesis específica: *“El Análisis para el diseño influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, del distrito de Colonia, provincia de Yauyos, departamento de Lima.”* es aceptable y queda contrastada para la actual situación analizada.

##### **Hipótesis específica N°2**

Habiendo establecido la alternativa de solución en el análisis previo para la hipótesis específica 1, se ha procedido con el análisis de los parámetros hidráulicos para el diseño integral del saneamiento básico, los cuales se han validado respecto a los rangos establecidos por las normas de diseño que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2006) y mediante la modelación hidráulico se han obtenido los diámetros óptimos de la red de alcantarillado y finalmente las dimensiones de los elementos que componen la planta de tratamiento elegida.

Por tanto, la hipótesis específica N°2: *“El diseño integral del saneamiento básico influye en la calidad de vida del C.P. Colonia, del distrito de Colonia, provincia de Yauyos, departamento de Lima”* se confirma ya que una vez ejecutadas y puesto en funcionamiento las obras planteadas, incidirán sobre la calidad de vida de sus pobladores ya que según la Organización Mundial de la Salud, *“Se ha probado que la mejora del saneamiento tiene efectos positivos significativos en la salud tanto en el ámbito de los hogares como el de las comunidades.”*(OMS, 2019) y además en el reporte *“Relación del agua, el Saneamiento y la Higiene con la Salud”*. Agua, Saneamiento y Salud (ASS) de la OMS, se indica: (Organización Mundial de la Salud, 2004) *“La mejora del*

*saneamiento reduce la morbilidad por diarrea en un 32%.”. Quedando confirmada esta hipótesis.*

## **6.2. Contrastación de hipótesis principal**

Consecuentemente, de las verificaciones de las hipótesis específicas, las cuales suman a la hipótesis general, se verifica la influencia sobre la calidad de vida, puesto que la evaluación para el diseño y la evaluación hidráulica proporcionan los parámetros fundamentales que han permitido conocer y plantear soluciones para alcanzar la meta establecida.

.

## CONCLUSIONES

Con los resultados de esta investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- En referencia al primer objetivo específico, el análisis preliminar de la situación actual del servicio de eliminación de aguas residuales y su relación con la situación de salud del C.P. Colonia ha determinado que la mejor alternativa para resolver la situación problemática es utilizar un sistema de recolección de desagües mediante redes, con una planta de tratamiento tipo Imhoff adecuado para una población de 1463 habitantes.
- En referencia al segundo objetivo específico, para el diseño integral del saneamiento básico, el análisis hidráulico determinó un caudal diseño de 2.18 l/s. Siendo necesario instalar 1858.14 m de tuberías PVC NTP ISO 4435 de 110 mm de red colectora con 52 cámaras de inspección de concreto, 223 conexiones domiciliarias y 439.45m de tubería PVC NTP ISO 4435 para el emisor. La ubicación de la planta de tratamiento se propone a 550 m al Oeste del C.P aproximadamente, sobre un área disponible y adecuada para su instalación y donde los vientos corren de norte a sur.
- En cuanto a la hipótesis principal, ésta se ha comprobado positivamente en referencia a la incidencia del sistema integral del saneamiento básico sobre la calidad de vida de los pobladores del C.P. Colonia, respaldada con las tendencias que afirma la OMS, e indicadas en la contrastación de la hipótesis específica No.02.
- La posibilidad de modelar varios escenarios, se consiguió con el uso de software SewerCAD V8i que permitió optimizar la red.
- Una vez construida la obra es necesario implementar capacitación de personal técnico para el mantenimiento del sistema integral de saneamiento básico y campañas de orientación a la población para el correcto uso del servicio.

## **RECOMENDACIONES**

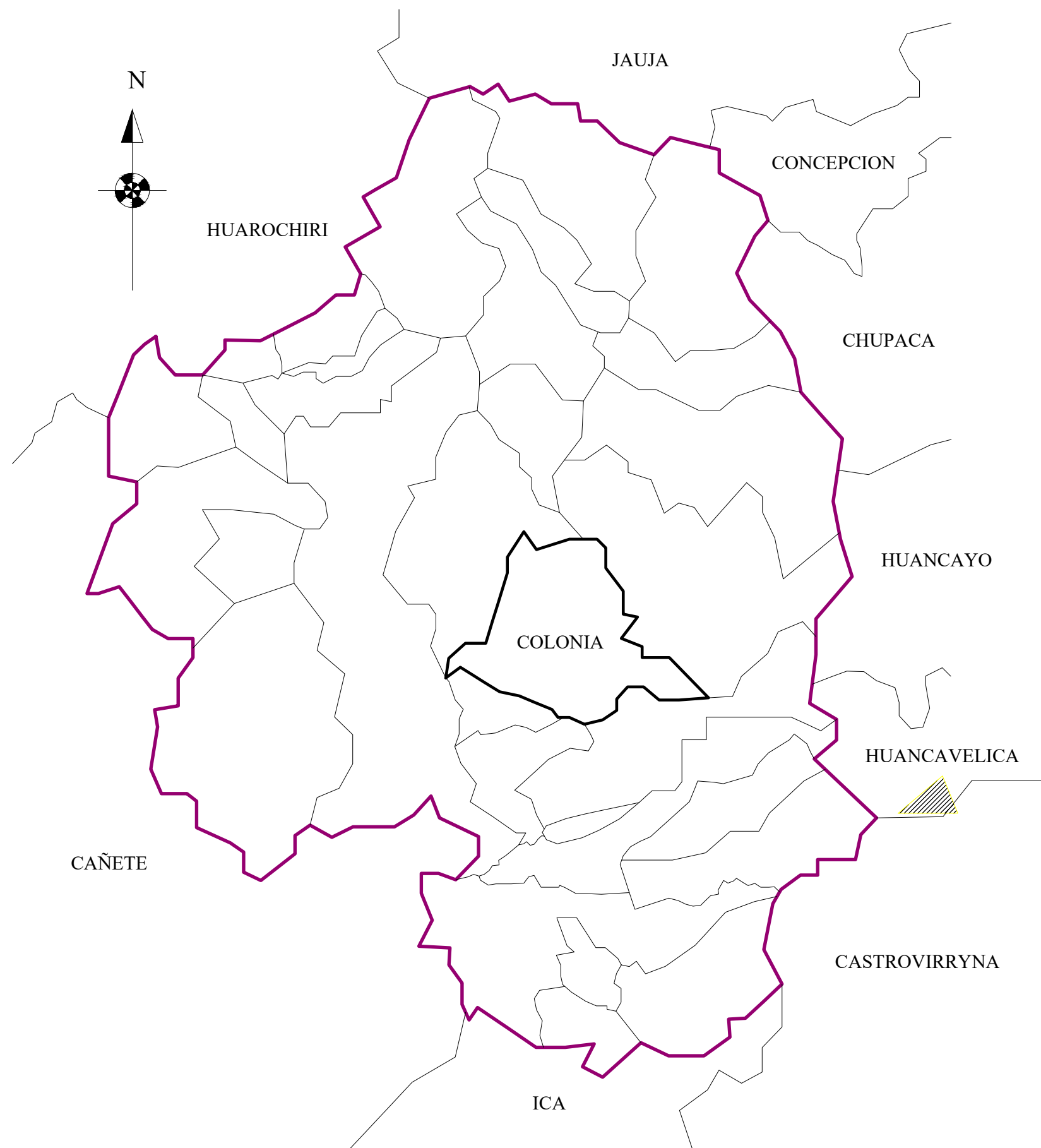
Se recomienda:

- A las autoridades locales realizar la gestión necesaria para que se complemente el Expediente Técnico para complementar lo propuesto en esta investigación.
- Realizar las gestiones para la ejecución de obra dentro del plazo de inversión propuesto.
- Implementar capacitación de personal técnico y la población para el correcto uso del servicio.
- Desarrollar investigaciones similares aplicando SewerCAD V8i en la modelación de los sistemas de alcantarillado.

