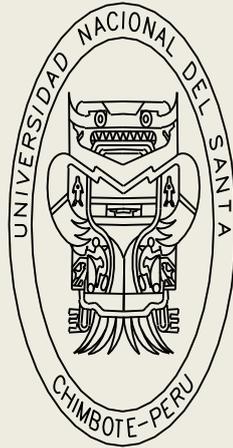


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR PUNKURI DEL AA.HH. SAN CARLOS, DISTRITO DE SANTA”

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES: Bach. SARE RAMOS CARLITOS SIPRIANO
Bach. VERA OLOYA TOMAS EMILIANO**

ASESOR: Ing. EDGAR SPARROW ALAMO

NUEVO CHIMBOTE - PERU

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y PROPUESTA PARA EL
TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR
PUNKURI DEL AA.HH. SAN CARLOS, DISTRITO DE SANTA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

REVISADA Y APROBADA POR:

Ing. EDGAR SPARROW ALAMO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR PUNKURI DEL AA.HH. SAN CARLOS, DISTRITO DE SANTA”

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**SUSTENTADA EL DÍA 05 DE AGOSTO DEL 2015, Y APROBADA
POR EL SIGUIENTE JURADO**

M.Sc.Ing. HUGO ROJAS RUBIO

PRESIDENTE

Ing. CIRILO LINO OLASCUAGA CRUZADO

INTEGRANTE

Ing. EDGAR SPARROW ALAMO

SECRETARIO



AGRADECIMIENTO:

- ✍ A Dios, a nuestros Padres, a nuestra familia, y a todos aquellos que contribuyeron en la ejecución de este proyecto de investigación.
- ✍ A nuestro asesor Ing. EDGAR SPARROW ALAMO, por su orientación y apoyo durante el desarrollo de la presente investigación.
- ✍ A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, quienes nos brindaron una formación ética y profesional.

**Carlitos Sipriano Sare Ramos &
Tomas Emiliano Vera Oloya**



DEDICATORIA:

- ✎ A mis padres: Cresencio Sare Carbajal y Flor Ramos de Sare, por su sacrificio, amor, comprensión y apoyo incondicional.
- ✎ A mi esposa Marcy Jesús, y a mi hija Nadhyra Daleska y a mis hermanos Nancy y Nilton, por el apoyo moral brindado en mi formación Profesional.

Carlitos Sipriano Sare Ramos

- ✎ A mis padres José Bernardo Vera Valderrama y Fermina aloya inca, las personas quienes más quiero, que me dan su ayuda y apoyo incondicional.
- ✎ A mis hermanos quienes día a día me brindan su apoyo incondicional.

Tomas Emiliano Vera Oloya



INDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
--------------------------	----------

CAPITULO I.- ASPECTOS GENERALES

1.1 ASPECTOS NORMATIVOS

TITULO

TIPO DE INVESTIGACIÓN

UBICACIÓN

1.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.2.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.2.3 HIPOTESIS.....	11
1.2.4 VARIABLES.....	11
1.2.4.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	11
1.2.4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	11
1.2.5 ESTRATEGIA DE TRABAJO.....	12
1.2.5.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	12
1.2.5.2 TRABAJO DE CAMPO.....	12
1.2.5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO Y GABINETE.....	12
1.2.5.4 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.2.5.5 POBLACIÓN MUESTRAL	13
1.2.5.6 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	13

CAPITULO II.- MARCO TEORICO

2.1 RESEÑA HISTORICA DE ALCANTARILLADO.....	15
---	----



2.2 ALCANTARILLADO.....	15
2.2.1. DEFINICIÓN:.....	15
2.2.2. CLASIFICACIÓN:.....	15
2.2.2.1 ALCANTARILLADO SANITARIO.....	16
2.2.2.2 ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	16
2.2.2.3. ALCANTARILLADO COMBINADO.....	16
2.2.2.3 ALCANTARILLADO SEMI-COMBINADO.....	16
2.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	16
2.3.1. COLECTOR SECUNDARIO.....	17
2.3.2. COLECTOR PRINCIPAL.....	17
2.3.3. INTERCEPTOR.....	17
2.3.4. EMISARIO FINAL.....	18
2.4 ESTUDIOS HIDRAULICOS.....	18
2.4.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	18
2.4.2. AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	18
2.4.3 AGUAS RESIDUALES GRISES.....	18
2.4.4 AGUAS DE LLUVIA.....	19
2.5 DISPOSICIONES DE RED DE ALCANTARILLADO.....	19
2.6 SISTEMA PERPENDICULAR CON LINEA DE IMPULSIÓN.....	19
2.7 PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	19
2.7.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	19
2.7.1.1 SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.....	19
2.7.1.2 MATERIA ORGANICA BIODEGRADABLE.....	20
2.7.1.3 PATOGENOS.....	20
2.7.1.4 NUTRIENTES.....	20
2.7.1.5 METALES PESADOS.....	20
2.7.1.6 SÓLIDOS INORGÁNICOS DISUELTOS	20
2.7.2.CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL....	20
2.7.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	21
2.7.3.1 OPERACIONES FISICO UNITARIOS.....	21
2.7.3.2 PROCESO QUIMICO UNITARIO.....	21



2.7.3.3 PROCESOS BIOLOGIOS UNITARIOS.....	21
2.7.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	21
2.7.4.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	22
A. PRE TRATAMIENTO.....	22
B. TRATAMIENTO PRIMARIO.....	25
C. TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	29
D. TRATAMIENTO TERCARIO.....	30
2.8. CRITERIOS DE DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO	
SANITARIO.....	30
2.8.1.SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	30
2.8.1.1.PARAMETROS DE DISEÑO.....	30
A. POBLACIÓN ACTUAL.....	31
B. POBLACIÓN FUTURA.....	31
C. PERIODO DE DISEÑO.....	32
D. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE CONSUMO.....	32
E. DOTACIÓN.....	33
F. COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUA Y ALCANTARILLADO.....	33
G. TASA DE INFILTRACIÓN.....	33
H. COEFICIENTE DE FRICCIÓN.....	34
I. CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS.....	35
J. CAUDALES CONCENTRADOS.....	35
K. CAUDAL DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	35
L. CALCULO DE CAUDAL DE DISEÑO DEL PROYECTO.....	36
2.8.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO.....	37
A. CRITERIO DE VELOCIDAD MINIMA.....	37
B. CRITERIO DE LA TENSION TRACTIVA.....	38
2.8.1.3. PROPIEDADES HIDRAULICAS EN CONDUCTOS	
CIRCULARES.40	
A. FLUJO EN TUBERIA LLENA.....	39
B. FLUJO EN TUBERIA PARCIALMENTE LLENA.....	40



2.8.2. PLANTA DE TRATAMIENTO.....	41
2.8.2.1. INTRODUCCIÓN.....	41
2.8.2.2. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF Y LECHO DE SECADO.....	42
A. GENERALIDADES.....	42
B. DIFINICIONES.....	43
C. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.....	44
a. VENTAJAS.....	45
b. DESVENTAJAS.....	45
D. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF.....	46
a. DISEÑO DEL SEDIMENTADOR.....	47
b. DISEÑO DEL DIGESTOR.....	50
c. EXTRACCION DE LODOS.....	52
d. AREA DE VENTILACION Y CAMARA DE NATAS.....	52
e. LECHO DE SECADO DE LODOS.....	53
f. MEDIO DE DRENAJE.....	56
CAPITULO III.-MATERIALES Y METODOS	
3.1. TOPOGRAFÍA.....	59
3.1.1. TRABAJO DE CAMPO.....	59
3.1.2. RECONOCIMIENTO DE ZONA DE ESTUDIO.....	59
3.1.3. TRABAJO DE GABINETE	59
3.1.4. RESULTADO DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	59
3.2. GEOLOGÍA.....	68
3.2.1. GEOLOGIA LOCAL.....	68
3.3. HIDROLOGIA.....	68
3.3.1. INTRODUCCIÓN.....	68
3.3.2. HIDROLOGIA REGIONAL	68
3.3.3. HIDROLOGIA DE LA ZONA	68
3.3.3.1. NIVEL FREÁTICO DE LA ZONA	68
CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	69



4.1.1.CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	71
4.1.1.1. CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO DEL PROYECTO.....	63
4.1.1.2. CÁLCULO DE DIAMÉTROS DE COLECTORES.....	73
4.1.1.3. CÁLCULO DE VELOCIDADES.....	74
4.1.1.4. CÁLCULO DE TENSIÓN TRACTIVA.....	75
4.1.1.5. CUADRO DE BUZONES.....	76
4.2. PLANTA DE TRATAMIENTO.....	77
4.2.1. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF Y LECHO DE SECADO.....	77
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADO - REPRESENTACIÓN GRÁFICA.....	88
4.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO HIDRAULICO.....	92
 CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES.....	94
5.2. RECOMENDACIONES.....	95

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

- CALCULO DE POBLACIÓN
- REPORTE DE SEWERCAD 8I
- PANEL FOTOGRAFICO
- PLANOS



RESUMEN

Se optimizara la red de alcantarillado y presentar propuestas para el tratamiento de las aguas residuales, en el sector Punkuri del AA.HH San Carlos en el distrito de santa, con las siguientes

- Restricciones existentes del **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**, como son la velocidad mínima de 0.3 m/s y velocidad máxima de 3.0 m/s, así como la tensión tractiva de 1 Pa como mínimo en todos los tramos de la red de alcantarillado.
- El diseño consta de dos partes:
 - ✓ Optimización: en esta parte se obtienen las pendientes y diámetros de los conductos de la red optimizada empleando un software que emplea el cálculo por los algoritmos genéticos.
 - ✓ Se empleó el software **SEWERCAD 8I** teniendo como datos diámetros y pendientes obtenidos en la optimización.
 - ✓ Con ayuda del software **ARGIS 10.1** se empleó para el cálculo de áreas tributarias de cada cámara de inspección optimizando el diseño hidráulico



ABSTRAC

The sewer is optimize and make proposals for the treatment of wastewater in the sector Punkuri AA.HH San Carlos in the district of Santa, with the following

- existing restrictions National Building Regulations, such as minimum speed of 0.3 m / s maximum speed of 3.0 m / s, and the tractive force of 1 Pa at least in all sections of the sewer.
- The design consists of two parts:
- Optimization: in this part of the slopes and diameters of the ducts optimized using software that uses the calculation network genetic algorithms are obtained.
- the software was used SewerCAD 8I having as diameters and outstanding data obtained in the optimization.
- Using the software 10.1 ARGIS was used to calculate tax areas of each manhole optimizing the hydraulic .



INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de investigación se pretende diseñar **la red de alcantarillado y presentar propuestas para el tratamiento de las aguas residuales, en el sector Punkuri del AA.HH. san Carlos**; ubicado en el distrito de santa; con la finalidad de plantear un diseño eficiente que permita reducir la contaminación ambiental y evitar enfermedades infecciosas mejorando así la calidad de vida de las personas.

En la fase de investigación, se procedió al trabajo monográfico de las áreas de los tramos para el diseño de drenajes, en el cual concluimos: infraestructura ineficiente e insuficiente. La cual es una de las preocupaciones latentes del cual se espera, que las autoridades municipales tomen muy en cuenta la salud de sus habitantes que se ve deteriorada por las diferentes enfermedades ocasionadas por la falta de saneamiento ambiental.

Para esto, se planteará de manera integral hasta nivel de anteproyecto, teniendo en cuenta la topografía del terreno.

El procedimiento para el diseño del sistema de alcantarillado y propuesta para el tratamiento de aguas residuales se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos según el reglamento nacional de edificaciones **OS-070, OS-090, OS-100** para garantizar que el sistema funcione en óptimas condiciones para la cual ha sido diseñada en su vida útil.

La propuesta final concluye en el diseño de la red de alcantarillado y la propuesta de tratamiento de las aguas residuales a fin de mejorar las condiciones de vida la población estudiada, así con los planos correspondientes.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES



1.1. ASPECTOS NORMATIVOS

TITULO

Diseño de la red de Alcantarillado y Propuesta para el Tratamiento de las Aguas Residuales en el Sector Punkuri del AA.HH. San Carlos, Distrito de Santa

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de Investigación es Descriptiva

UBICACIÓN

El lugar donde se desarrolló este estudio es en Sector Punkuri del AA.HH. San Carlos, Distrito de Santa, Ancash-Perú

1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema principal del sector de saneamiento peruano es la sostenibilidad deficiente del servicio de agua potable y de la gestión de aguas residuales.

El 44% de la población peruana no está conectado a un sistema de alcantarillado y el 78% de las aguas residuales son descargadas sin tratamiento directamente a los ríos o al mar.

En los últimos 10 años el Distrito de santa ha venido sufriendo un crecimiento poblacional constante y un proceso de cambio socio-económico cultural, producto de sus actividades en la agricultura, y al trabajo en la agroindustria (Conserveras) y así como también en el comercio.

Actualmente el sector Punkuri del AA.HH. San Carlos, no cuenta con un sistema de alcantarillado, solo existe una red de forma provisional con tuberías de DN100mm, tipo sistema condinial que sus aguas negras son derivadas o desaguan en el dren lavandero lo cual es un foco de infección por lo que la población está expuesta a infecciones o enfermedades, debido a que este sistema de alcantarillado es usado sin criterio técnico para su funcionamiento.



ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Se podrá diseñar el sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales en el sector Punkuri del AA.HH San Carlos, Distrito de Santa?

1.2.2. OBJETIVOS

1.2.2.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Diseñar la Red de alcantarillado y planta de tratamiento de las aguas residuales, en el sector Punkuri del AA.HH. San Carlos.

1.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Estimar la población.
- ✓ Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Realizar el levantamiento topográfico para el análisis y diseño del sistema de alcantarillado.

1.2.3. HIPOTESIS

Si se toma en cuenta, los parámetros de diseño de la infraestructura sanitaria del sector Punkuri del AA.HH. San Carlos, Distrito de Santa, entonces el diseño de la red de alcantarillado y la propuesta para el tratamiento de las aguas residuales mejorara la calidad de vida de los habitantes.

1.2.4. VARIABLES

1.2.4.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- ✓ Características de la población ubicados en el sector Punkuri del AA.HH. San Carlos, Distrito de Santa.

1.2.4.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

- ✓ Diseño de la Red de Alcantarillado.



- ✓ Diseño de Planta de Tratamiento.

1.2.5. ESTRATEGIA DE TRABAJO

1.2.5.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para la elaboración del presente se tomó como referencia la información bibliográfica referente a diseño de alcantarillado sanitario, plantas de tratamiento, Reglamento nacional de edificaciones (RNE)

1.2.5.2. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo consistió básicamente en la recolección de datos topográficos, siendo de necesidad realizar las siguientes actividades:

- Recolectar información sobre: topografía, orientación de calles y avenidas, posible lugar de ubicación para la planta de tratamiento, toma de fotografías, servicios básicos con los que cuenta el municipio y toda la información necesaria que nos brinden las instituciones correspondientes para nuestra investigación

1.2.5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO Y GABINETE

- Procesamiento de nube de puntos del levantamiento topográfico con **AutoCAD civil 3d 2014** para obtener el relieve del terreno de estudio. Y software **SEWERCAD 8I** y el **ARGIS 10.1** para los cálculos hidráulicos



1.2.5.4. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la Investigación, es del tipo Aplicativo

1.2.5.5. POBLACIÓN MUESTRAL

POBLACIÓN : SANTA.

MUESTRA : Determinado por el área del terreno.

1.2.5.6. UNIDAD DE ANÁLISIS

Sector Punkuri del AA.HH. San Carlos.