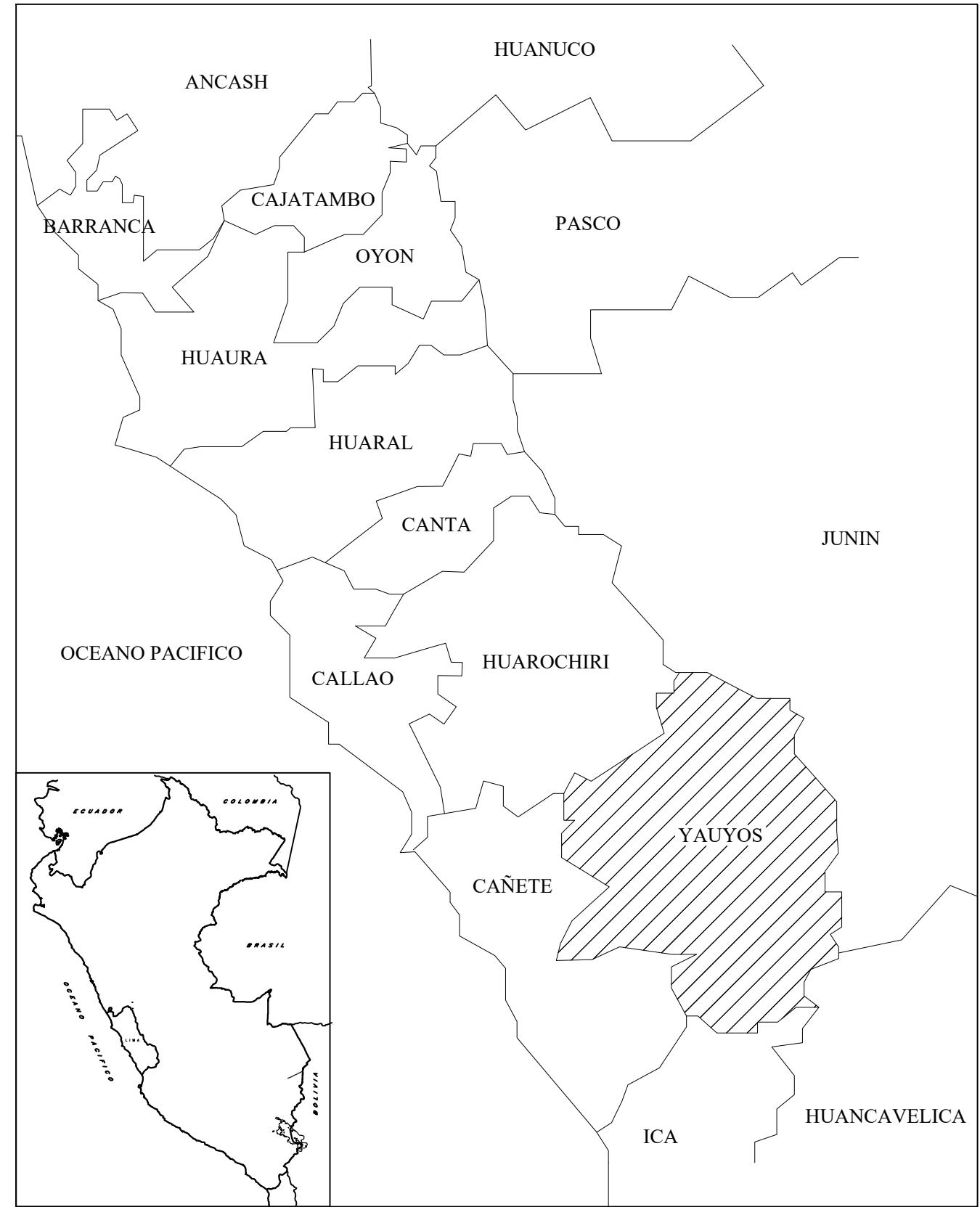
## FUENTES DE INFORMACIÓN

- CÓRDOVA, C. (2018). Tesis de titulación: “*Diseño de la red de alcantarillado del barrio Centro Poblado Pasoancho Situado en el municipio de Zipaquirá*”. Universidad Católica De Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Pp. 10. Bogotá.
- MENDOZA, A. (2018). Tesis de titulación: “*Diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado mediante sistema condominial para mejoramiento de calidad de vida, Asociación Las Vegas Carabayllo, Lima, 2018*”. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil. Pp. 130. Lima.
- MANCILLA, J (2018). Tesis de titulación: “*Aplicación del modelo numérico SewerGEMS para el diseño hidráulico del sistema integral de desagüe en beneficio del centro poblado Mirmaca, distrito de Pausa, Paucar Del Sara Sara, Ayacucho*”. Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Facultad de Ingeniería Civil. Ica-Perú.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2006. “*Reglamento Nacional de Edificaciones*”. Normas legales de fecha 11 de junio del 2006. El peruano. 434 pág.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). CEPIS. (2005). “*Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*”. 73 pág.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). CEPIS. (2005a). “*Guía para diseño de Desarenadores y Sedimentadores*”. 72 pág.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). CEPIS. (2005b). “*Guía para diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y lagunas de Estabilización*”. 40 pág.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (ANA 2010). DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES. “*Manual: Criterios de diseños de obras Hidráulicas para la formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de afianzamiento Hídrico*”. 356 pág.
- León, M. J. F. A. (2000). “*Hidráulica de las conducciones libres*” (pp. 87-98, 194-278, 411-439, 674-676). Tomos I y II. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
- RIVAS, G. “*Tratamiento de aguas residuales*”. 2º Edición. Ediciones Vega. Caracas-Venezuela, (1978).

# **ANEXOS**



# PROVINCIA DE YAUYOS



**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Tesis:  
**"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"**

**PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION**

 <small>BACHILLER:</small> <b>BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY</b>	<small>FECHA:</small> JULIO - 2019	<small>REGIÓN:</small> LIMA	<small>PROV:</small> YAUYOS	 <small>LAMINA:</small> <b>UL-01</b>
	<small>ESCALA:</small> S/E	<small>DPTO:</small> LIMA	<small>DIST:</small> COLONIA	

Figura 47: Plano de ubicación y localización UL-01 Fuente: Elaboración Propia Pagina 116



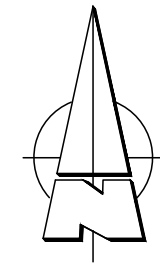
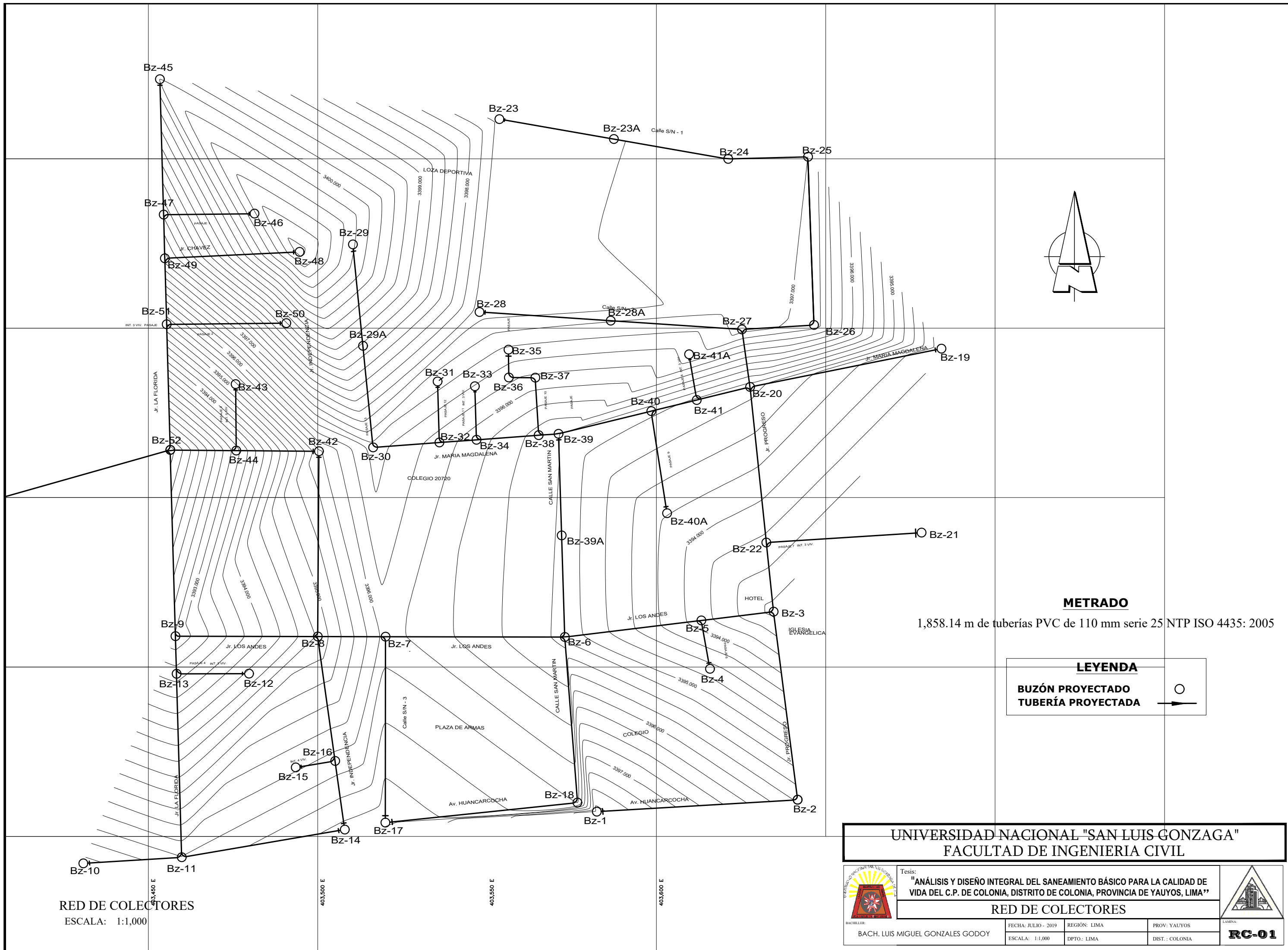
**METRADO**  
**CONEXIONES DOMICILIARIAS = 223 und**

**LEYENDA**

- BUZÓN PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA
- CONEXIÓN DOMIC. PROYECTADA

**CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGUE**  
 ESCALA: 1:1,000

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
 Proyecto: <b>"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"</b> <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGUE</b>	FECHA: JULIO - 2019	REGIÓN: LIMA	PROV: YAUYOS
	ESCALA: 1/750	DPTO.: LIMA	DIST.: COLONIA
BACHILLER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	 <b>CD-01</b>		



**METRADO**

1,858.14 m de tuberías PVC de 110 mm serie 25 NTP ISO 4435: 2005

**LEYENDA**

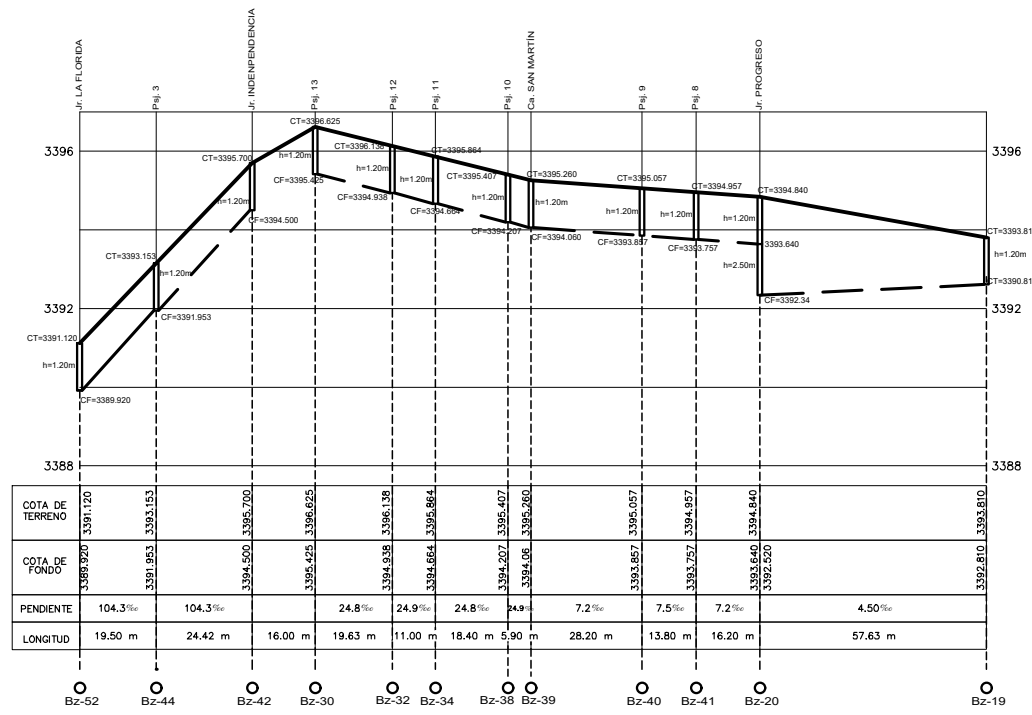
- BUZÓN PROYECTADO** ○
- TUBERÍA PROYECTADA** —→