CAPITULO II

MARCO TEORICO



2.1. RESEÑA HISTORICA DE ALCANTARILLADO:

Se le conoce **alcantarillado o red de alcantarillado** al conjunto de estructuras y tuberías que se usan para recolectar y transportar aguas residuales y pluviales de una población, desde el lugar en que se genera hasta el sitio en donde se vierten. La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es amplia en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado. Actualmente las redes de alcantarillado son un requisito para aprobar la construcción de nuevas urbanizaciones en la mayoría de las naciones. En el desarrollo de las localidades urbanas, su servicio en general se inicia con un precario abastecimiento de agua potable que va satisfaciendo sus necesidades con base de obras escalonadas en bien de su economía. Como consecuencia se presenta el problema de desalojo de aguas servidas o aguas residuales. Se requiere así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para conducir las aguas residuales que produce una población, incluyendo el comercio, los servicios y a la industria a su destino final.

2.2. ALCANTARILLADO:

2.2.1. DEFINICIÓN:

Se denomina **alcantarillado** o también **red de alcantarillado**, red de saneamiento o red de drenaje, al sistema de estructuras y tuberías usadas para la recolección y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio.

2.2.2. CLASIFICACIÓN:

El sistema de alcantarillado sanitario: se clasifica en:



2.2.2.1. ALCANTARILLADO SANITARIO: Es la red de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura, las aguas residuales domésticas o de establecimientos comerciales hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.

2.2.2.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL: Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.

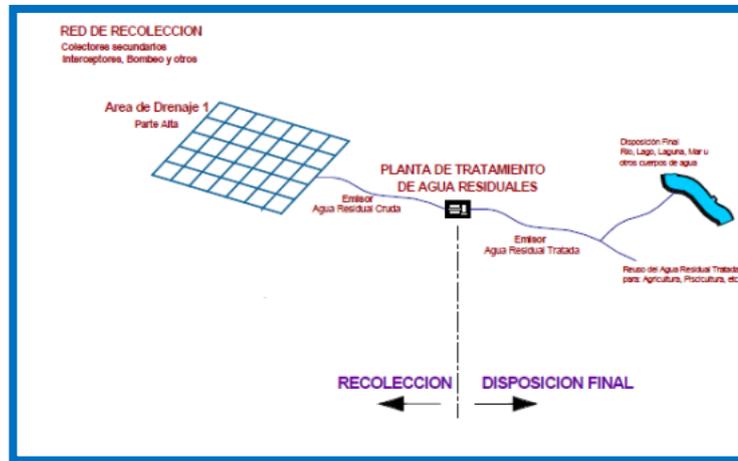
2.2.2.3. ALCANTARILLADO COMBINADO: Es el sistema que capta y conduce simultáneamente al 100% las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración.

2.2.2.4. ALCANTARILLADO SEMI-COMBINADO: Se denomina al sistema que conduce el 100% de las aguas negras que produce un área o conjunto de áreas, y un porcentaje menor al 100% de aguas pluviales captadas en esa zona, que se consideran excedencias, que serían conducidas por este sistema de manera ocasional y como un alivio al sistema pluvial y/o de infiltración, para no ocasionar inundaciones en las vialidades y/o zonas habitacionales.

2.3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Los componentes del sistema de recolección diseñado para evacuar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales de una población. Son los únicos componentes presentes en el desarrollo de la investigación.

GRÁFICO N°1 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.3.1. COLECTOR SECUNDARIO

➤ **DEFINICIÓN:**

Colector domiciliario de diámetro menor a 160 mm (6”) que se conecta con un colector principal.

2.3.2. COLECTOR PRINCIPAL

➤ **DEFINICIÓN:**

Capta el caudal proveniente de dos o más colectores secundarios domiciliarios.

2.3.3. INTERCEPTOR

➤ **DEFINICIÓN:**

Colector que recibe la contribución de varios colectores principales, localizados en forma paralela y a lo largo de las márgenes de quebradas y ríos o en la parte más baja de la cuenca.



2.3.4. EMISARIO FINAL

➤ **DEFINICIÓN:**

Colector que tiene como origen el punto más bajo del sistema y conduce todo el caudal de aguas residuales a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua como un río, lago o el mar. Se caracteriza porque a lo largo de su desarrollo no recibe contribución alguna.

2.4. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

2.4.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias; necesarias para recibir y evacuar aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por las lluvias. De no existir estas redes de recolección de agua, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas.

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes.

2.4.2. AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.

2.4.3. AGUAS RESIDUALES GRISES

Aguas residuales son aquellas que provienen de los desagües de los aparatos sanitarios de aseo personal, tales como bañeras, duchas, lavaderos o bidés, no siendo aptas sanitariamente para el consumo humano, pero cuyas características organolépticas y de limpieza de sólidos en suspensión permiten su distribución por conducciones y



mecanismos de pequeño calibre para usos auxiliares como riego, evacuación de inodoros, limpieza de vehículos.

2.4.4. AGUAS DE LLUVIA

Proviene de la precipitación pluvial y debido a su efecto de lavado sobre techos, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos, en zonas de contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

2.5. DISPOSICIONES DE RED ALCANTARILLADO

No existe una regla general para la disposición de la red de alcantarillado, ya que esta se debe ajustar a las condiciones físicas de cada población.

2.6. SISTEMA PERPENDICULAR CON LINEA DE IMPUSIÓN

El sistema de alcantarillado perpendicular con línea de impulsión es utilizado para los alcantarillados sanitarios. La línea de impulsión recoge el caudal de aguas residuales de la red y lo transporta a una planta de tratamiento de aguas residuales o vierte el caudal a la corriente superficial aguas abajo de la población para evitar riesgos contra la salud humana.

2.7. PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.7.1. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El agua una vez ha sido utilizada, sufre cambios en sus características físicas, químicas y bacteriológicas. Estos cambios, pueden afectar en mayor o menor grado el medio ambiente, incluyendo la salud del hombre.

Dentro de los componentes de las aguas negras, los que tienen que ser considerados para su tratamiento son:



2.7.1.1. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

Estos, pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual al medio acuático, generando malos olores y problemas estéticos.

2.7.1.2. MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE

Está compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Cuando se vierte al medio acuático, su estabilización biológica, puede llevar al agotamiento del oxígeno disuelto del cuerpo receptor y al desarrollo de condiciones sépticas, generando malos olores.

2.7.1.3. PATOGENOS

Pueden transmitir enfermedades vírales, parasitosis, dermatológicas y gastrointestinales.

2.7.1.4. NUTRIENTES

El nitrógeno, fósforo, potasio y carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, éstos pueden favorecer el crecimiento de vida acuática no deseada (algas, lirio acuático, etc.) y cuando se vierten a la tierra en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea.

2.7.1.5. METALES PESADOS

Estos, son añadidos al agua generalmente en el curso de ciertos procesos industriales y comerciales.

2.7.1.6. SÓLIDOS INORGÁNICOS DISUELTOS

Son elementos inorgánicos que han sido incorporados al agua para consumo. Dentro de éstos podemos mencionar al calcio, sodio, sulfatos, etc.



2.7.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL

Uno de los parámetros más importantes para el diseño de una planta de tratamiento son las características físico – Químicas del agua residual, el análisis de las aguas negras es necesario para cuantificar la cantidad de impurezas y determinar sus efectos.

2.7.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales consiste en la remoción de los componentes indeseables que contiene, estos se logra a través de mecanismos de tipo físicos, químicos y biológicos. Los métodos se clasifican por lo general en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios. En los sistemas de tratamiento se realizan combinaciones de estas operaciones y procesos

2.7.3.1. OPERACIONES FISICO-UNITARIOS

Son aquellos métodos en los que predomina la aplicación de fuerzas físicas. Ejemplo: floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.

2.7.3.2. PROCESO QUIMICO UNITARIO

En estos métodos la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas. Ejemplo: proceso de precipitación, adsorción y desinfección.

2.7.3.3. PROCESO BIOLÓGICO UNITARIO

Con estos métodos la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica ya sea de forma aerobia o anaerobia. Ejemplo: filtros percoladores, procesos de lodos activados, lagunas de estabilización, digestores anaerobios,



reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio, lagunas anaerobias, etc.

2.7.4. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

El tratamiento de aguas residuales (agua servida, doméstica, etc.) incorpora procesos físicos químicos y biológicos, que tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos introducidos por el uso humano cotidiano del agua. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (efluente tratado) o reutilizable al ambiente, y un residuo sólido o lodo que con un proceso adecuado sirve como fertilizante orgánico para la agricultura o jardinería.

2.7.4.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El proceso de autodepuración es inherente a los cuerpos de agua, ocurre gracias a la presencia de diversos microorganismos como bacterias y algas, que descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples tales como dióxido de carbono, nitrógeno, entre otros, además de ciertos microorganismos que absorben algunas sustancias inorgánicas. Sin embargo, el proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en las siguientes etapas:

- Pre Tratamiento
- Tratamiento primario o físico
- Tratamiento secundario o biológico
- Tratamiento terciario que normalmente implica una cloración.

A. PRE TRATAMIENTO

Esta etapa no afecta a la materia orgánica contenida en el agua residual. Se pretende con el pre Tratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento



eficiente de las maquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

En el pre Tratamiento se efectúa un desbaste (rejas) para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Un desarenado, para eliminar las arenas y sustancias sólidas densas en suspensión y un desengrasado para eliminar los aceites presentes en el agua residual así como elementos flotantes.

DESBASTE

Esta operación consiste en hacer pasar el agua residual a través de una reja. De esta forma, el desbaste se clasifica según la separación entre los barrotes de la reja en:

- Desbaste fino: con separación libre entre barrotes de 10-25 mm
- Desbaste grueso: con separación libre entre barrotes de 50-100 mm. En cuanto a los barrotes, estos han de tener unos espesores mínimos según sea:
 - Reja de gruesos: entre 12-25 mm.
 - Reja de finos: entre 6-12 mm. También tenemos que distinguir entre los tipos de limpieza de rejas igual para finos que para gruesos:
 - Rejas de limpieza manual
 - Rejas de limpieza automática

TAMIZADO

Consiste en una filtración sobre soporte delgado, y sus objetivos son los mismos que se pretenden con el desbaste, es decir, la eliminación de materia que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores. Según las dimensiones de los orificios de paso del tamiz, se distingue entre:



- **Macrotamizado:** Se hace sobre chapa perforada o enrejado metálico con paso superior a 0,2 mm. Se utilizan para retener materias en suspensión, flotantes o semiflotantes, residuos vegetales o animales, ramas,... de tamaño entre 0,2 y varios milímetros.
- **Microtamizado:** Hecho sobre tela metálica o plástica de malla inferior a 100 micras. Se usa para eliminar materias en suspensión muy pequeñas contenidas en el agua de abastecimiento (Plancton) o en aguas residuales pre Tratadas. Los tamices se incluirán en el pre Tratamiento de una estación depuradora en casos especiales:
- Cuando las aguas residuales brutas llevan cantidades excepcionales de sólidos en suspensión, flotantes o residuos.

DESARENADOR

El objetivo de esta operación es eliminar todas aquellas partículas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión, y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguiente.

Los desarenadores se diseñan para eliminar partículas de arenas de tamaño superior a 0.200 mm y peso específico medio 2.65, obteniéndose un porcentaje de eliminación del 90%. Si el peso específico de la arena es bastante menor de 2.65, deben usarse velocidades de sedimentación inferiores a las anteriores. Según norma OS.020 del RNE (Pre tratamiento Desarenadores)

DESACEITADO Y DESENGRASADOR

El objetivo en este paso es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el



agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

El desaceitado consiste en una separación líquido-líquido, mientras que el desengrase es una separación sólido-líquido. En ambos casos se eliminan mediante insuflación de aire, para desemulsionar las grasas y mejorar la flotabilidad. Se podría hacer esta separación en los decantadores primarios al ir provistos éstos de unas rasquetas superficiales de barrido, pero cuando el volumen de grasa es importante, estas rasquetas son insuficientes y la recogida es deficitaria.

Si se hacen desengrasado y desarenado junto en un mismo recinto, es necesario crear una zona de tranquilización donde las grasas flotan y se acumulan en la superficie, evacuándose por vertedero o por barrido superficial, y las arenas sedimentan en el fondo y son eliminadas por uno de los métodos que desarrollamos en el apartado anterior.

B. TRATAMIENTO PRIMARIO

El tratamiento primario que recibe las aguas residuales consiste principalmente en la remoción de sólidos suspendidos floculentos bien mediante sedimentación o floculación, en la neutralización de la acidez o alcalidad excesivas y en la remoción de compuestos inorgánicos mediante precipitación química. En algunos casos se puede utilizar la coagulación como auxiliar del proceso de sedimentación.

Entre los principales procesos y operaciones de tratamiento primario están:

SEDIMENTACIÓN

Existe la sedimentación floculenta o llamada también sedimentación de partículas aglomerables. Se presentan cuando la velocidad de asentamiento de las partículas



aumenta a medida que descienden hacia el fondo del tanque. Los aumentos en la velocidad de sedimentación se deben a que las partículas incrementan su tamaño por acción de la floculación que ocurre en el tanque. Esta floculación puede deberse a la acción de barrido que ejercen algunas partículas, o a corrientes de densidad o turbulencia.

Asimismo, se tiene la sedimentación primaria, que es uno de los procesos más utilizados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, bien sea como tratamiento único, o bien como proceso de tratamiento anterior o previo al tratamiento biológico propiamente dicho. El objetivo fundamental de la sedimentación primaria es remover de las aguas residuales aquella fracción de los sólidos que es sedimentable, además de la carga orgánica asociada con dichos sólidos. La base o criterio práctico de diseño es la carga superficial, la cual usualmente se expresa en términos de $m^3/día/m^2$ o $m^3/hr/m^2$, o sea el resultado de dividir el caudal en $m^3/día$ o m^3/hr por la superficie total del tanque de sedimentación en metros cuadrados.

Se recomienda que la carga superficial de un sedimentador primario para aguas residuales domésticas no exceda el valor de $24 m^3/día/m^2$, cuando el caudal de tratamiento es inferior a $4000 m^3/día$. Si el caudal de aguas residuales a tratar es mucho mayor que $4000 m^3/día$, entonces es posible utilizar cargas superficiales del orden de los $30-32 m^3/día/m^2$ y aún mayores.

Para el diseño se debe considerar las zonas de entrada y de salida del tanque de sedimentación, la profundidad mínima que debe tener el tanque y sobre la forma y tamaño que este debe tener. Además es preciso recordar que las variaciones bruscas en la temperatura del agua, así como las características de cada agua residual pueden afectar



considerablemente la eficiencia del tanque en la remoción de sólidos sedimentables.

✚ COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

Los procesos de coagulación-floculación facilitan el retiro de los SS y de las partículas coloidales. En ese sentido, se define a la coagulación como la desestabilización de la suspensión coloidal, mientras que la Floculación se limita a los fenómenos de transporte de las partículas coaguladas para provocar colisiones entre ellas promoviendo su aglomeración.

Por tanto, la Coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante.

La floculación es un proceso de separación de líquido-sólido utilizado para la remoción de partículas o sólidos suspendidos en las aguas residuales. Se usa principalmente para la separación de grasas, aceites, material fibroso y otros sólidos de densidad baja.

✚ TANQUES IMHOFF

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se llama tanques de doble cámara.

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y de remoción de arenas.



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 acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Estas unidades no cuentan con unidades mecánicas que requieran mantenimiento y la operación consiste en la remoción diaria de espuma, en su evacuación por el orificio más cercano y en la inversión del flujo dos veces al mes para distribuir los sólidos de manera uniforme en los dos extremos del digestor de acuerdo con el diseño y retirarlos periódicamente al lecho de secado.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conduce a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y se disponen de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos.

DIGESTION PRIMARIA DE LODOS

En la decantación primaria y secundaria se producen lodos primarios o secundarios.



Estos lodos están compuestos por agua y partículas sólidas. El agua se encuentra agregada o como agua capilar. Las proteínas hidrófilas absorben, por otra parte, moléculas de agua.

La proporción del líquido es del 95-99%.

El volumen de lodos que se produce depende del tipo de tratamiento de las aguas residuales y de factores externos, como la climatología o el volumen residual tratado.

Estos lodos pueden entrar rápidamente en putrefacción y producir, además, malos olores. En tal sentido, la digestión de los lodos primarios requiere de sistemas que garanticen tiempos de detención de sólidos superiores a los 25 días cuando se tienen aguas residuales con temperaturas promedio entre los 20-25°C.

C. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Consiste en la remoción de la carga orgánica, a través de la acción de bacterias, las cuales se alimentan de la materia orgánica que contiene el agua. El objetivo del tratamiento secundario, es reducir el contenido orgánico del agua. Con el tratamiento secundario, se logra remover hasta un 80% de la carga orgánica del agua. El tratamiento secundario, tiene que ser complementado con una unidad de sedimentación secundaria, para remover los lodos generados durante el proceso.

Los procesos de tratamiento biológico dependiendo del tipo de bacterias que realizan la estabilización o degradación de la materia orgánica se dividen en:

- **PROCESOS AEROBIOS:** Las bacterias necesitan la presencia de oxígeno para vivir.
- **PROCESO ANAEROBIOS:** Las bacterias no necesitan oxígeno para vivir y mueren en presencia de oxígeno.



- PROCESOS AEROBIOS:

Dentro de los procesos de tratamiento podemos mencionar: los filtros percoladores, procesos de lodos activados, biodiscos y lagunas de estabilización.

D. TRATAMIENTO Terciario

Los objetivos del tratamiento terciario son eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, eliminar microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales, que ocasionan espuma y eutrofización respectivamente. La cloración es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para lograr un agua más pura, incluso hasta llegar a potabilizarla si se desea.

En el tratamiento de aguas servidas, es importante tener en cuenta el manejo de los lodos provenientes de los tratamientos primario y secundario.

Un resumen de la secuencia completa de tratamientos que pueden aplicarse a aguas residuales domésticas, y también aguas residuales industriales, se representa en este esquema.

2.8. CRITERIOS DE DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.8.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

2.8.1.1. PARAMÉTROS DE DISEÑO

Para el diseño de las estructuras que componen el sistema de Alcantarillado Sanitario, se ha tomado como referencia lo que estipulado en las siguientes normas:

- OS.100: Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria.
- OS.080: Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales.
- OS.070: Redes de Aguas Residuales.
- OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.



A continuación se hace una breve descripción de los parámetros y criterios adoptados:

A. POBLACIÓN ACTUAL

Es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.

$$P \text{ actual} = \text{Nº lotes} \times 6 \text{ hab/lote}$$

$$P \text{ actual} = 87 \text{ lotes} \times 6 \text{ hab/lote}$$

$$\mathbf{P \text{ actual} = 522 \text{ habitantes}}$$

B. POBLACIÓN FUTURA

Es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto .El cálculo se realizó mediante los siguiente los siguientes métodos para encontrar la población de diseño. Ver anexo de cálculo de población

1- METODO ARITMÉTICO

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

DATOS : Población Actual (2013) : 522 Hab.

Coeficiente de Crecimiento : 1.596 (**distrito**)

Periodo de Diseño (t) : 20 Años

$r = \underline{1.596}$ por cada 1000 habitantes (1.596 o/oo)

* **Población Futura**

$$Pf (20) = Pa (2013) * \left(1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

$$= \underline{539} \text{ hab.}$$

2- METODO GEOMÉTRICO

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{1000} \right)$$

DATOS : Población Actual (2013) : 522 Hab.



Coeficiente de Crecimiento : 1.596 (**distrito**)

Periodo de Diseño (t) : 20 Años

$r = \underline{1.596}$ | por cada 1000 habitantes (1.596 o/oo)

* **Población Futura**

$$Pf (20) = Pa (2013) * \left(1 + \frac{r}{1000} \right)$$

$$= \underline{539}$$
 | hab.

POR LO TANTO:

$$POBLACIÓN DE DISEÑO(Pf)= \frac{539 + 539}{2}$$

$$POBLACIÓN DE DISEÑO(Pf)= \underline{539}$$
 | habitantes

C. PERIODO DE DISEÑO

Permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo, este parámetro está definido desde la factibilidad del proyecto y es de 20 años.

D. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE CONSUMO

a) Coeficiente de variación de consumo de agua

✚ Coeficiente de variación de demanda diario (k1) de agua

Se ha adoptado el recomendado en el reglamento Nacional de edificaciones (S100), que da un valor de **K1=1.3**

✚ Coeficiente De Variación De Consumo Horario (K2) De Agua

Se ha adoptado el parámetro **K2=2.5** basado en la misma Norma Técnica Peruana S-100,



E. DOTACIÓN

DOTACION POR REGION

REGION	DOTACION (l/hab./día)
COSTA	120
SIERRA	100
SELVA	140

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (2004)

DOTACION POR NUMERO DE HABITANTES Y CLIMA

POBLACION (Habitantes)	CLIMA	
	FRIO	TEMPLADO
De 2,000 Hab. a 10,000 Hab.	120 Lts. / Hab. /Dia	150 Lts. / Hab. /Dia
De 10,000 Hab. a 50,000 Hab.	150 Lts. / Hab. /Dia	200 Lts. / Hab. /Dia
Mas de 50,000 Hab.	200 Lts. / Hab. /Dia	250 Lts. / Hab. /Dia

Fuente: Libro de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado.
Autor: Vierendel

- ✚ Se ha tomado una dotación de **220** ls/hab/día según la población del distrito .ver anexo de cálculo de población

F. COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

Se ha adoptado el valor recomendado en las “Normas y Requisitos para los Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Localidades Urbanas”, es decir **C=0,8**.

G. TASA DE INFILTRACIÓN

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra en las redes de alcantarillado, a través de las paredes de las tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- ✓ Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- ✓ Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.



- ✓ Material de la tubería y tipo de unión.

La tasa de infiltración adoptada para el sistema de alcantarillado es de 0,20 lts/s x km.

H. COEFICIENTE DE FRICCIÓN

En los cálculos hidráulicos de la red de distribución de agua potable y líneas de impulsión de agua potable y alcantarillado, se utiliza los coeficientes de fricción “C” de la fórmula de Hazen y Williams, de acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones e Infraestructura Sanitaria Norma S-100 para poblaciones urbanas, conforme al cuadro.

Cuadro N° 01

COEFICIENTE DE HAZEN Y WILLIAMS

Tipo de Tubería	“C” Hazen Y Williams
Asbesto Cemento	140
Policloruro de Vinilo	140
Acero sin Costura	120
Acero Soldado en Espiral	100
Fierro Fundido Revestido*	130
Fierro Galvanizado	100
Concreto	110
Polietileno	140

FUENTE.: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

El cálculo hidráulico de las tuberías de alcantarillado se utilizó el coeficiente de Manning (n), independiente del tipo de tubería será utilizado el valor de **N=0,010**.



I. CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS (QE)

Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.

J. CAUDALES CONCENTRADOS (QC)

Son contribuciones debido a instalaciones no habitacionales que presentan un consumo bastante superior al doméstico, son caudales sobretodo correspondiente a descargas de industrias pequeñas o de establecimientos comerciales.

K. CAUDAL DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarillado para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

$$Q_{MED} = \frac{C \times P \times DOTACION}{86400}$$

Q_{MED} = Caudal medio.

C = Coeficiente de retorno (0.80)

P = Población que puede ser de acuerdo al cálculo del caudal máximo o mínimo.

Dotación = Consumo promedio de agua, en litros por persona por día.



Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_{med}$$

Dónde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario.

K_2 = Coeficiente de flujo máximo.

Coeficiente de flujo máximo (K_2)

La relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario se denomina “coeficiente de flujo máximo”. Este coeficiente varía de acuerdo a los mismos factores que influyen en la variación de los caudales de abastecimiento de agua (clima, patrón de vida, hábitos, etc.), pero es afectado en menor intensidad, en función al porcentaje de agua suministrada que retorna a las alcantarillas y al efecto regulador del flujo a lo largo de los conductos de alcantarillado, que tiende a disminuir los caudales máximos y a elevar los mínimos.

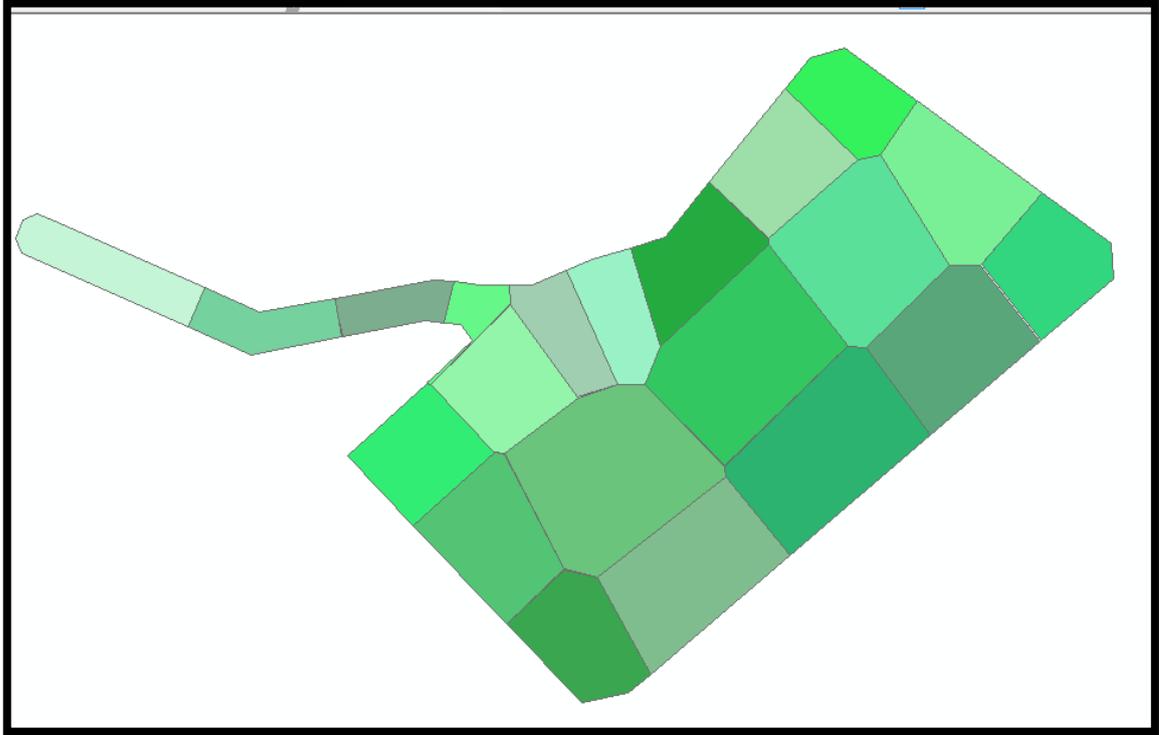
L. CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL PROYECTO

- METODO DE AREAS TRIBUTARIAS

Los caudales para el diseño de cada tramo serán obtenidos en función a su área tributaria. Para la delimitación de áreas se tomará en cuenta el trazado de colectores, asignando áreas proporcionales de acuerdo a las figuras

Geométricas que el trazado configura, la unidad de medida será la hectárea (Ha). El método utilizado para el cálculo de áreas tributarias es por polígonos thiessen.

GRAFICO N°2 AREAS TRIBUTARIAS PARA CADA CAMARA DE INSPECCIÓN



FUENTE:ELABORACIÓN PROPIA

2.8.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO

A. CRITERIO DE VELOCIDAD MINIMA

El cálculo de las velocidades mínimas, es con la finalidad de evitar que ocurra sedimentación en el fondo de las tuberías, es decir, evitar que se depositen materiales sólidos en los conductos, ya que esto provocaría una disminución en la sección transversal de la tubería y un menor tiempo de vida del sistema de alcantarillado.

Determinar las velocidades mínimas es de suma importancia, pues esto permite que existan condiciones de auto limpieza en la tubería.

La velocidad mínima en secciones llenas no deber ser menor que 0,60 m/s y para tuberías parcialmente llenas será de 0,30 m/s.

Sin embargo, en el caso en el que no se cumpla con la normativa de las velocidades mínimas de flujo, siempre y cuando la topografía del lugar lo permita, se puede incrementar la pendiente de la tubería para alcanzar condiciones de auto limpieza.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

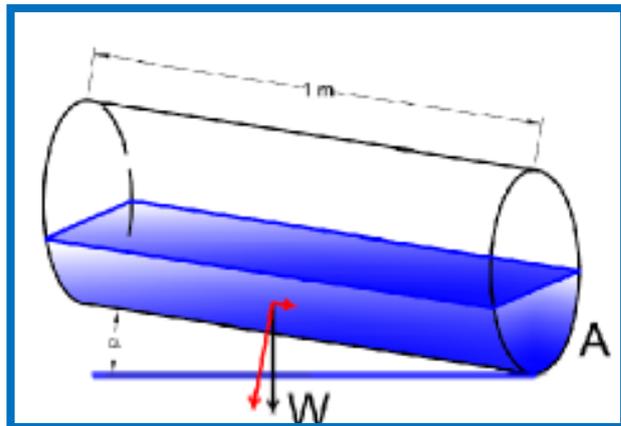
B. CRITERIO DE TENSIÓN TRACTIVA

Fuerza tractiva o tensión de arrastre, es la tensión tangencial ejercida por el líquido en escurrimiento sobre la pared del conducto.

Dónde:

GRAFICO N°3

CÁLCULO DE LA TENSIÓN TRACTIVA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$$T_t = g \times \gamma \times R_H \times S$$

τ =Tensión tractiva en kg/cm²

g =aceleración de la gravedad (m/s)

γ =1000 kg/m³ Peso específico del líquido

R_H =Radio hidráulico en m.

S =Pendiente de la tubería en m/m



2.8.1.3. PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE CONDUCTOS CIRCULARES

A. FLUJO EN TUBERIA LLENA

En el diseño de conductos circulares, se utilizan tablas, nomogramas o programas de computadora, los mismos están basados en la fórmula de Manning y relacionan la pendiente, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena.

Para tuberías con sección llena:

Radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4}$$

Dónde:

D=diámetro (mm)

Sustituyendo el valor de R, la fórmula de manning para tuberías con sección tubo llena

$$V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

En función del caudal con $Q=V.A$

Dónde: Q=Caudal (m³/s)

D=(Pulg)

S=(m/km)

A=Área de la sección circular (m²)

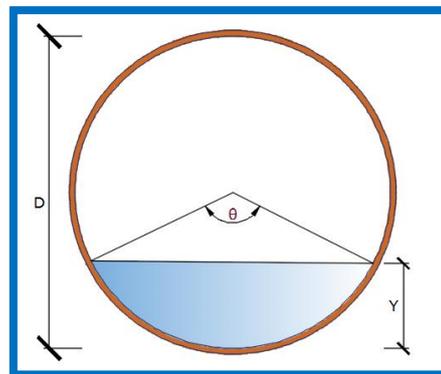
$$Q = \frac{0.312}{n} D^{\frac{8}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

B. FLUJO EN TUBERIA PARCIALMENTE LLENA

El flujo a sección parcialmente llena se presenta en condiciones especiales. Se debe destacar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, es a sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Durante el diseño, es necesario determinar el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico, cuando el conducto fluye a sección parcialmente llena (condiciones reales). Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección llena y parcialmente llena.