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

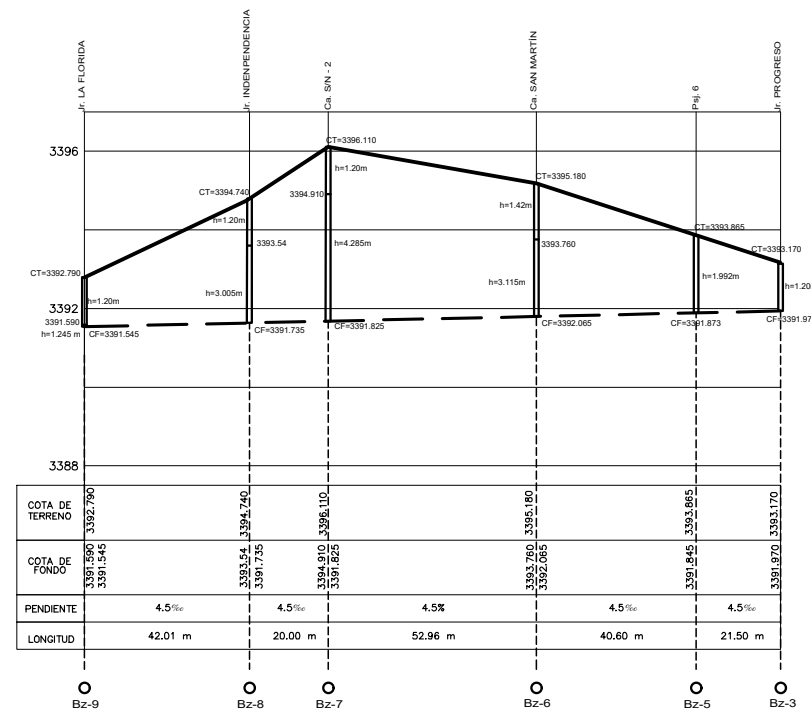
	Tesis: <b>"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"</b>			
	<b>RED DE COLECTORES</b>			
BACHILLER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	FECHA: JULIO - 2019 ESCALA: 1:1,000	REGIÓN: LIMA DPTO.: LIMA	PROV: YAUYOS DIST.: COLONIA	LÁMINA: <b>RC-01</b>

RED DE COLECTORES  
ESCALA: 1:1,000

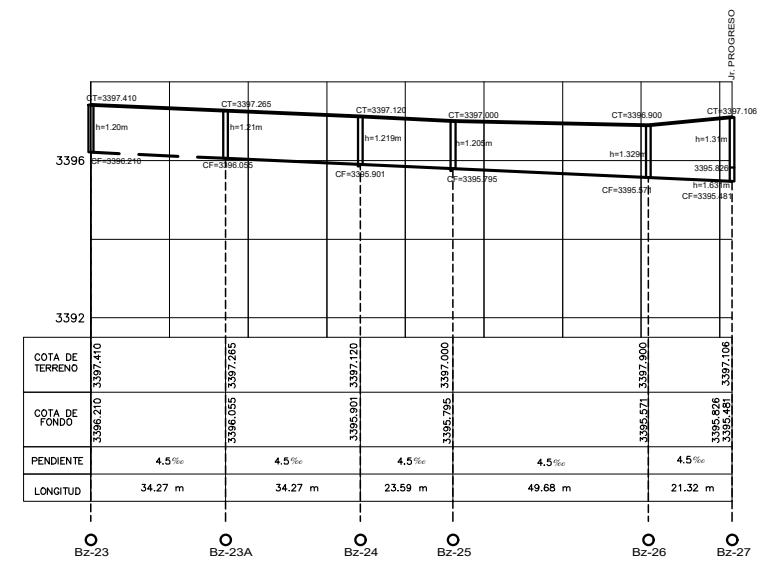
Jr. MARIA MAGDALENA



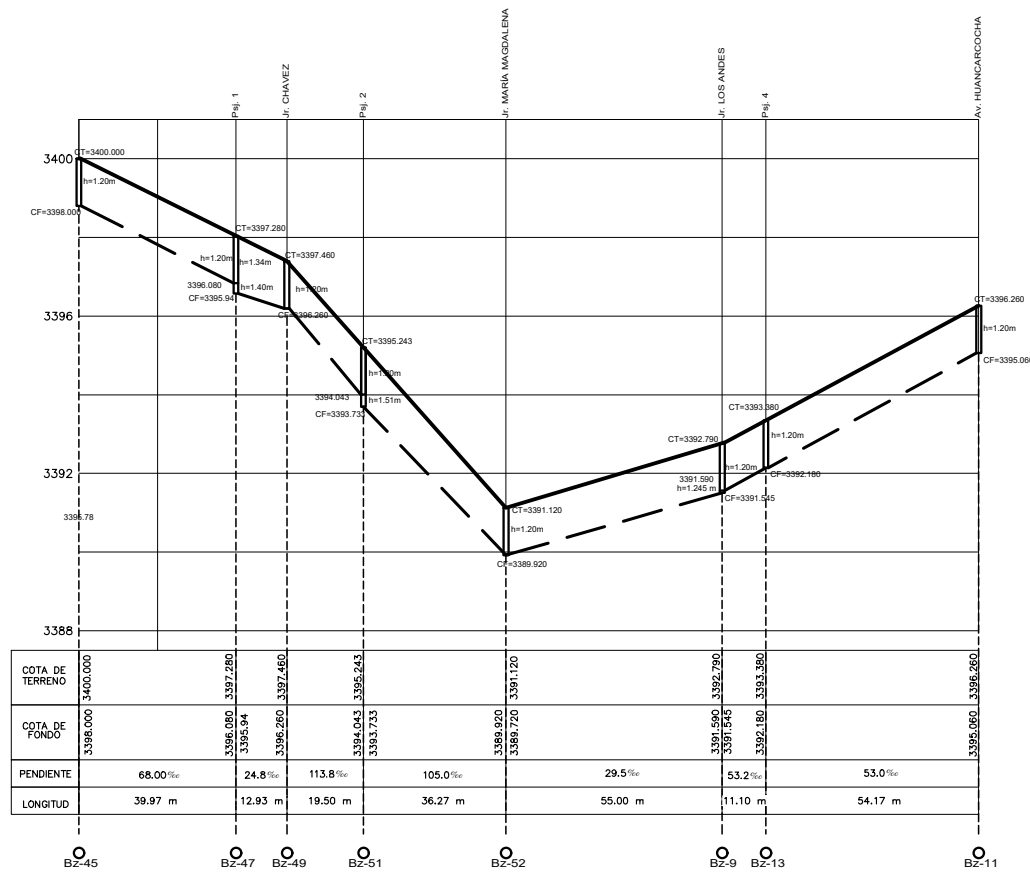
Jr. LOS ANDES



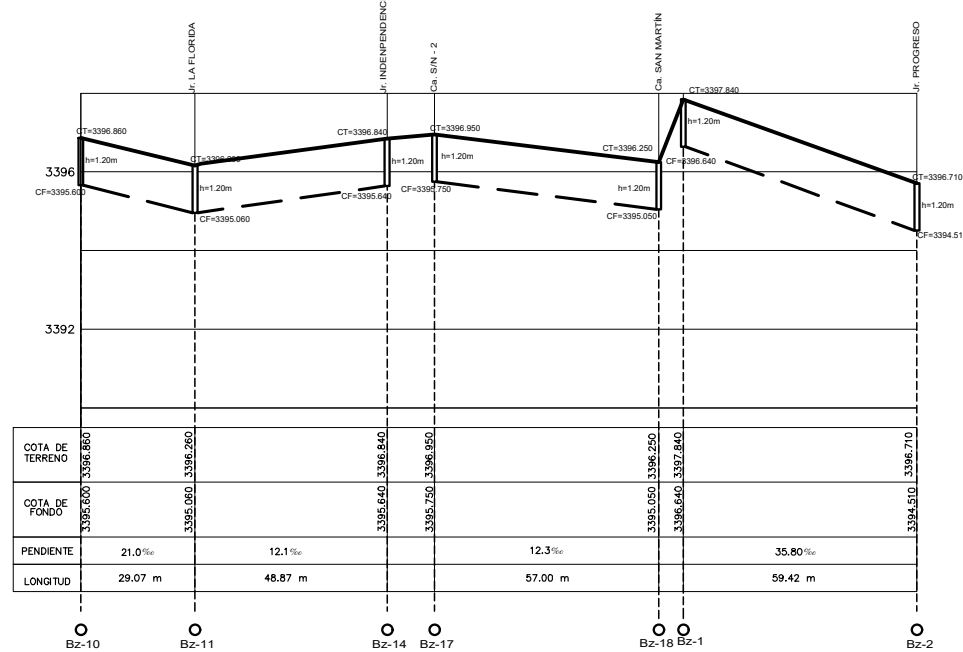
Ca. S/N - 1



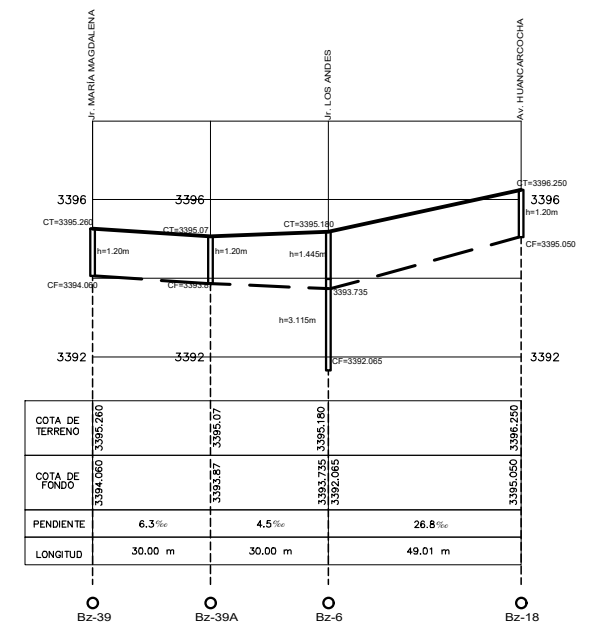
Jr. LA FLORIDA



Av. HUANCARCOCHA



Ca. SAN MARTIN



**LEYENDA**

PERFIL DE TERRENO ———

TUBERÍA PROYECTADA - - - -

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:  
"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYS, LIMA"