GRAFICO N°4
SECCIÓN TÍPICA DE TUBERIA



FUENTE: HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES DE ARTURO ROCHA

EL ANGULO CENTRAL θ "(EN GRADO SEXAGESIMAL)

$$\theta^{\circ} = 2 \arccos \left(1 - \frac{2y}{D} \right)$$

RADIO HIDRÁULICO:

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360^{\circ} \text{sen} \theta}{2\pi \theta^{\circ}} \right)$$

Sustituyendo el valor de R, la fórmula de manning para tuberías con sección parcialmente llena.



$$V = \frac{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}}{n} \times \left(1 - \frac{360^{\circ} \text{sen} \theta^{\circ}}{2\pi \theta^{\circ}}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

En función al caudal

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 \times n(2\pi \theta^{\circ})^{\frac{2}{3}}} \times (2\pi \theta^{\circ} - 360^{\circ} \text{sen} \theta^{\circ})^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

2.8.2. PLANTA DE TRATAMIENTO

2.8.2.1. INTRODUCCIÓN

Los ríos, lagos y mares recogen, desde tiempos inmemoriales, los desechos que son producidos por la actividad humana. Estos desechos han ido siendo mucho más grande problemáticos a medida que ha transcurrido el tiempo.

El agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamamos los desechos producidos por nuestras actividades. Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, etc., se encuentran, en cantidades mayores o menores, al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

En la actualidad, las enfermedades cuyo origen proviene de las aguas residuales han tenido una gran acogida como uno de los principales problemas entre la población, en especial las de las zonas rurales, donde el poco conocimiento de los peligros que trae consigo arrojar un agua residual de origen doméstico sin tratamiento a un cuerpo de agua los hace fácilmente vulnerables a cualquier brote de enfermedades de origen diarreicas, o por cualquier bacteria, parásito, protozoario, etc., que se encuentran en las aguas residuales, además del daño que le hacen al ecosistema



del cuerpo de agua donde arrojan el agua residual, alterando la flora y fauna del cuerpo de agua .

Las unidades que se emplean para tratar las aguas residuales son muchas, hay de todo tipo, de toda clase y de todo costo. Por esa razón esta tesis trata de brindar una ayuda con respecto al dimensionamiento de algunas unidades de tratamiento de aguas residuales en zonas rurales, donde el uso de tecnología muy avanzada, no es factible por diferentes motivos.

2.8.2.2. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF Y LECHO DE SECADO

A. GENERALIDADES

El tanque **imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Los tanques imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

El tanque imhoff típico es de forma 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 remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara



de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cara de natas o área de ventilación.

Los lodos acumulados en el digester se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos.

B. DIFINICIONES

- **Afluente:** Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.
- **Aguas servidas:** Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.
- **Cámara de digestión:** Unidad de los tanques imhoff, donde se almacenan y digieren los lodos.
- **Cámara de sedimentación:** Unidad del tanque imhoff, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables.
- **Caudal:** Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.):** Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia



utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.

- **Deshidratación de lodos:** proceso de remoción del agua contenida en los lodos.
- **Eficiencia:** Relación entre la capacidad real y la teórica total de una unidad o equipo. Usualmente se expresa en %.
- **Efluente:** Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo agua que sale de una laguna de estabilización.
- **Infiltración:** Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.
- **Lecho de lodo:** Lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque imhoff.
- **Lodos:** Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque imhoff y que son evacuados a un lecho de secado.
- **Nata:** Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque imhoff compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.
- **pH:** Concentración de iones de hidrógeno.
- **Sólido Sedimentable:** Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.

C. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

El ingeniero responsable del proyecto, deberá tener en claro las ventajas y desventajas que tiene al emplear el tanque imhoff para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de una población.



a. VENTAJAS

Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.

- Descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.
- El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95% de humedad.
- Las aguas servidas que se introducen en los tanques imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.
- El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.
- Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes.

b. DESVENTAJAS

- Son estructuras profundas (>6m).
- Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.



- En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto.

Conocidas las ventajas y desventajas del tanque imhoff, quedará a criterio del ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad, en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada en caso no se cuente con grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, como es el caso de las lagunas de estabilización, además de que el tanque imhoff deberá estar instalado alejado de la población, debido a que produce malos olores.

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.

Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia una laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente.

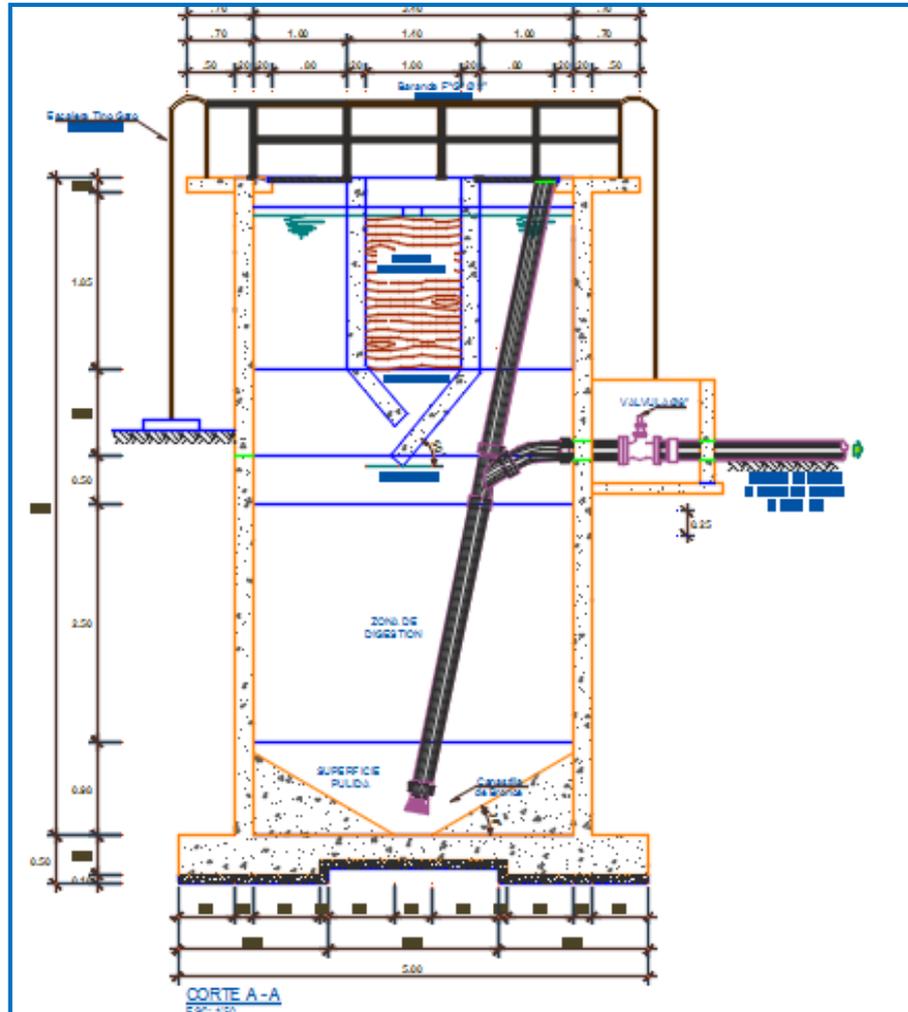
D. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF

Para el dimensionamiento de tanque imhoff se tomarán en consideración los criterios de la Norma S090 “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Construcción.

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.

GRAFICO N°4 DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

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

a. DISEÑO DEL SEDIMENTADOR

Caudal de diseño, m³/hora

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación} \times \% \text{Contribución}}{1000}$$

Dotación, en litro/hab/día.



- Área del sedimentador (A_s , en m^2).

$$A_s = \frac{Q_p}{C_s}$$

Dónde:

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

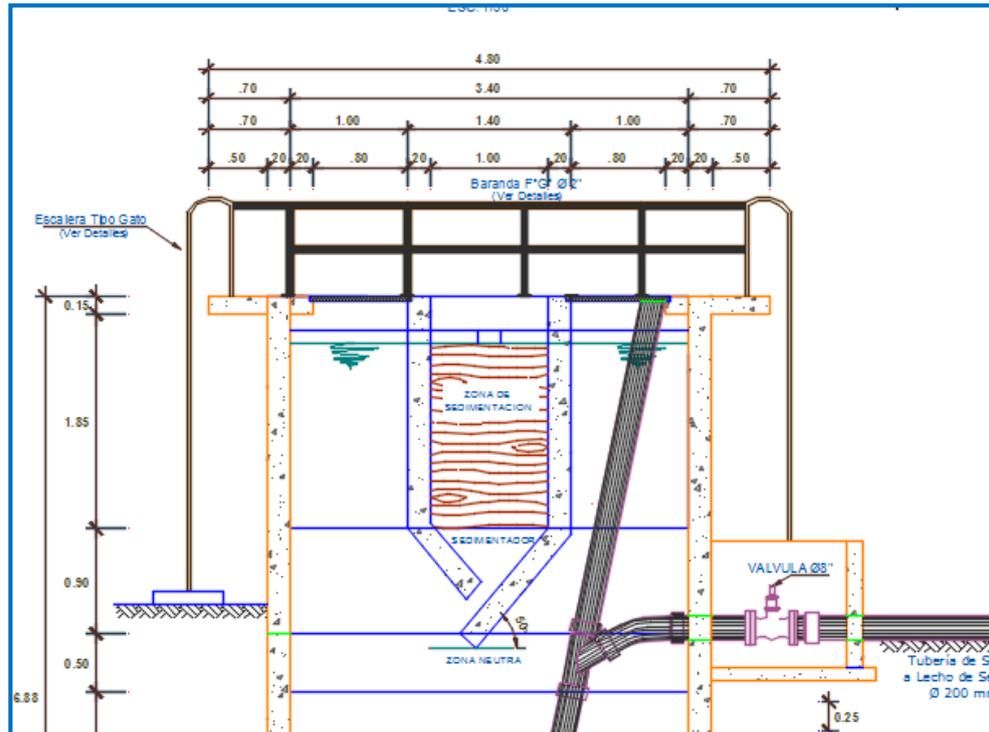
- ✓ Volumen del sedimentador (V_s , en m^3).

$$V_s = Q_p \cdot R$$

R : Periodo 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 50° a 60° .
- En la arista central se debe dejar una abertura para paso de los sólidos removidos hacia el digestor, esta abertura será de 0,15 a 0,20 m.
- Uno de los lados deberá prolongarse, de 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.

GRAFICO N°5 DISEÑO DE CAMARA DE SEDIMENTACIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- ✓ Longitud mínima del vertedero de salida (L_v , en m).

$$L_v = \frac{Q_{\max.}}{C_{hv}}$$

Donde:

Q_{\max} : Caudal máximo diario de diseño, en m³/día.

C_{hv} : Carga hidráulica sobre el vertedero, estará entre
125 a 500 m³/(m*día), (Recomendable
250).



b. DISEÑO DEL DIGESTOR.

✓ **Volumen de almacenamiento y digestión (Vd, en m³).**

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de los dos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

CUADRO N°:2

Temperatura c°	Factor de capacidad relativa (fcr)
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

FUENTE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

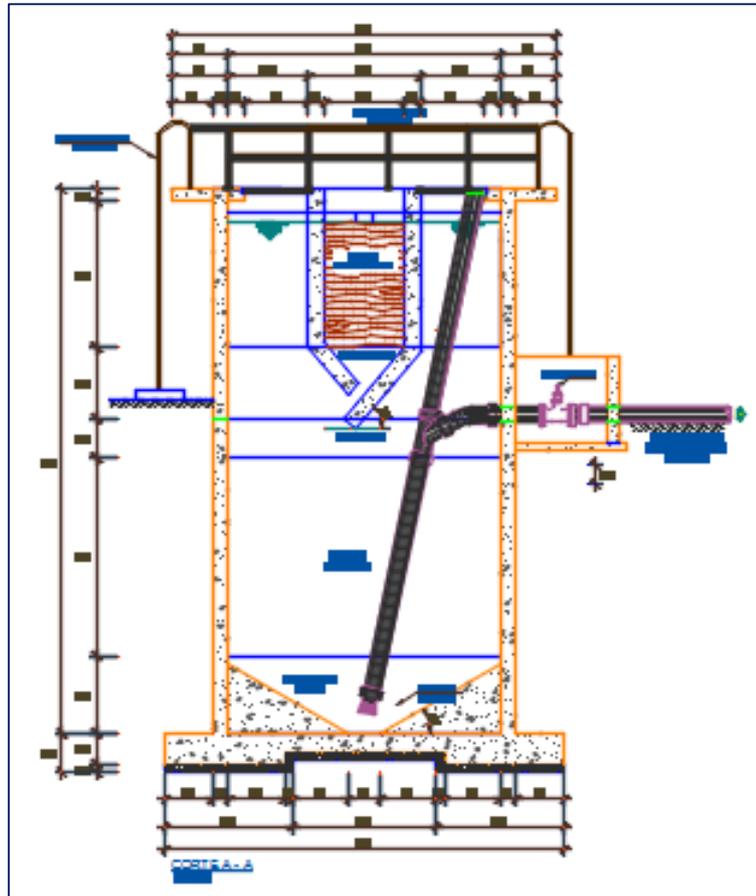
$$Vd = \frac{70 \cdot P \cdot fcr}{1000}$$

Dónde:

fcr : factor de capacidad relativa, ver tabla 1.

P: Población.

GRAFICO N°6 DISEÑO DEL BIODIGESTOR



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- 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.
- ✓ **Tiempo requerido para digestión de lodos**
- El tiempo requerido para la digestión de lodos varía con la temperatura, para esto se empleará la tabla 2.



CUADRO N°:3

Temperatura c ⁰	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

✓ **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 2.

La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempos referenciales, considerando que existirá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digestor. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión.

c. **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.

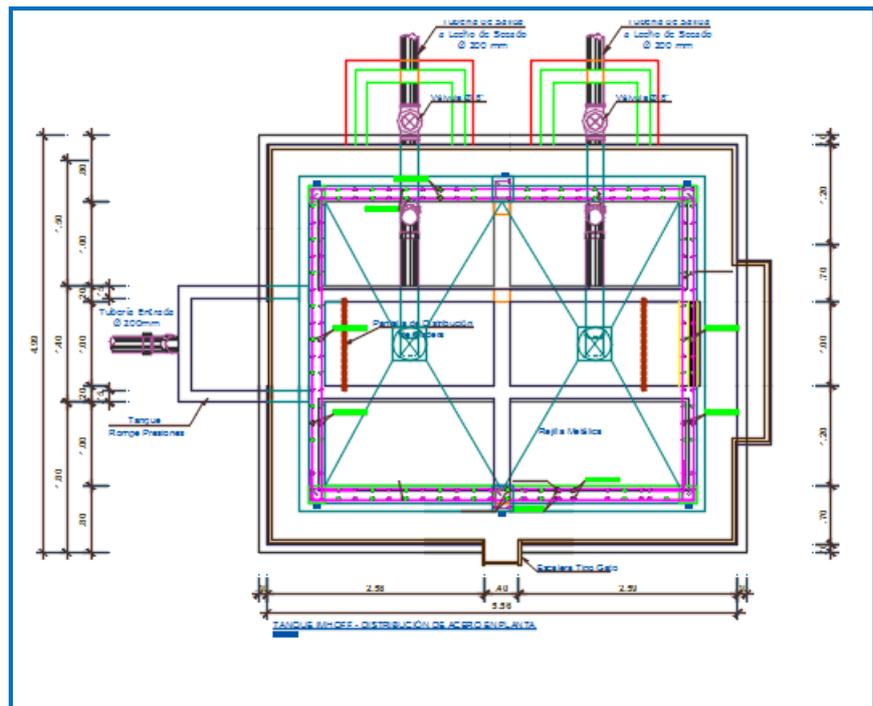
d. **AREA DE VENTILACIÓN Y CAMARA DE NATAS**

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

- ✓ El espaciamiento libre será de 1,0 m como mínimo.

- ✓ La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- ✓ El borde libre será como mínimo de 0,30 cm.

GRAFICO N°7 CAMARA DE E EXTRACCIÓN DE LODOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

e. LECHO DE SECADO DE LODOS

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

- ✓ **Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día).**

$$C = Q \cdot SS \cdot 0.0864$$

Dónde:



SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda,
en mg/l.

Q: Caudal promedio de aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = \frac{\text{Población} * \text{Contribución percapita (grss/hab*día)}}{1000}$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales.

Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab*día).

Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Msd = (0,5 * 0,7 * 0,5 * C) + (0,5 * 0,3 * C)$$

✓ **Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en litros/día).**

$$Vld = \frac{Msd}{\text{plodo} * (\% \text{ de sólidos} / 100)}$$

Dónde:

plodo: Densidad de los lodos, igual a 1,04 Kg/l.

% de sólidos: % de sólidos contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12%.

✓ **Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel, en m³).**

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$



Dónde:

Td: Tiempo de digestión, en días (ver tabla 2).

✓ **Área del lecho de secado (Als, en m²).**

$$Als = \frac{V_e I}{1000}$$

Dónde:

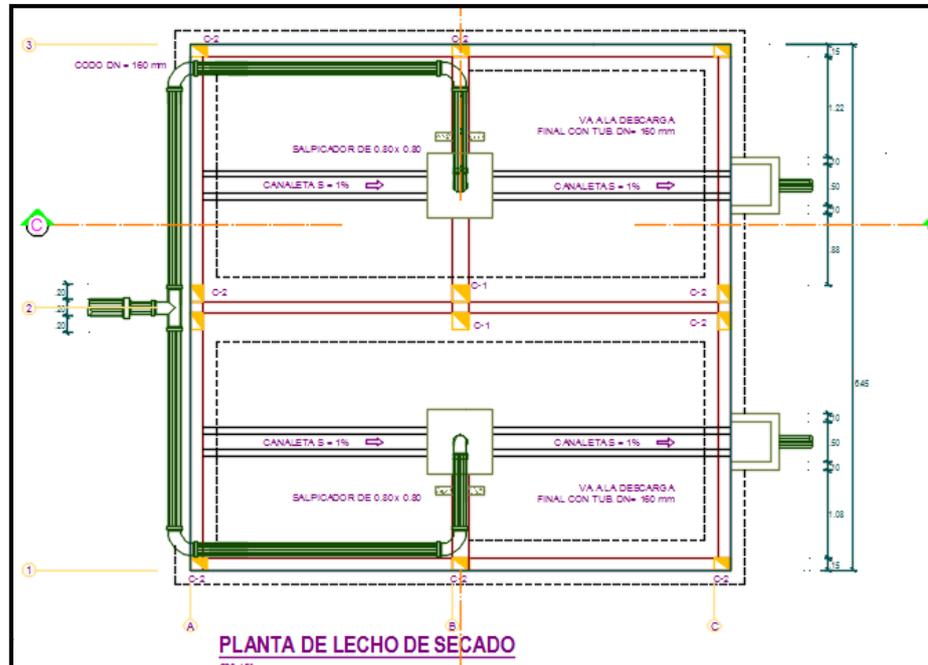
Ha: Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0,40m

✓ El ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m., pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m.

Alternativamente se puede emplear la siguiente expresión para obtener las dimensiones unitarias de un lecho de secado⁶:

Considerando el número de aplicaciones al año, verificar que la carga superficial de sólidos aplicado al lecho de secado se encuentre entre 120 a 200 Kg de sólidos/(m²*año).

GRAFICO N°8 ESTRUCTURA DE SECADO DE LODOS



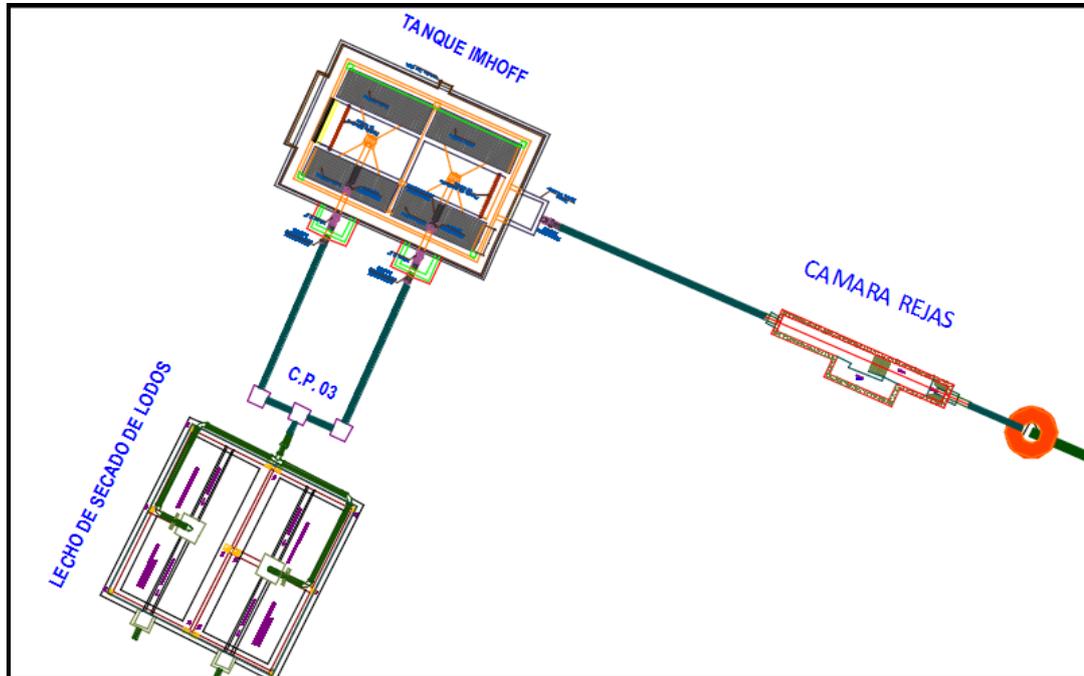
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

f. MEDIO DE DRENAJE

El medio de drenaje es generalmente de 0,30 de espesor y debe tener los siguientes componentes:

- ✓ El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 15 cm. formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2 a 3 cm. llena de arena.
- ✓ La arena es el medio filtrante y debe tener un tamaño efectivo de 0,3 a 1,3 mm., y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5.
- ✓ Debajo de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada entre 1,6 y 51 mm (1/6" y 2") de 0,20 m de espesor.

GRAFICO N°9
VISTA DE ESTRUCTURA DE RECOLECCION DE AGUAS RESIDUALES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS



3.1. TOPOGRAFIA

3.1.1. TRABAJO DE CAMPO

Para realizar el trabajo de campo, se hizo un levantamiento topográfico, en el cual se emplea una poligonal cerrada. Y el uso de un teodolito electrónico, para las lecturas de campo, así como el uso de estacas, wincha, cámara fotográficas.

3.1.2. RECONOCIMIENTO DE ZONA DE ESTUDIO

En la zona de estudio se hizo el recorrido, verificando el área a utilizar para el desarrollo del proyecto, así mismo se tendrá que realizar calicatas para verificar la napa freática y tipo de suelo

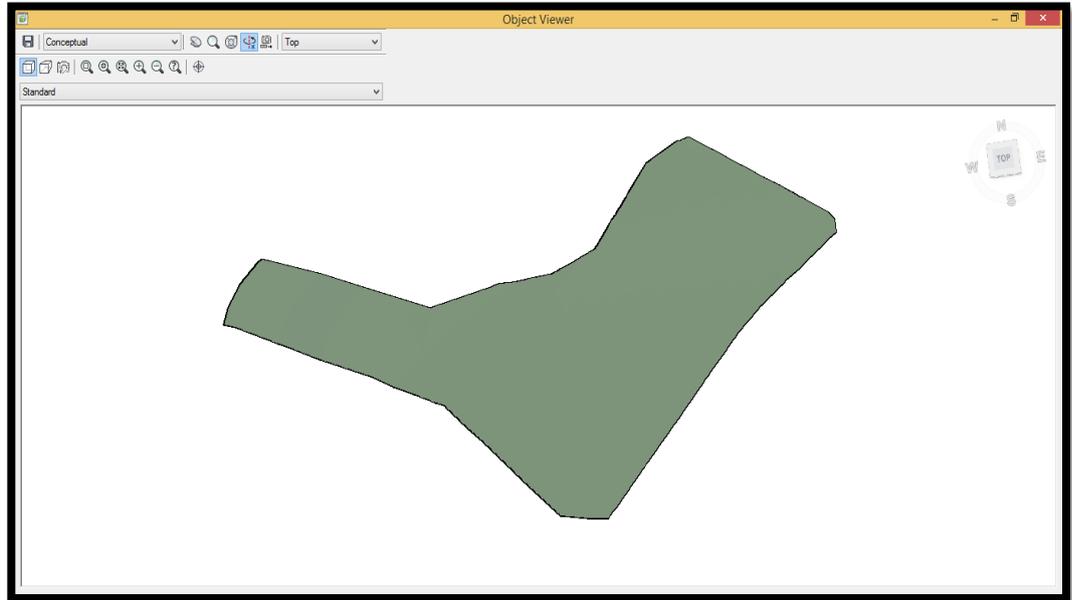
3.1.3. TRABAJO DE GABINETE

- En el trabajo de gabinete se realizaron el procesamiento de puntos del levantamiento topográfico con el software **AUTOCAD CIVIL 3D 2014**, para generar el modelamiento digital del terreno natural de la zona de estudio los cálculos de las redes de alcantarillado tanto para la red principal, así como las conexiones domiciliarias y la planta de tratamiento así como sus planos respectivos.
- Se utilizó el **SOFTWARE SEWERCAD 8I** para la modelamiento hidráulico de las redes ver anexo de modelación hidráulica.
- Se utilizó el software **ARGIS 10.1** para el cálculo de áreas tributarias en los polígonos de thiessen y luego la distribución de De caudales.

3.1.4. RESULTADO DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

GRAFICO N°10

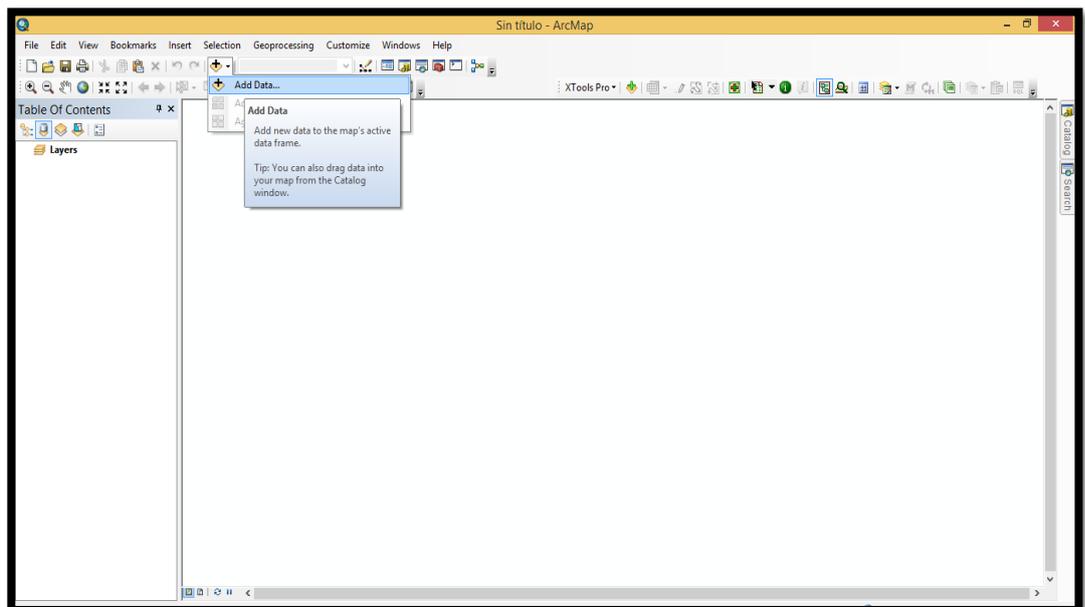
VISTA EN 3D DEL RELIEVE DE TERRENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°11

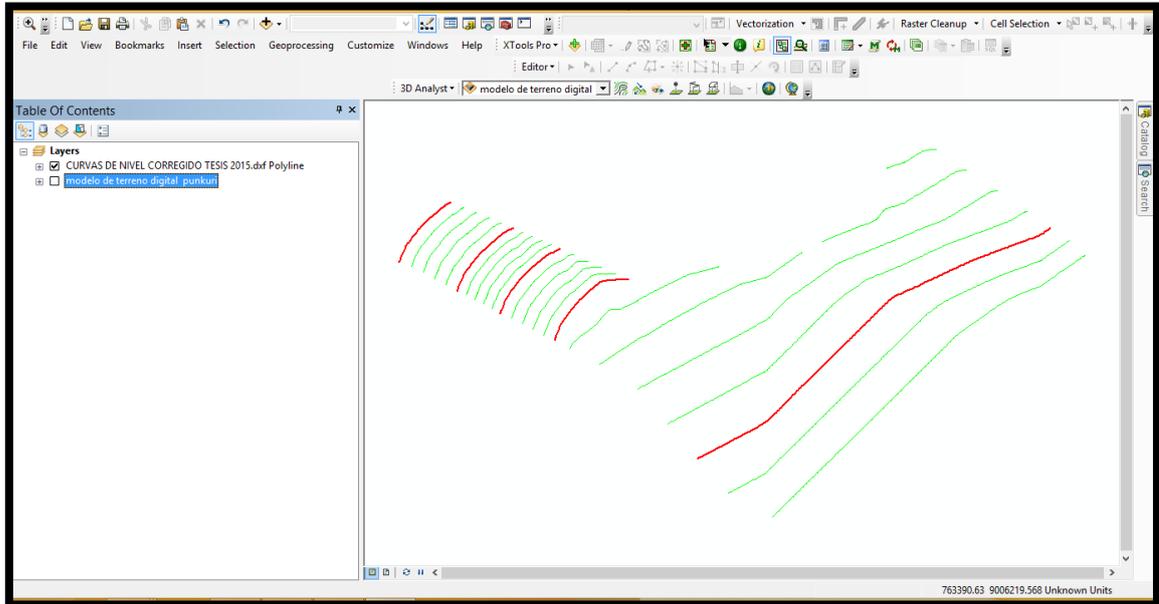
ABRIMOS EL ARCHIVOS DE CURVAS NIVEL CON SOTWARE ARGIS 10.1



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°12

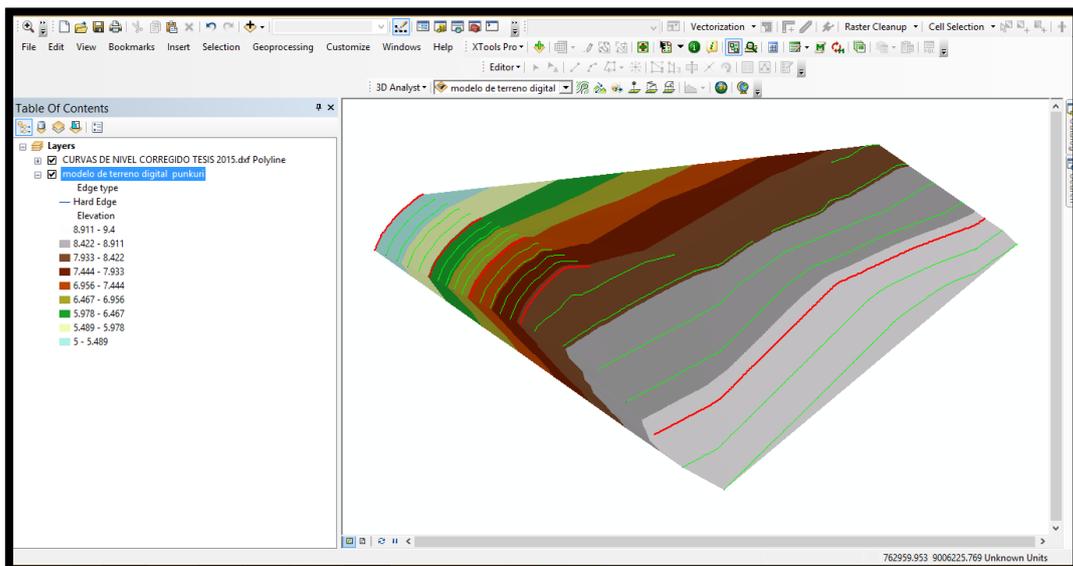
AGREGAMOS EL ARCHIVO DE CAD ARGIS 10.1 PARA CREAR UN ARCHIVO SHAPEFILE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°13