PERFILES LONGITUDINALES - COLECTORES

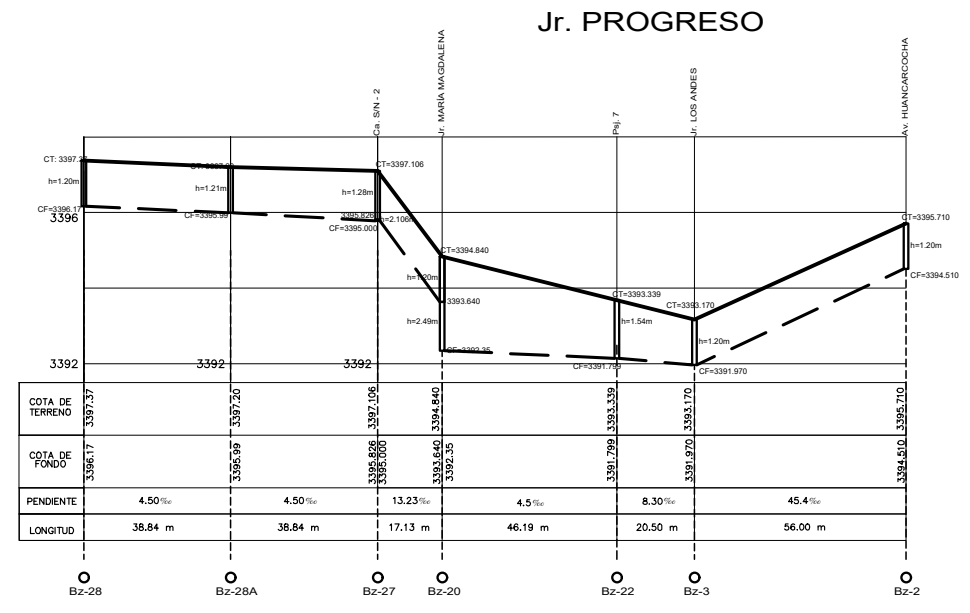
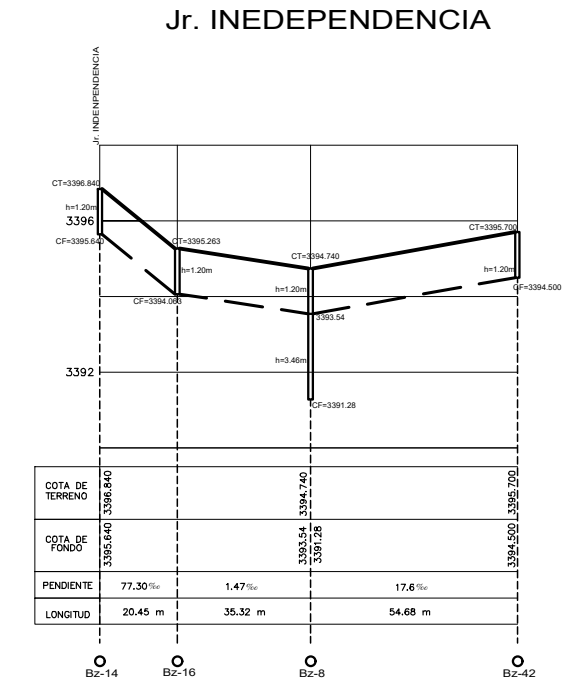
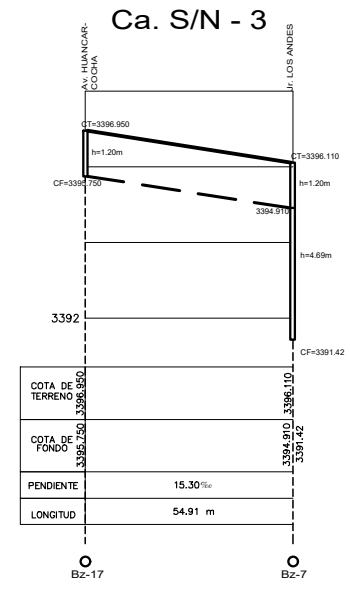
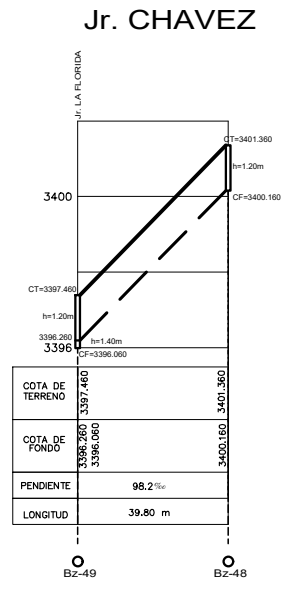
BACHILLER:  
BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY

FECHA: JULIO - 2019  
ESCALA: 1/2000

REGIÓN: LIMA  
DPTO.: LIMA

PROV: YAUYS  
DIST.: COLONIA

LAMINA:  
**PLC-01**



### LEYENDA

**PERFIL DE TERRENO** ———  
**TUBERÍA PROYECTADA** - - -

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: "ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"  
**PERFILES LONGITUDINALES - COLECTORES**

BACHILLER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	FECHA: JULIO - 2019 ESCALA: 1/1000	REGIÓN: LIMA DPTO.: LIMA	PROV: YAUYOS DIST.: COLONIA	LAMINA: <b>PLC-02</b>
--	---------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	--------------------------

Figura 51: Perfiles longitudinales – alcantarillado PLC-02 Fuente: Elaboración Propia Pagina: 120

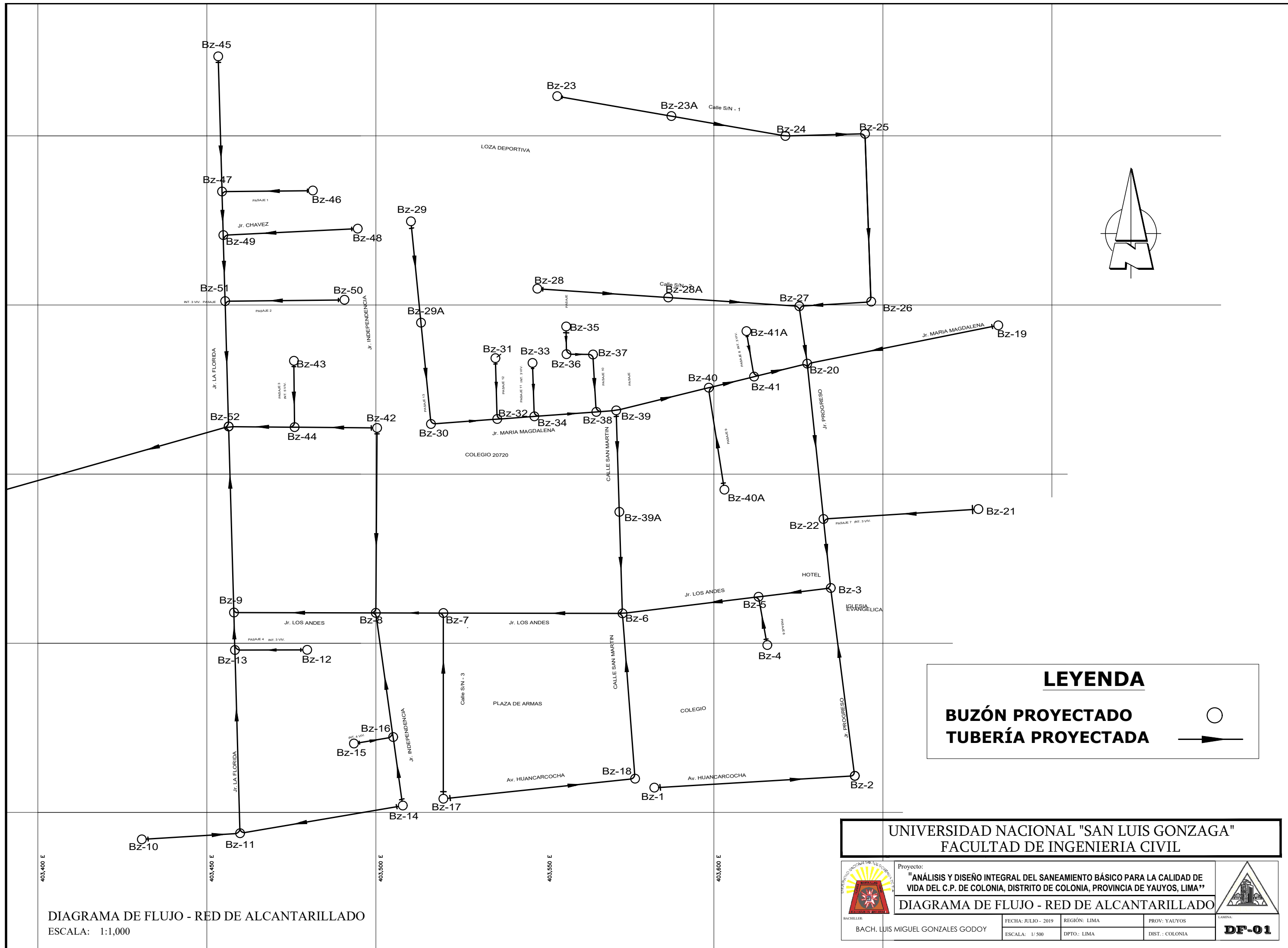
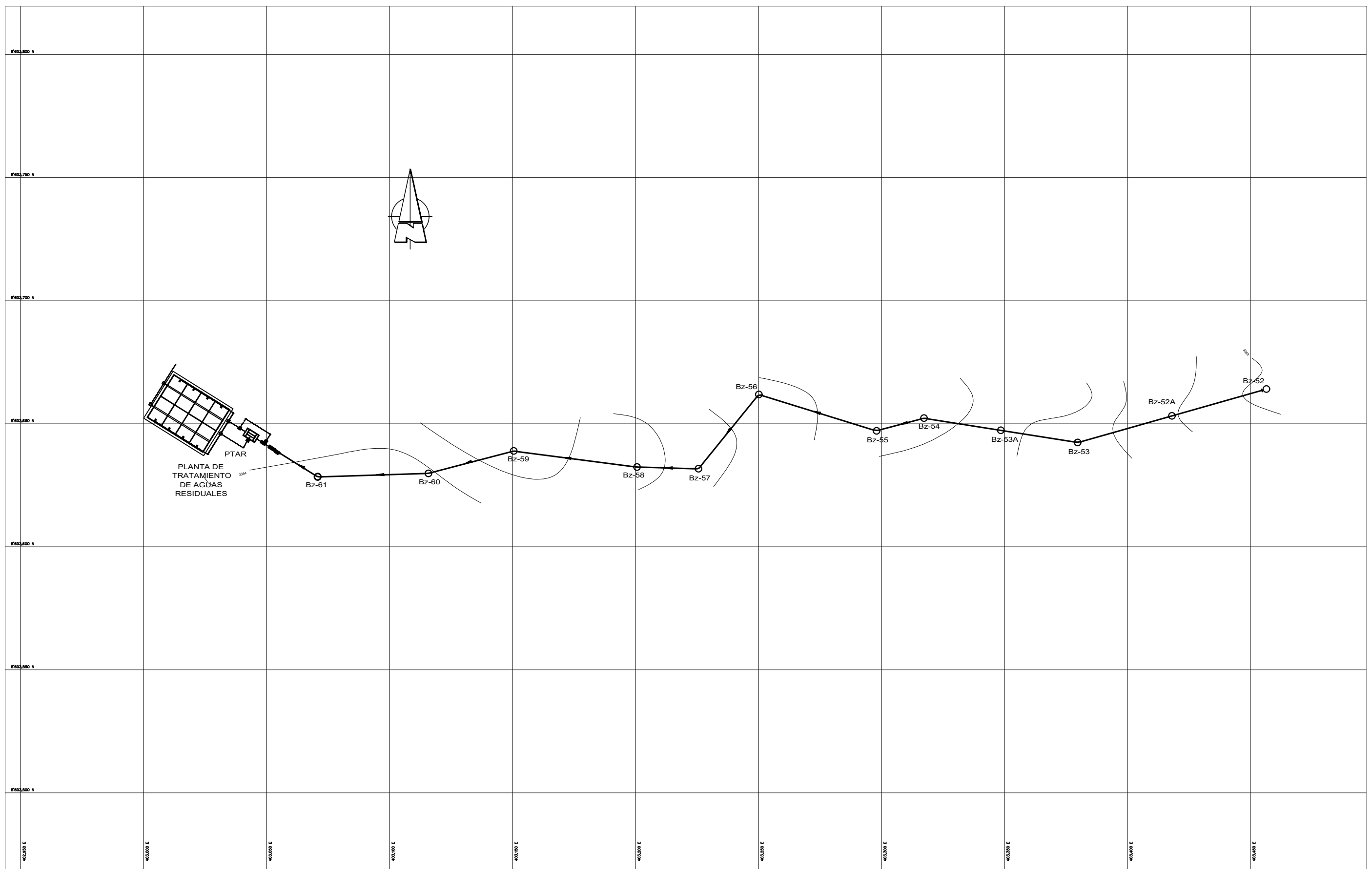