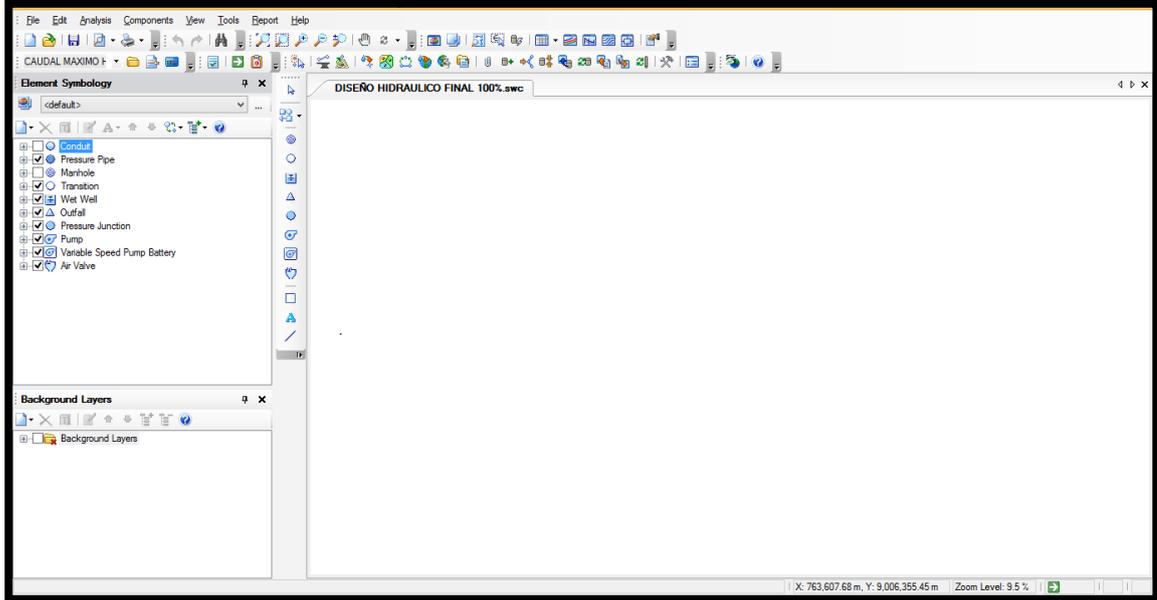
CREACION DE UN ARCHIVOS SHAPEFILE PARA EXTRAER LAS ELEVACIONES EN LAS CAMARAS DE INSPECCIÓN CON LA HERRAMIENTA TREX DEL SOTWARE SEWERCAD 8I



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°14

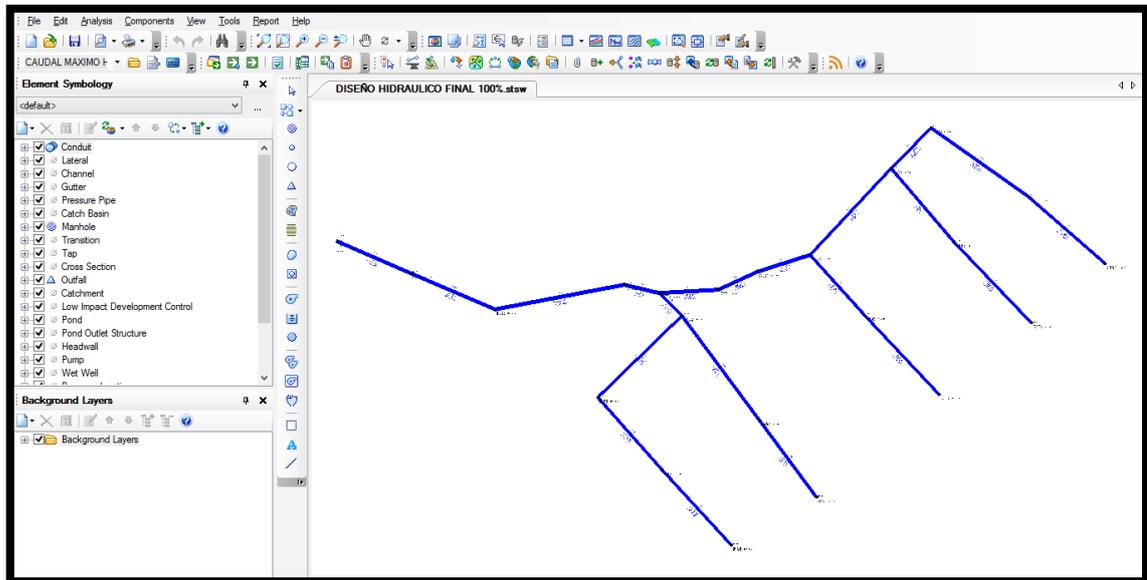
ABRIMOS UN ESPACIO DE TRABAJO CON SOTWARE SEWERCAD 8I



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°15

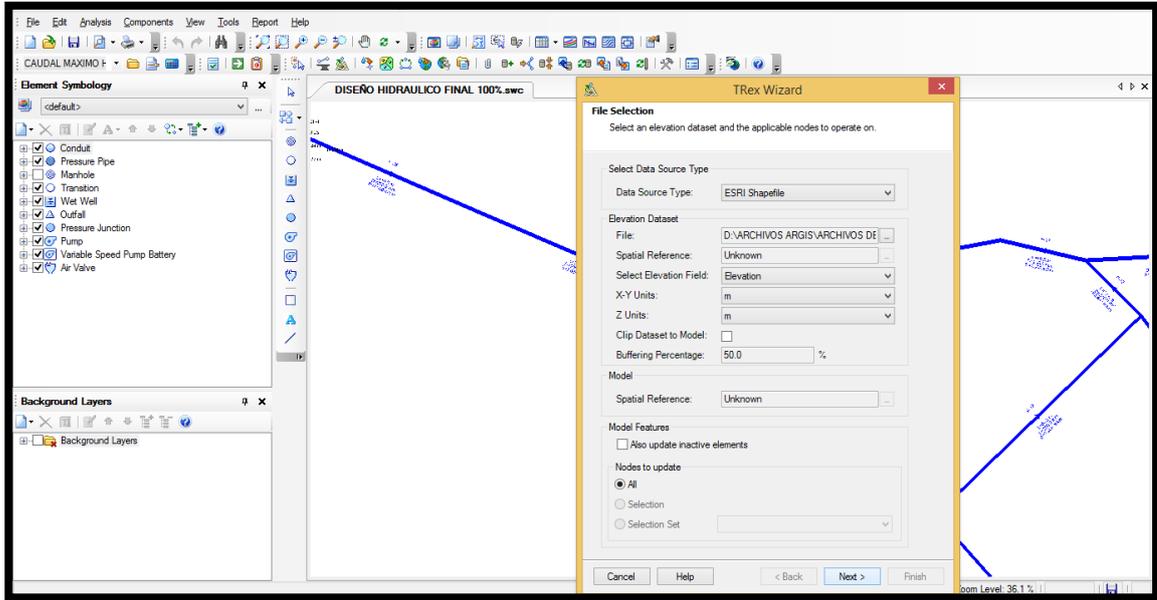
TRAZAMOS LA RED DE ALCANTARILLADO DE ACUERDO AL TERRENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°16

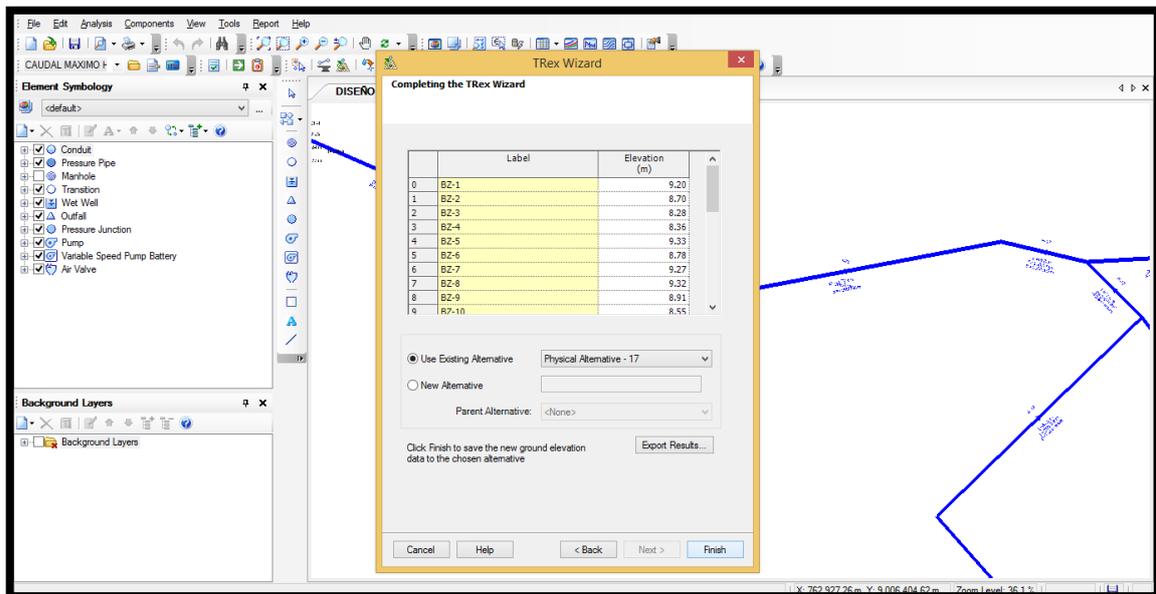
CARGAMOS EL ARCHIVO SHAPEFILE DONDE HEMOS GUARDADO LAS ELEVACIONES CON LA HERRAMIENTA TREX



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°17

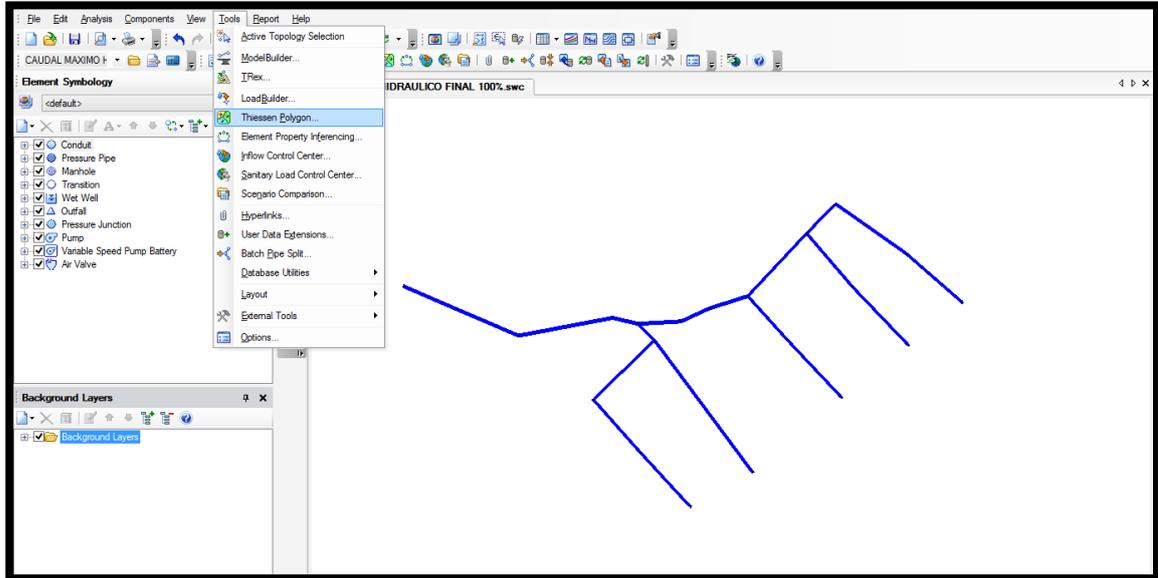
VISUALIZACION LA INTERPOLACION DE ELEVACIONES EN BUZONES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°18

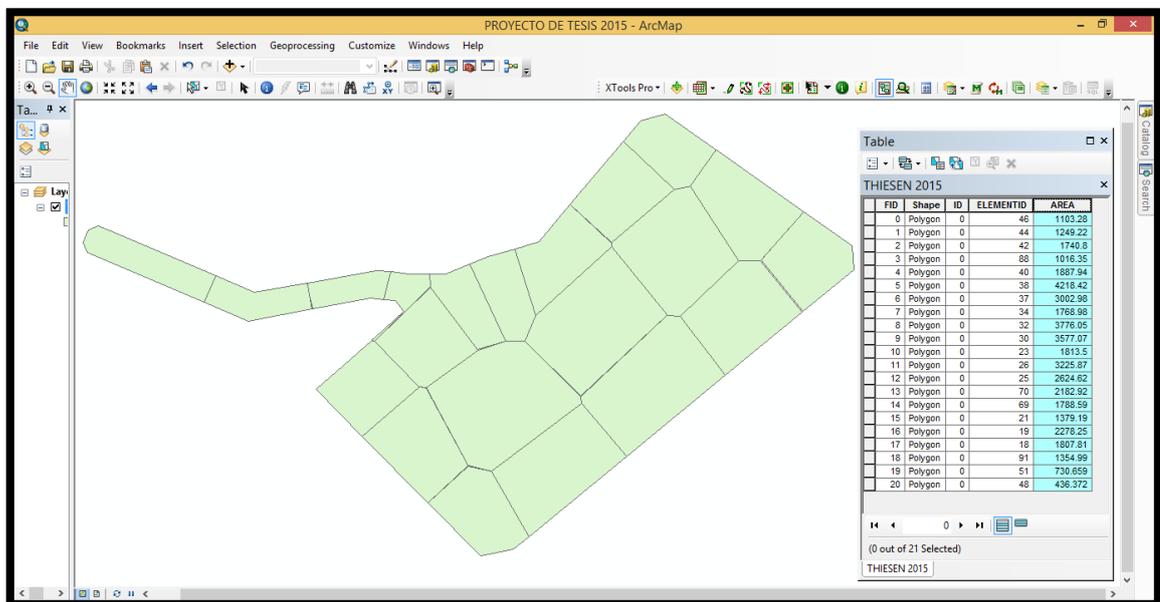
CREACIÓN DE LOS POLIGONOS DE THIESEN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°19