DIAGRAMA DE FLUJO - RED DE ALCANTARILLADO  
 ESCALA: 1:1,000

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>			
 BACHILLER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	Proyecto: <b>"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"</b>		 LAMINA: <b>DF-01</b>
	FECHA: JULIO - 2019 ESCALA: 1/500	REGIÓN: LIMA DPTO.: LIMA	



# PLANO EMISOR

ESCALA: 1/1,500

## METRADO

439.45m de tubería PVC NTP ISO 4435

**LEYENDA**

BUZÓN PROYECTADO ○

TUBERÍA PROYECTADA →

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Proyecto:  
"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"



## PLANO EMISOR

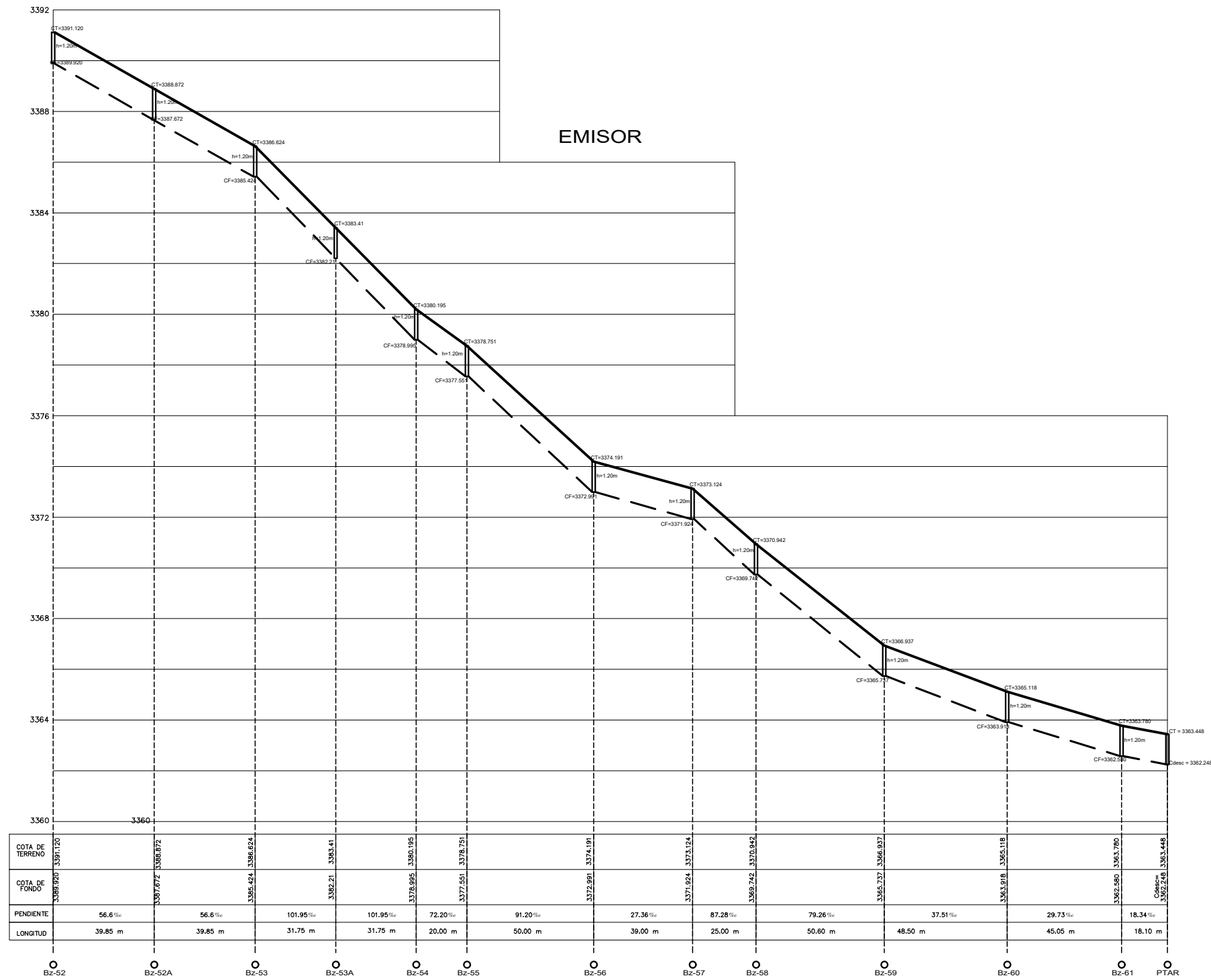
BACHILLER:  
BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY

FECHA: JULIO - 2019  
ESCALA: 1/1,500

REGIÓN: LIMA  
DPTO.: LIMA

PROV: YAUYOS  
DIST.: COLONIA

LAMINA:  
**EM-01**



**LEYENDA**

**PERFIL DE TERRENO** ———

**TUBERÍA PROYECTADA** - - -

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

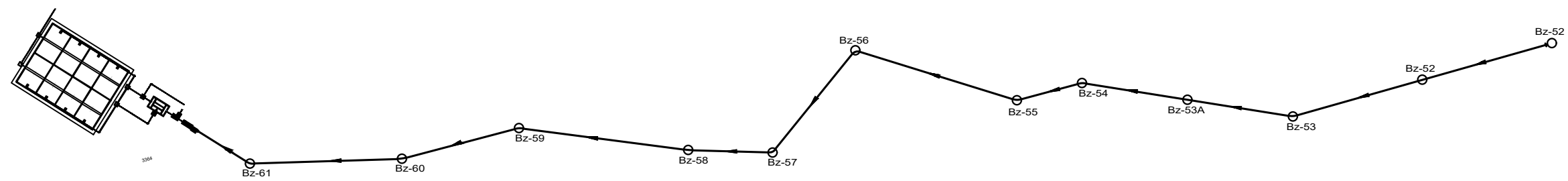
Proyecto:  
**"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"**

**PERFILES LONGITUDINALES - EMISOR**

BACHILLER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	FECHA: JULIO - 2019 ESCALA: 1/1000	REGIÓN: LIMA DPTO.: LIMA	PROV.: YAUYOS DIST.: COLONIA
--	---------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------

**PLE-02**

Figura 54: Perfiles longitudinales – Emisor PLE-01 Fuente: Elaboración Propia Pagina: 123



## DIAGRAMA DE FLUJO - EMISOR

ESCALA: 1/ 1,500

**METRADO**  
439.45m de tubería PVC NTP ISO 4435



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Proyecto:  
"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"

DIAGRAMA DE FLUJO - EMISOR

BACHILLER:

BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY

FECHA: JULIO - 2019

ESCALA: 1/ 1,500

REGIÓN: LIMA

DPTO.: LIMA

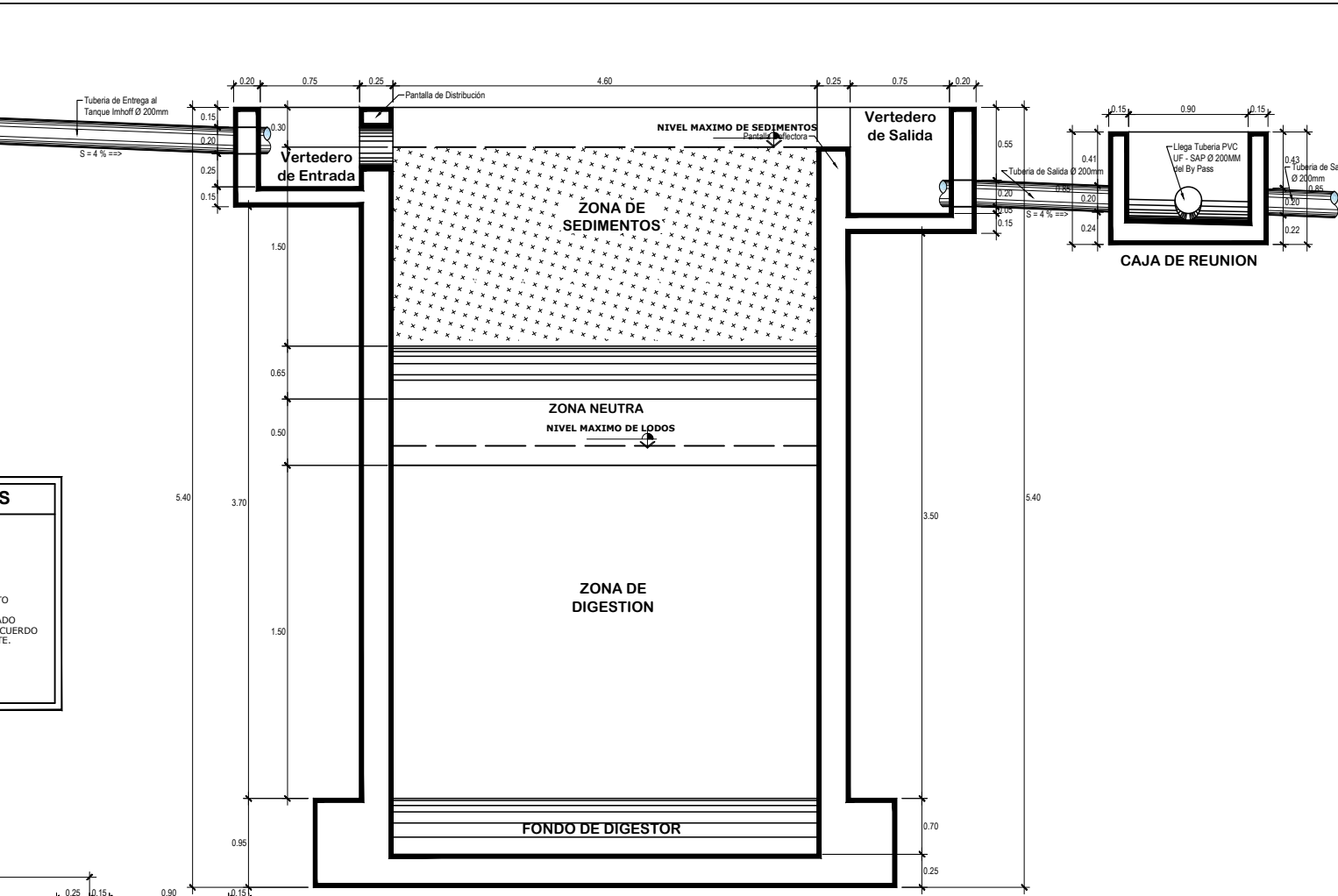
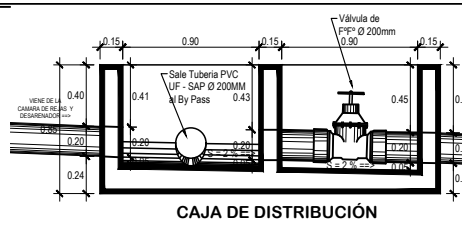
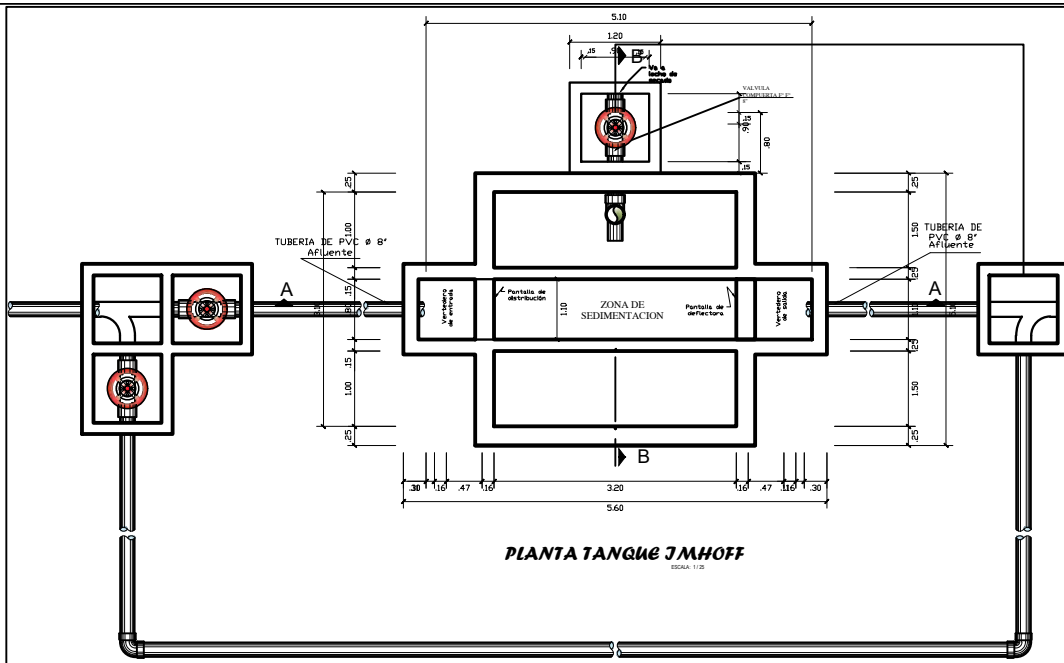
PROV: YAUYOS

DIST.: COLONIA

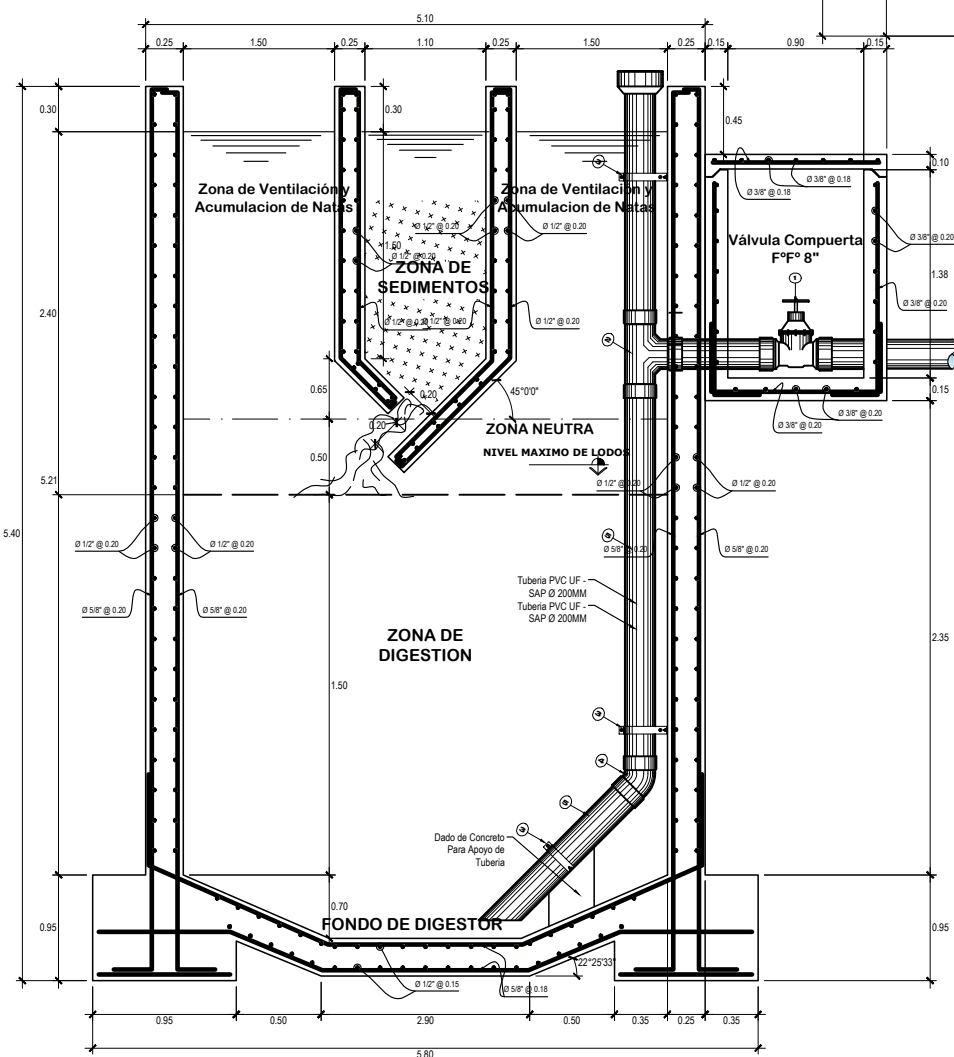
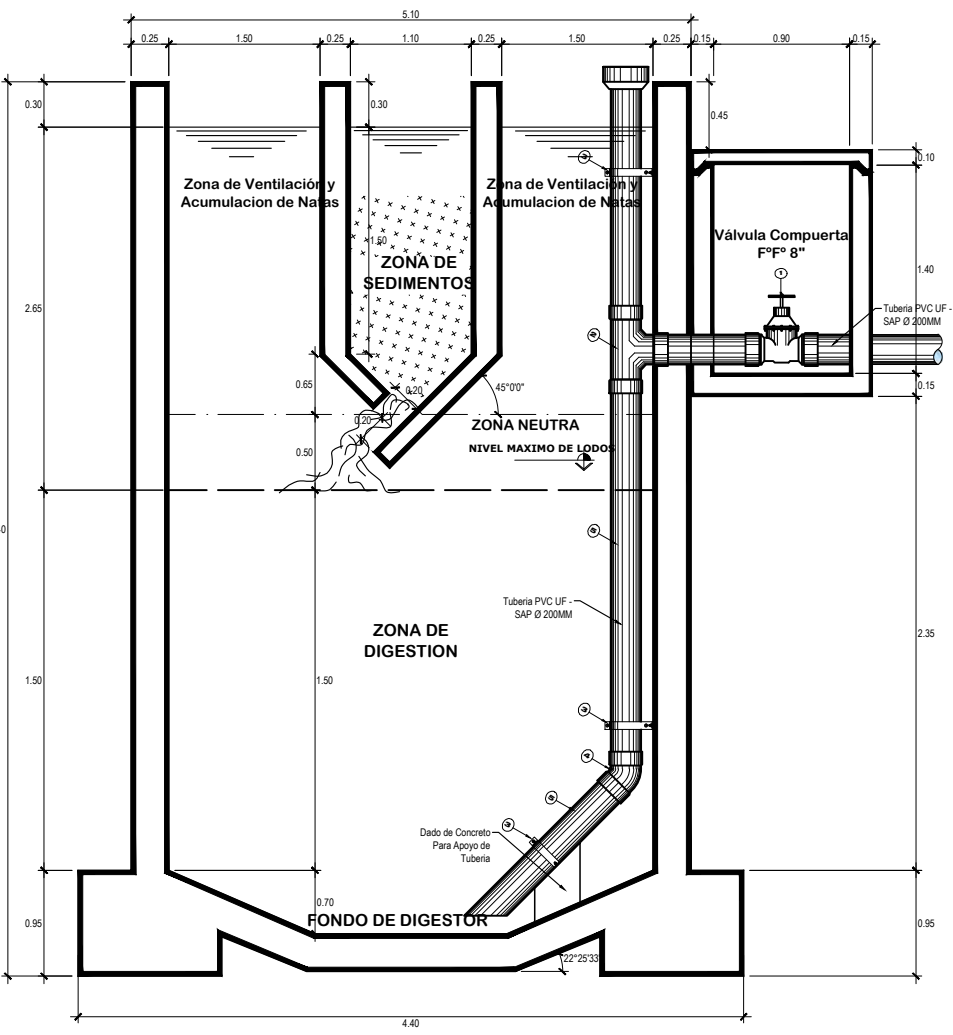


LAMINA:

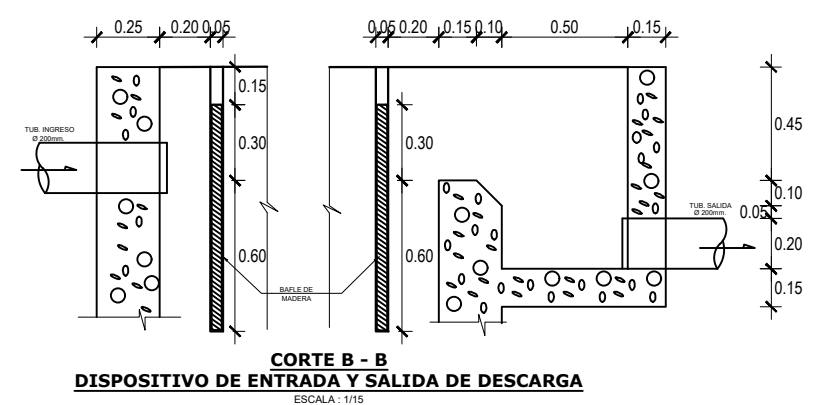
**DFE-02**



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ARMADO:	f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> EN GENERAL (MAXIMA RELACION a/c=0.50)
CONCRETO SIMPLE:	f <sub>c</sub> =140Kg/cm <sup>2</sup>
RECUBRIMIENTOS MINIMOS:	LOSA DE FONDO=4cm MUROS=2cm
REVOQUES:	TARRAJEAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA CON MEZCLA 1:3 C/A DE 2cm DE ESPESOR. ACABADO FROTACHADO FINO. UTILIZAR IMPERMEABILIZANTE DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
CEMENTO:	PORTLAND TIPO 1
ACERO:	f <sub>y</sub> =4200Kg/cm <sup>2</sup>
CAP. PORTANTE :	1.44 Kg/cm <sup>2</sup>



**CORTE A-A TANQUE JMHOFF**

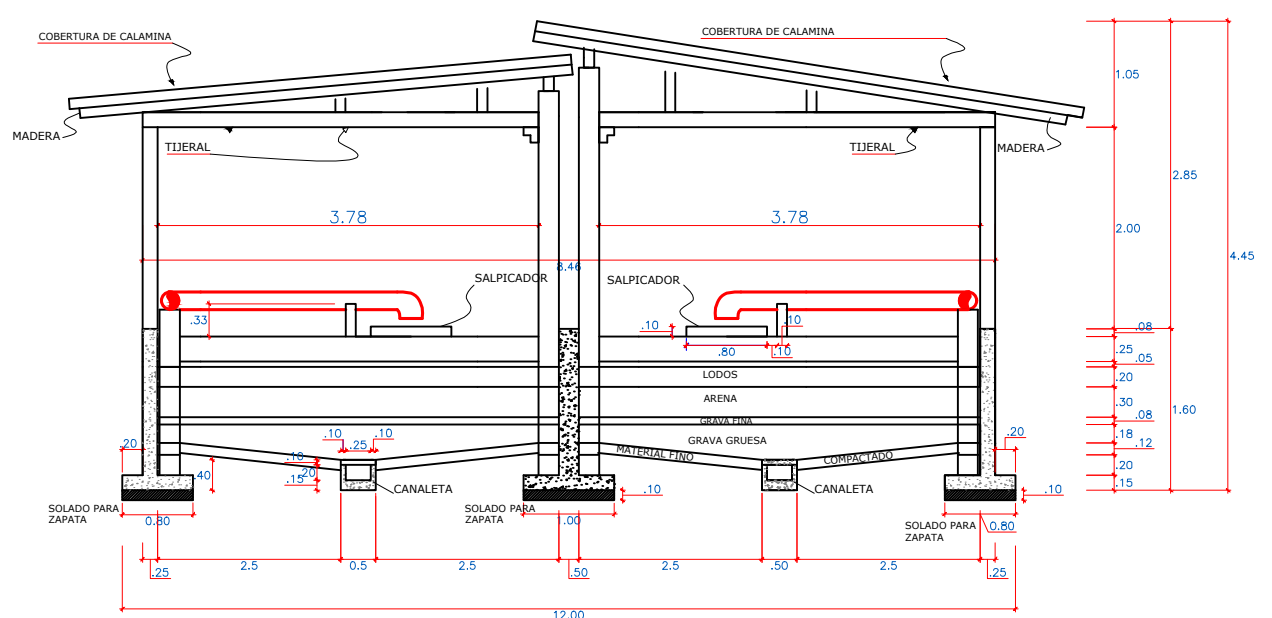
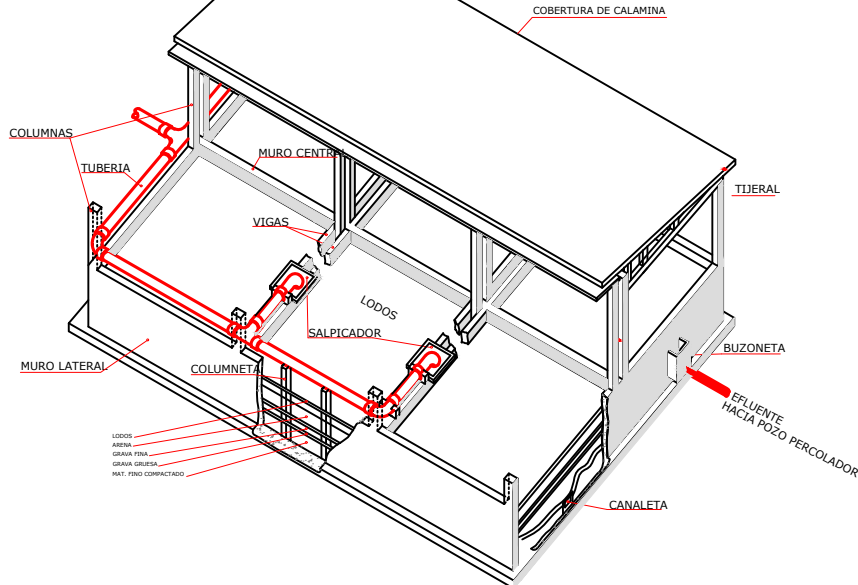


**CORTE B-B TANQUE JMHOFF**

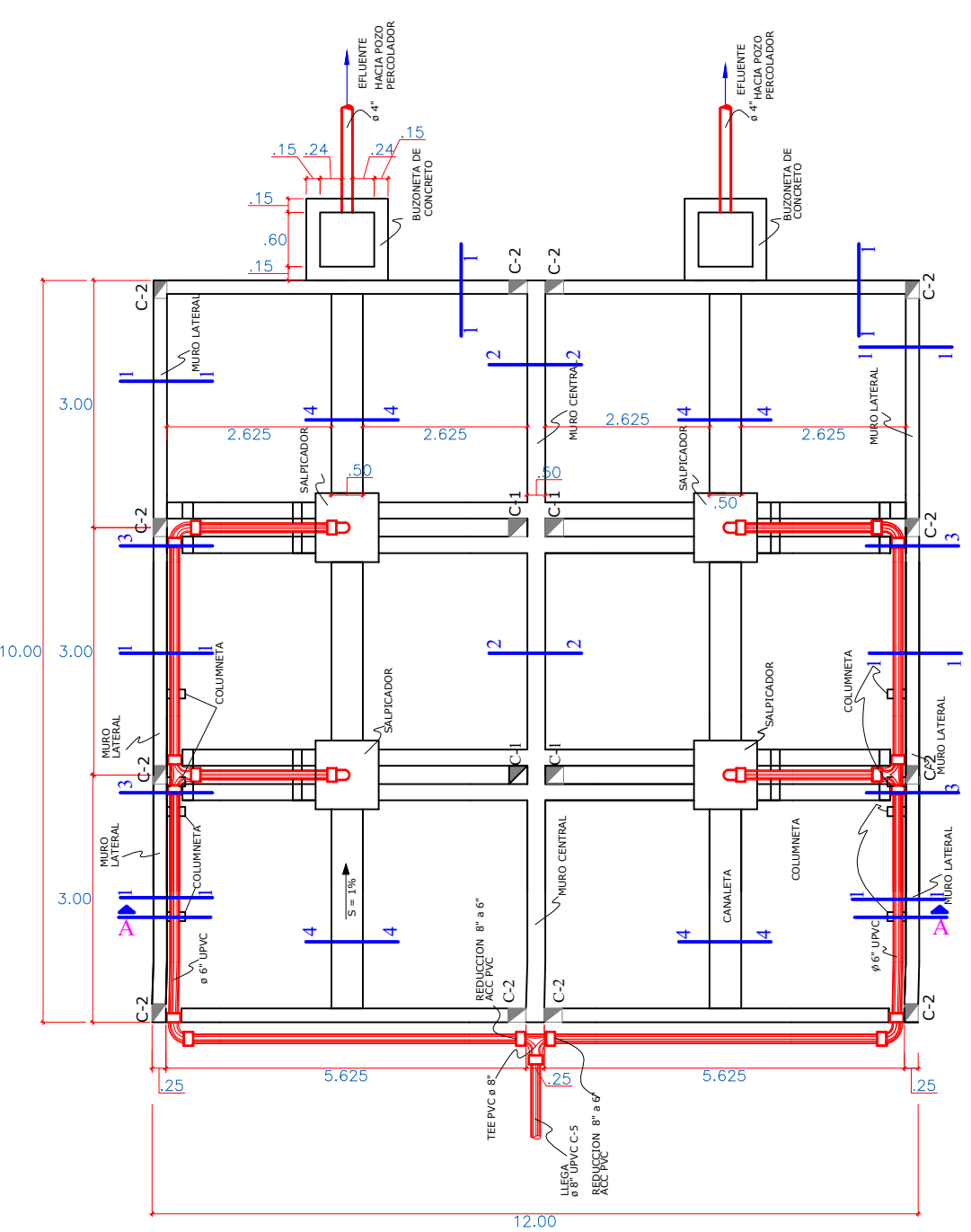
**ESTRUCTURA TANQUE JMHOFF**

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>			
Proyecto: "ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"			
<b>TANQUE IMHOFF</b>			
BACHILLER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	FECHA: JULIO - 2019 ESCALA: INDICADA	REGIÓN: LIMA DPTO.: LIMA	PROV: YAUYOS DIST.: COLONIA
			<b>TH-01</b>

**PERSPECTIVA LECHO DE SECADO**



**CORTE A - A**



**PLANTA**

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: "ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"

Plano: DETALLE DE LECHO DE SECADO PLANTA DE TRATAMIENTO

BACHELIER: BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY	FECHA: JULIO - 2019	REGIÓN: LIMA	PROV: YAUYOS
	ESCALA: 1/75	DPTO: LIMA	DIST: COLONIA