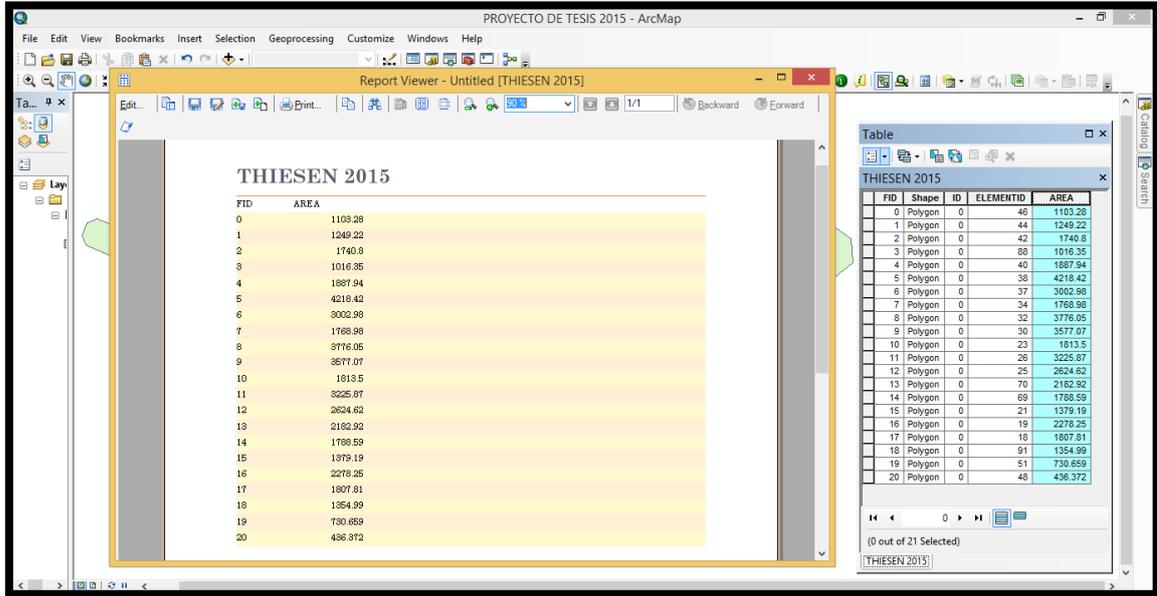
CÁLCULO DE AREAS POR CADA CAMARA INSPECCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°20

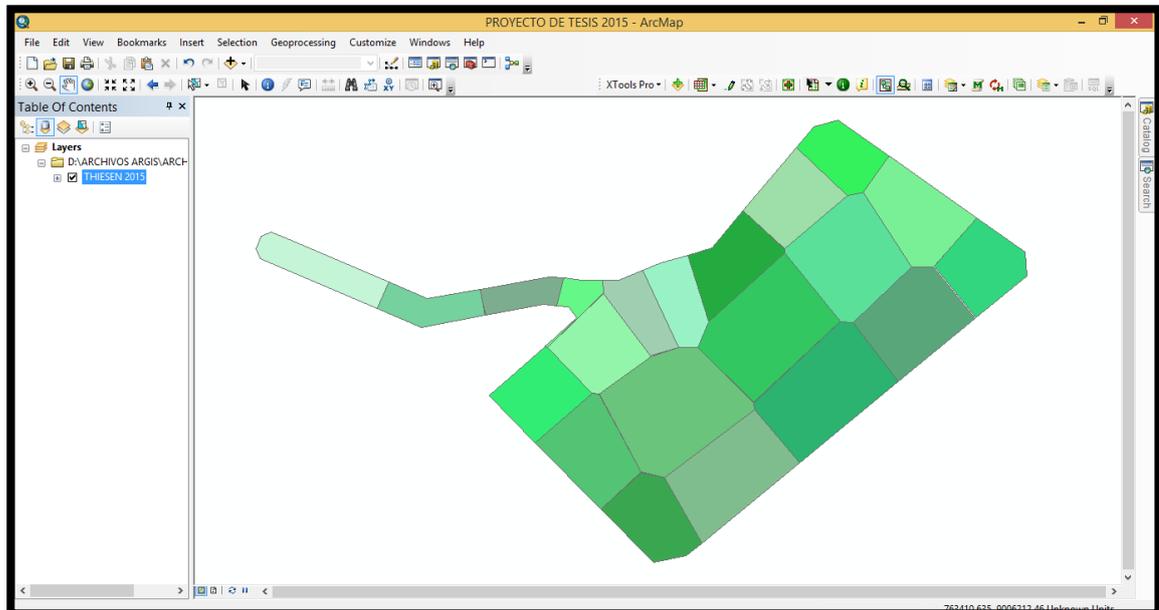
EXPORTACION DE RESULTADOS A EXCEL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°21

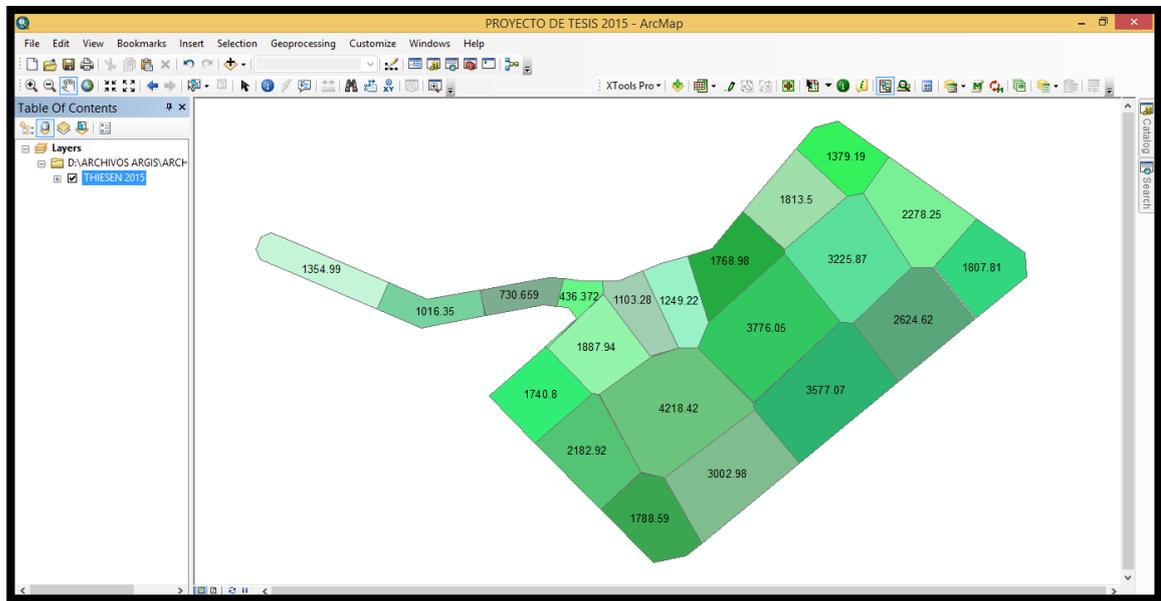
DISTRIBUCIÓN DE AREAS EN ARGIS 10.1



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°22

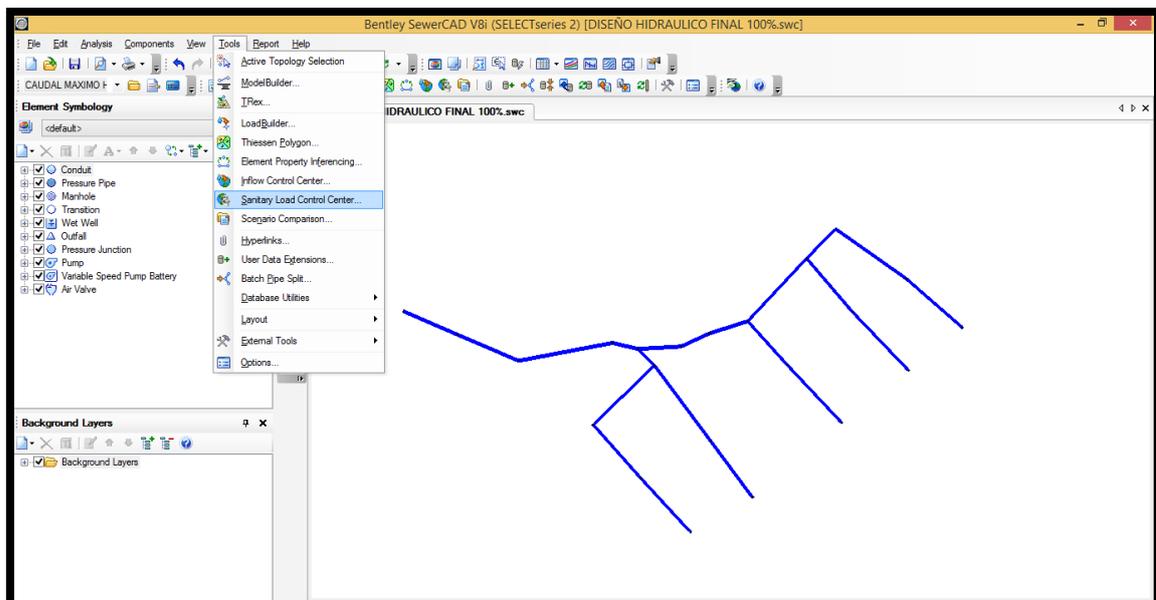
VISUALIZACIÓN DE AREAS EN LAS CAMARA INSPECCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°23

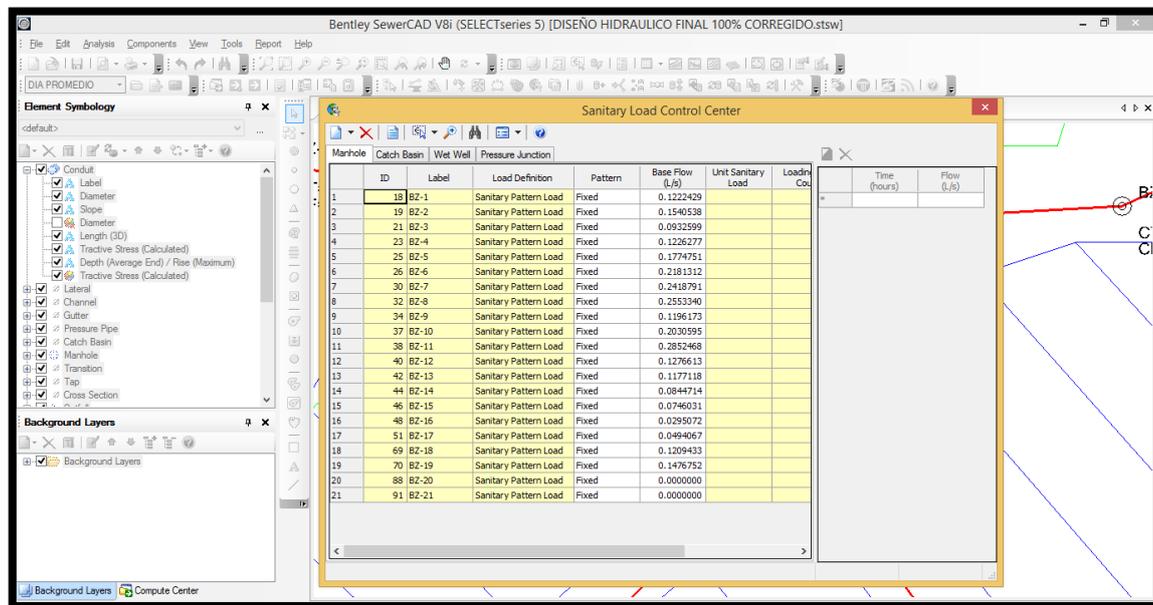
INGRESO DE LOS CAUDALES DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°24

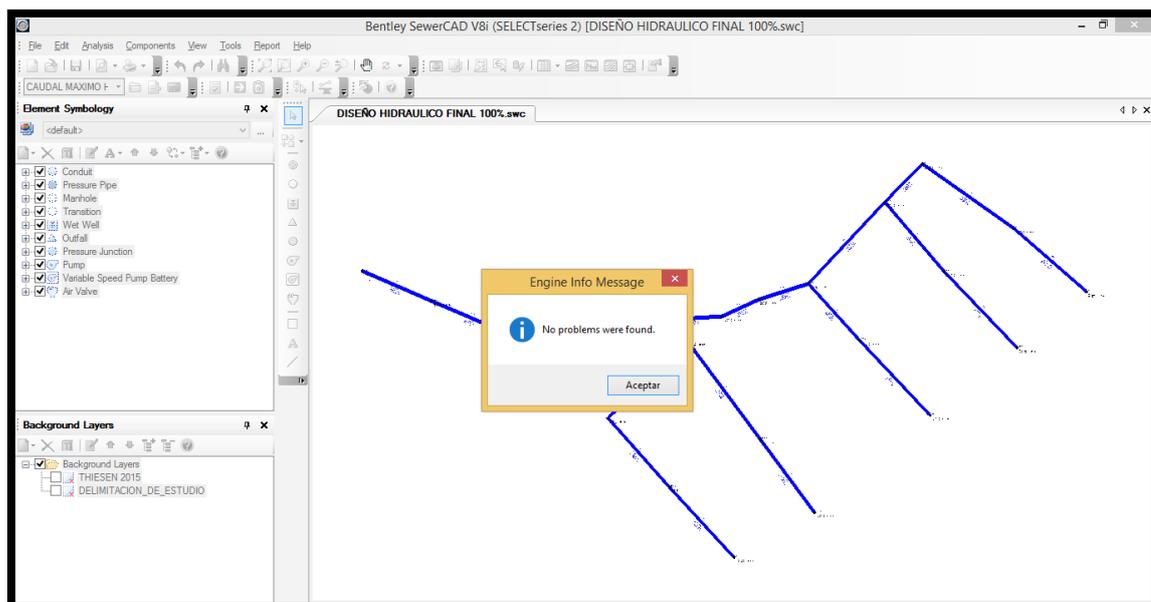
VISUALIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN CADA CAMARA DE INSPECCIÓN DE INSPECCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO N°25

VALIDACIÓN DEL MODELO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.2. GEOLOGÍA

3.2.1. GEOLOGIA LOCAL

Con respecto al estudio hidrológico del Sector Punkuri del AA.HH. San Carlos y en general del Distrito de Santa, se tendrá en cuenta las avenidas del dren el lavandero que pasa cerca de la planta de tratamiento de las aguas residuales, en épocas de verano por la crecida en el volumen de agua del río santa se desborda a esa zona, así mismo se tendrá cuidado con los desbordes producidos,

3.3. HIDROLOGIA

3.3.1. INTRODUCCION

Con respecto al estudio hidrológico en el sector Punkuri del AA.HH. San Carlos y en general en el distrito de Santa, se tendrá en cuenta las avenidas del río santa que pasa por el valle y podría inundar la planta de tratamiento de las aguas residuales el cual con el fenómeno del niño se desborda y a niega esa zona.

3.3.2. HIDROLOGIA REGIONAL

Los ríos Santa, Lacramarca, Nepeña y Casma llevan la totalidad de aguas superficiales de la MicroRegión.

El río santa es el más importante y su caudal es permanente.

Los ríos Nepeña y Casma llevan poca agua, quedando secos durante varios meses del año. Sus caudales cubren apenas las necesidades actuales de las irrigaciones.

3.3.3. HIDROLOGIA DE LA ZONA

3.3.3.1. NIVEL FREATICO DE LA ZONA

Los suelos evaluados para las obras previstas son de baja compacidad y resistencia que aumenta cuando se profundiza, no ubicándose nivel freático a las profundidades de tendido de la red de desagüe, el nivel freático superior a los 1.00 metros de profundidad.