LS-01

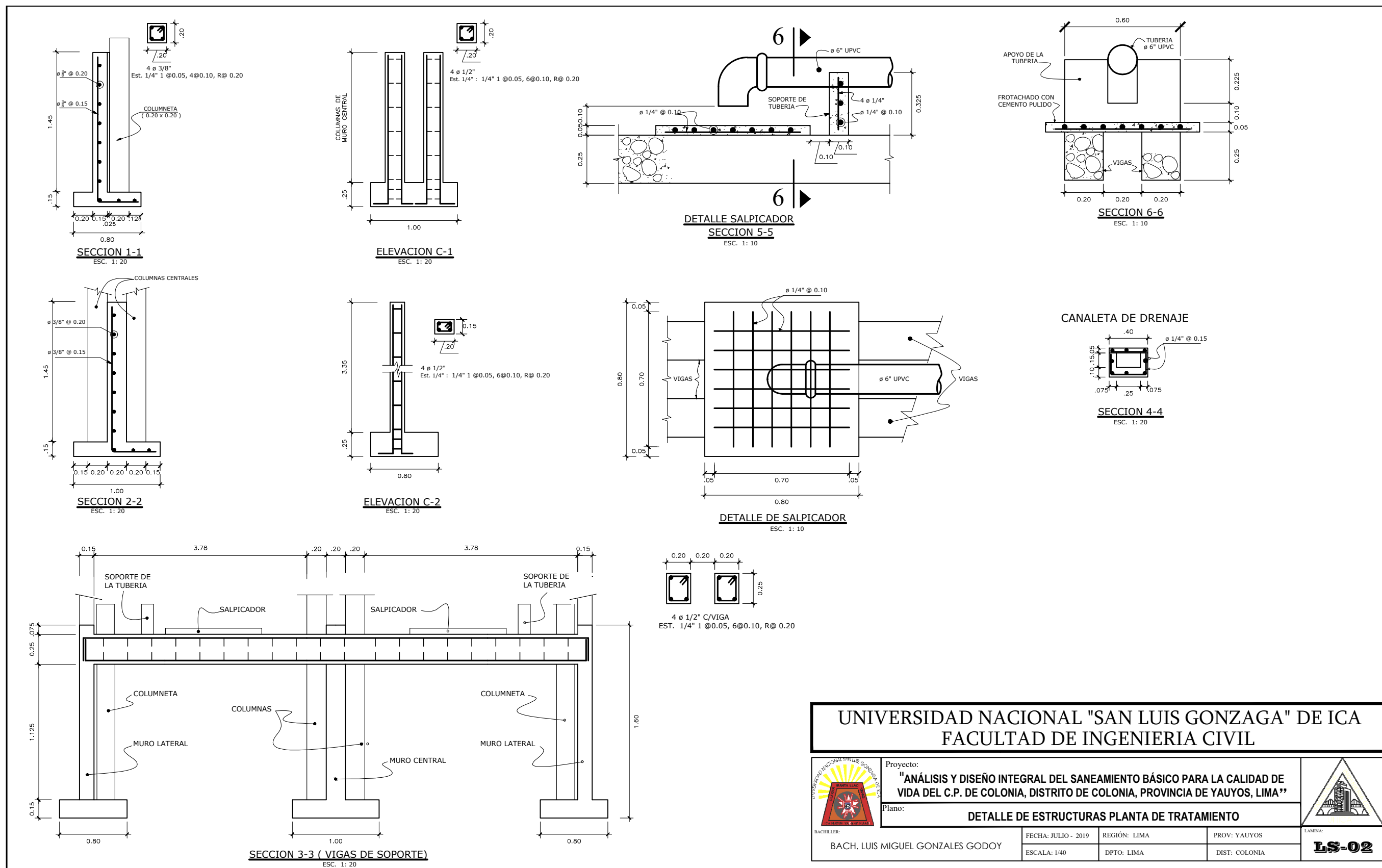
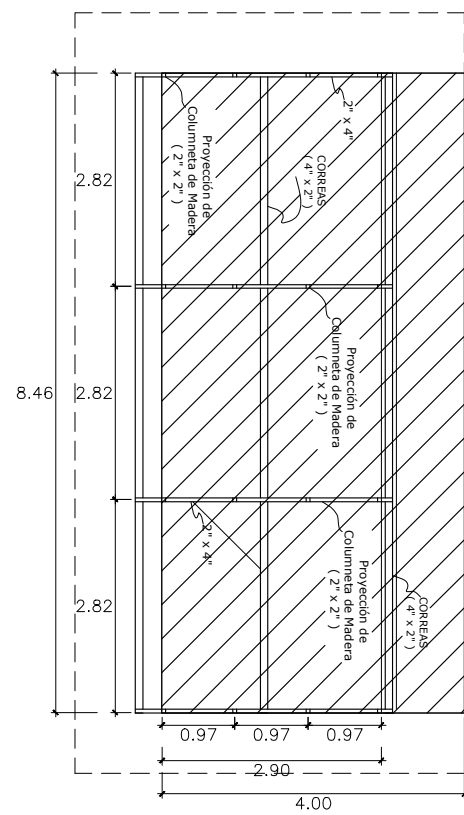
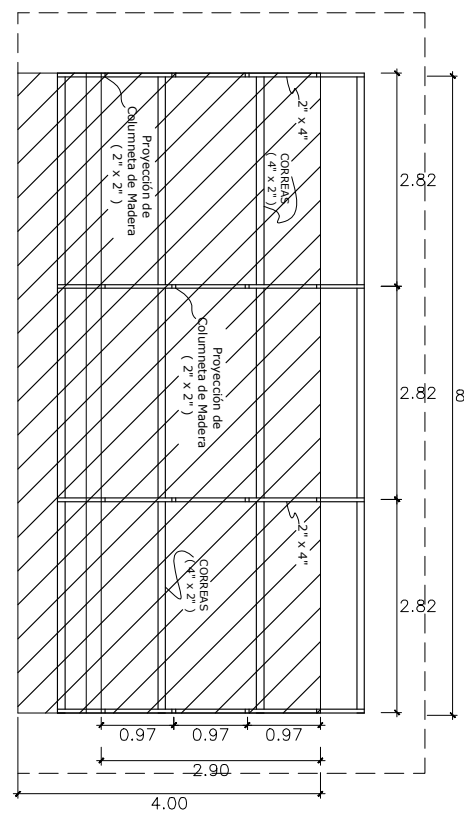


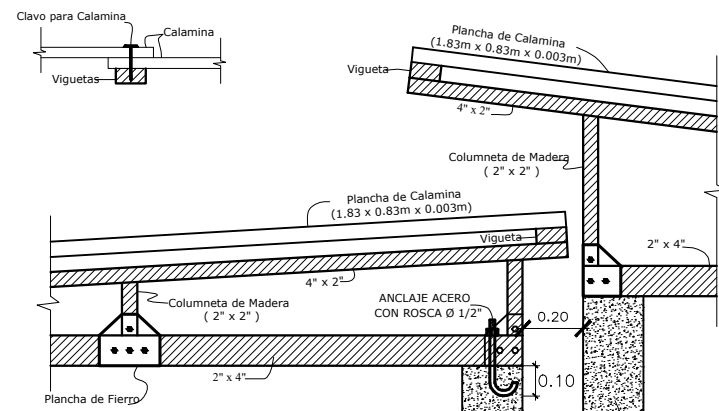
Figura 58 Detalle de lecho de secado planta de tratamiento LS-02 Fuente: Elaboración Propia Pagina: 127



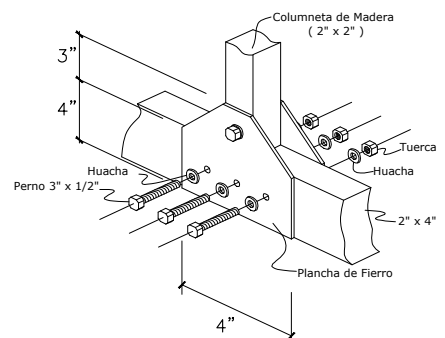
**COBERTURA DE LECHO DE SECADO ( PLANTA )**  
ESCALA 1/50



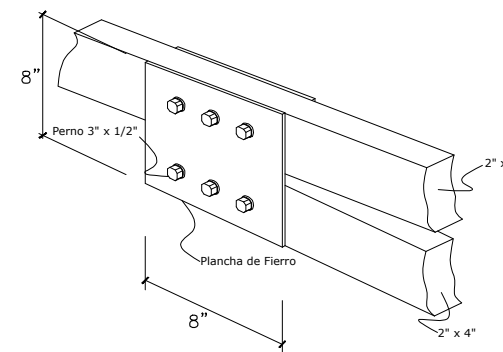
**COBERTURA**



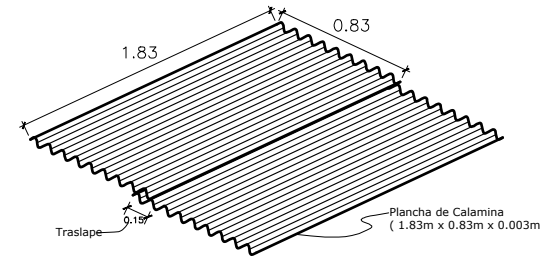
**DETALLES DE EMPALME DEL TIJERAL**  
ESCALA 1/12.5



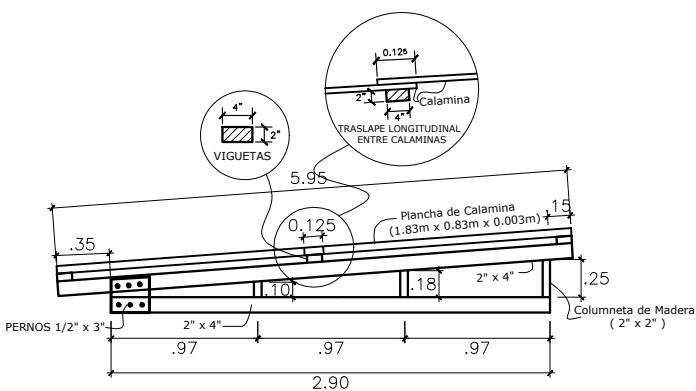
**DETALLE DE PLANCHA DE FIERRO**



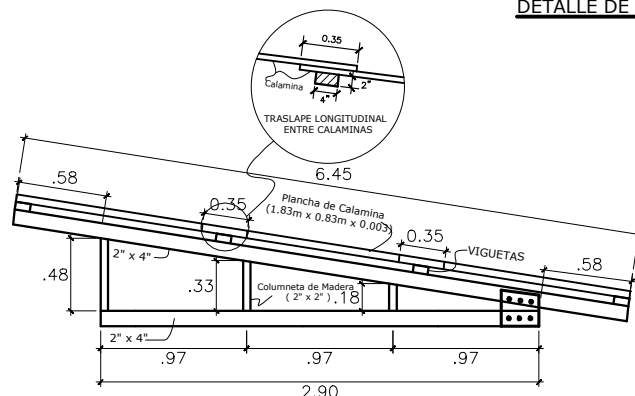
**DETALLE DE PLANCHA DE FIERRO**



**DETALLE DE TRASLAPES ENTRE LAS PARTES FRONTALES DE LAS CALAMINAS**



**DETALLE DE TIJERAL**  
ESCALA 1/25



**DETALLE DE TIJERAL**  
ESCALA 1/25

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>			
	Proyecto: <b>"ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA CALIDAD DE VIDA DEL C.P. DE COLONIA, DISTRITO DE COLONIA, PROVINCIA DE YAUYOS, LIMA"</b>		
	Plano: <b>DETALLE DE TIJERALES PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
BACHILLER: <b>BACH. LUIS MIGUEL GONZALES GODOY</b>	FECHA: JULIO - 2019 ESCALA: 1/50	REGIÓN: LIMA DPTO: LIMA	PROV: YAUYOS DIST: COLONIA
			LÁMINA: <b>LS-03</b>

Figura 59: Detalle de lecho de secado planta de tratamiento LS-02 Fuente: Elaboración Propia Página: 128