CAPITULO IV

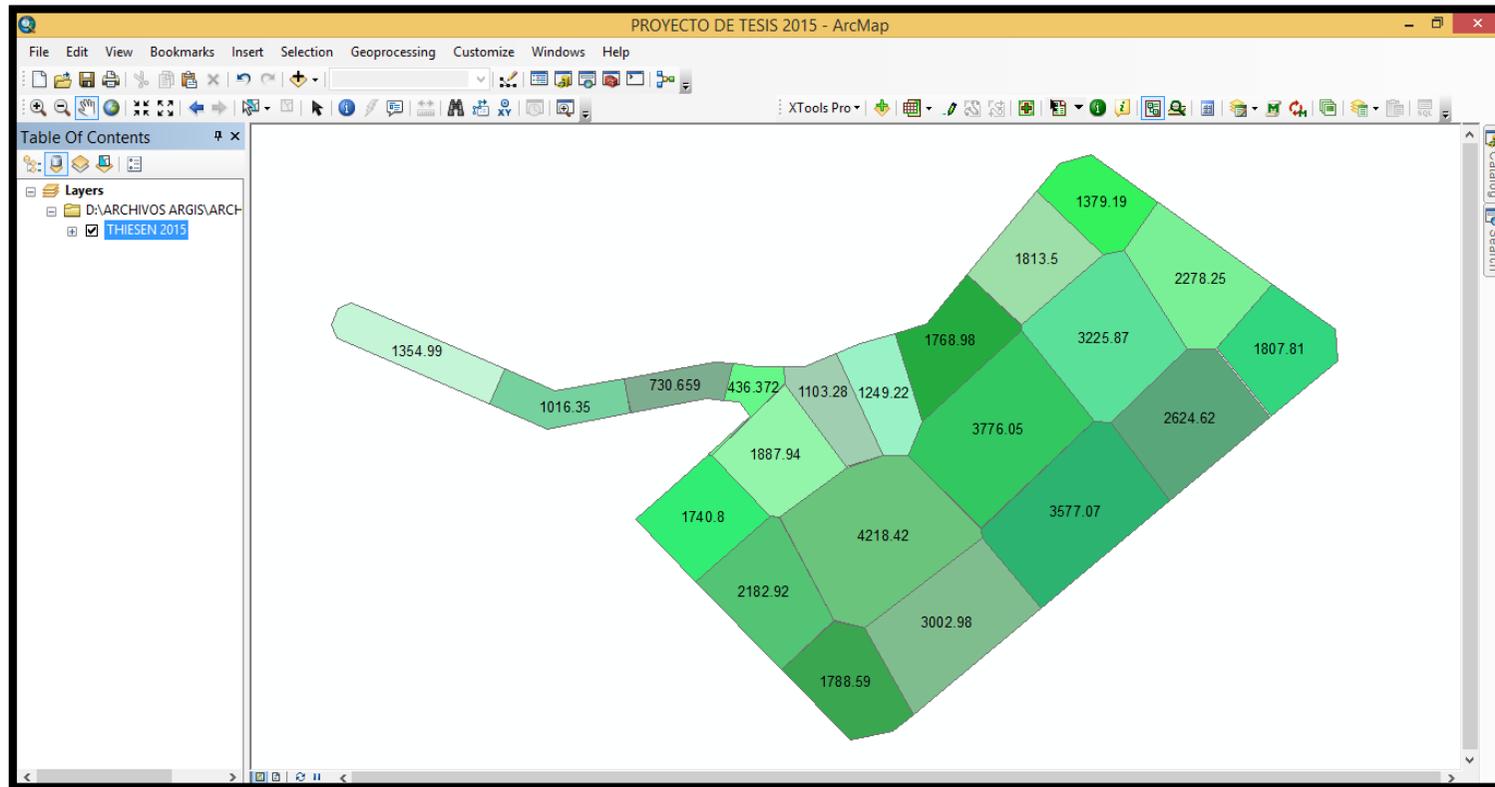
RESULTADOS Y DISCUSIONES



4.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

GRAFICO N°26

METODO DE ÁREAS TRIBUTARIAS POR POLIGONOS DE THIESEN



FUENTE:ELABORACIÓN PROPIA



4.1.1. CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

4.1.1.1. CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO DEL PROYECTO

CALCULO DE CAUDALES POR EL METODO DE AREAS TRIBUTARIAS PARA CADA CAMARA DE INSPECCION

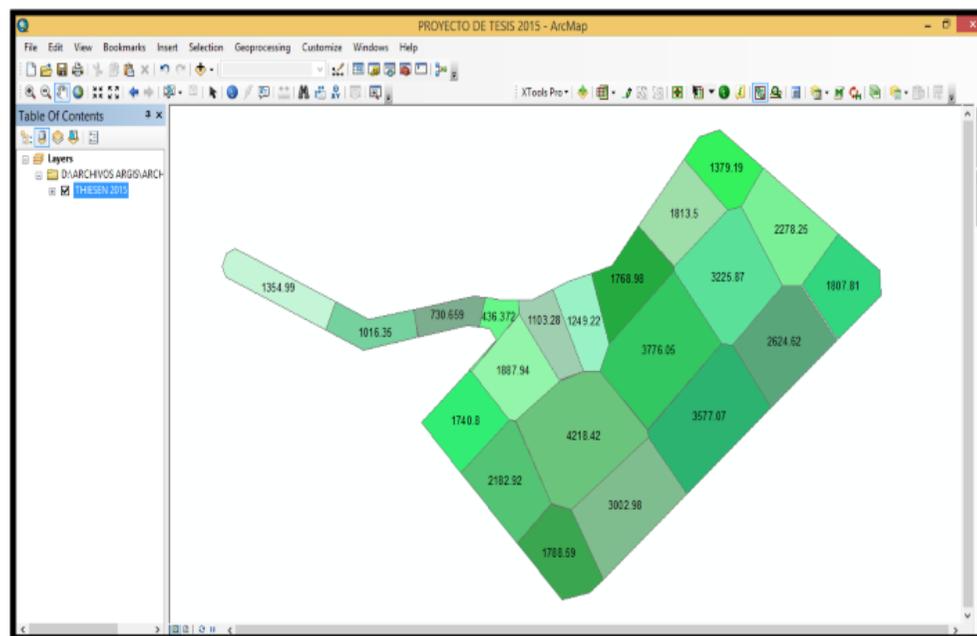
POBLACION ACTUAL	522 HAB.	COEFICIENTE DE RETORNO (C)	80.00 %
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS	CAUDAL PROMEDIO (QP)	1.10 LT/SEG
TASA DE CRECIMIENTO	1.596 %	CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD)	1.43 LT/SEG
POBLACION DE DISEÑO	539 HAB.	CAUDAL MAXIMO HORARIO (QMH)	2.74 LT/SEG
DOTACIÓN	220 LT/HAB/DÍA	CAUDAL DEMANDA DESAGUE (q) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2.74 LT/SEG
LONG. TOTAL REDES	1032.80 M		
COEF. DE MANNING TUB.	0,010		
COEF. VARIC. DIARIA K1	1.3		
COEF. VARIC. HORARIA K2	2.5		



GRAFICO N°27

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES POR EL MÉTODO DE AREAS TRIBUTARIAS

BUZONES	AREA(M2)	area(ha)	Qdistribucion(Lt/s)
BZ-1	1807.81	0.1807810	0.1222429
BZ-2	2278.25	0.2278250	0.1540538
BZ-3	1379.19	0.1379190	0.0932599
BZ-4	1813.50	0.1813500	0.1226277
BZ-5	2624.62	0.2624620	0.1774751
BZ-6	3225.87	0.3225870	0.2181312
BZ-7	3577.07	0.3577070	0.2418791
BZ-8	3776.05	0.3776050	0.2553340
BZ-9	1768.98	0.1768980	0.1196173
BZ-10	3002.98	0.3002980	0.2030595
BZ-11	4218.42	0.4218420	0.2852468
BZ-12	1887.94	0.1887940	0.1276613
BZ-13	1740.80	0.1740800	0.1177118
BZ-14	1249.22	0.1249220	0.0844714
BZ-15	1103.28	0.1103280	0.0746031
BZ-16	436.37	0.0436372	0.0295072
BZ-17	730.66	0.0730659	0.0494067
BZ-18	1788.59	0.1788590	0.1209433
BZ-19	2183.92	0.2183920	0.1476752
BZ-20	0.00	0.0000000	0.0000000
BZ-21	0.00	0.0000000	0.0000000
	40593.521000	4.0593521	2.74



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



4.1.1.2. CÁLCULO DE DIAMÉTROS DE COLECTORES

CÁLCULO DE DIAMÉTROS DE COLECTORES DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL SECTOR PUNKURI DEL AA.HH SAN CARLOS								
TUBERIAS	LONGITUD(m)	N.INICIAL	N.FINAL	MATERIAL	MANNING'S	DIAMETRO	DEMANDA	PENDIENTE (S=‰)
P-1	56.571	BZ-1	BZ-2	PVC	0.010	200	0.122243	8.501
P-2	65.641	BZ-2	BZ-3	PVC	0.010	200	0.276297	6.598
P-3	31.462	BZ-3	BZ-4	PVC	0.010	200	0.369557	5.000
P-4	61.919	BZ-5	BZ-6	PVC	0.010	200	0.177475	8.753
P-5	53.642	BZ-6	BZ-4	PVC	0.010	200	0.395606	12.189
P-6	60.382	BZ-7	BZ-8	PVC	0.010	200	0.241879	6.839
P-7	44.848	BZ-8	BZ-9	PVC	0.010	200	0.497213	13.532
P-8	65.602	BZ-9	BZ-10	PVC	0.010	200	0.887791	5.000
P-9	53.357	BZ-4	BZ-10	PVC	0.010	200	0.203059	6.606
P-10	71.894	BZ-11	BZ-12	PVC	0.010	200	0.488306	9.312
P-11	64.823	BZ-12	BZ-13	PVC	0.010	200	0.38633	5.000
P-12	30.582	BZ-14	BZ-13	PVC	0.010	200	1.504621	5.000
P-13	23.720	BZ-10	BZ-15	PVC	0.010	200	1.589092	5.000
P-14	32.695	BZ-15	BZ-16	PVC	0.010	200	1.663696	5.000
P-15	17.767	BZ-16	BZ-17	PVC	0.010	200	1.002298	8.414
P-16	19.829	BZ-13	BZ-17	PVC	0.010	200	2.6955010	5.000
P-17	56.086	BZ-17	BZ-18	PVC	0.010	200	0.1209430	5.712
P-18	54.195	BZ-19	BZ-11	PVC	0.010	200	0.268619	5.217
P-19	72.602	BZ-20	BZ-21	PVC	0.010	200	2.7444907	5.000
P-20	50.600	BZ-21	BZ-14	PVC	0.010	200	2.7444907	5.000
P-21	44.580	BZ-22	BZ-1	PVC	0.010	200	2.7444907	5.000

FUENTE: ELABORACION PROPIA



4.1.1.3. CÁLCULO DE VELOCIDADES

CÁLCULO DE VELOCIDADES DE TUBERIAS DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL SECTOR PUNKURI DEL AA.HH SAN CARLOS									
TUBERIAS	LONGITUD(m)	N.INICIAL	N.FINAL	MATERIAL	CAUDAL A TUBO LLENO	CAUDAL DE DISEÑO	VELOCIDAD(m/s)	ANGULO DE DEFLEXION	y/D(%)
P-1	56.571	BZ-1	BZ-2	PVC	39.3116002	35.8473711	0.57	0.102270	14.60
P-2	65.641	BZ-2	BZ-3	PVC	34.6343022	31.5822473	0.54	1.410574	16.10
P-3	31.462	BZ-3	BZ-4	PVC	30.1496076	27.4927544	0.43	0.027700	20.60
P-4	61.919	BZ-5	BZ-6	PVC	39.8911684	36.3758664	0.63	0.056373	14.00
P-5	53.642	BZ-6	BZ-4	PVC	47.0731635	42.9249674	0.53	1.687787	19.00
P-6	60.382	BZ-7	BZ-8	PVC	35.2600314	32.1528358	0.58	0.020420	15.10
P-7	44.848	BZ-8	BZ-9	PVC	49.6003498	45.2294522	0.77	1.149189	13.70
P-8	65.602	BZ-9	BZ-10	PVC	30.1496076	27.4927544	0.57	0.510957	27.30
P-9	53.357	BZ-4	BZ-10	PVC	34.6544184	31.6005909	0.57	0.000892	15.10
P-10	71.894	BZ-11	BZ-12	PVC	41.1460119	37.5201301	0.54	0.145927	18.30
P-11	64.823	BZ-12	BZ-13	PVC	30.1496076	27.4927544	0.46	1.579445	19.30
P-12	30.582	BZ-14	BZ-13	PVC	30.1496076	27.4927544	0.74	0.122819	30.40
P-13	23.720	BZ-10	BZ-15	PVC	30.1496076	27.4927544	0.75	0.376413	30.60
P-14	32.695	BZ-15	BZ-16	PVC	30.1496076	27.4927544	0.64	0.290474	35.40
P-15	17.767	BZ-16	BZ-17	PVC	39.1099694	35.6635084	0.8	0.555154	21.60
P-16	19.829	BZ-13	BZ-17	PVC	30.1496076	27.4927544	0.86	0.422751	40.20
P-17	56.086	BZ-17	BZ-18	PVC	32.2241954	29.3845247	0.51	0.018736	15.80
P-18	54.195	BZ-19	BZ-11	PVC	30.7978701	28.0838905	0.52	1.520274	16.60
P-19	72.602	BZ-20	BZ-21	PVC	30.1496076	27.4927544	0.87	0.595141	40.20
P-20	50.600	BZ-21	BZ-14	PVC	30.1496076	27.4927544	0.87	0.005044	40.20
P-21	44.580	BZ-22	BZ-1	PVC	30.1496076	27.4927544	0.87	0.000000	40.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



4.1.1.4. CÁLCULO DE TENSIÓN TRACTIVA

CÁLCULO DE TENSIÓN TRACTIVA DE TUBERIAS DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL SECTOR PUNKURI DEL AA.HH SAN CARLOS						
TUBERIAS	LONGITUD(m)	N.INICIAL	N.FINAL	y/D(%)	PENDIENTE (S=‰)	TENSION TRACTIVA N/M2
P-1	56.571	BZ-1	BZ-2	14.60	8.501	1.441
P-2	65.641	BZ-2	BZ-3	16.10	6.598	1.23
P-3	31.462	BZ-3	BZ-4	20.60	5.000	1.014
P-4	61.919	BZ-5	BZ-6	14.00	8.753	1.492
P-5	53.642	BZ-6	BZ-4	19.00	12.189	2.04
P-6	60.382	BZ-7	BZ-8	15.10	6.839	1.254
P-7	44.848	BZ-8	BZ-9	13.70	13.532	2.265
P-8	65.602	BZ-4	BZ-9	27.30	5.000	1.401
P-9	53.357	BZ-10	BZ-11	15.10	6.606	1.208
P-10	71.894	BZ-11	BZ-12	18.30	9.312	1.691
P-11	64.823	BZ-13	BZ-12	19.30	5.000	1.018
P-12	30.582	BZ-9	BZ-14	30.40	5.000	1.688
P-13	23.720	BZ-14	BZ-15	30.60	5.000	1.698
P-14	32.695	BZ-15	BZ-16	35.40	5.000	1.706
P-15	17.767	BZ-12	BZ-16	21.60	8.414	2.129
P-16	19.829	BZ-16	BZ-17	40.20	5.000	2.104
P-17	56.086	BZ-18	BZ-19	15.80	5.712	1.056
P-18	54.195	BZ-19	BZ-13	16.60	5.217	1.023
P-19	72.602	BZ-17	BZ-20	40.20	5.000	2.108
P-20	50.600	BZ-20	BZ-21	40.20	5.000	2.108
P-21	44.580	BZ-21	OF-1	40.20	5.000	2.108

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



4.1.1.5. CUADRO DE BUZONES

REPORTE DE BUZONES				
ESTRUCTURA	COTA TAPA	COTA FONDO	ALTURA(H)	DIAMETRO(m)
BZ-1	9.20	8.00	1.20	1.5
BZ-2	8.72	7.52	1.20	1.5
BZ-3	8.28	7.08	1.20	1.5
BZ-4	8.36	6.93	1.43	1.5
BZ-5	9.32	8.12	1.20	1.5
BZ-6	8.78	7.58	1.20	1.5
BZ-7	9.32	8.12	1.20	1.5
BZ-8	8.91	7.71	1.20	1.5
BZ-9	8.55	6.60	1.95	1.5
BZ-10	9.27	8.07	1.20	1.5
BZ-11	8.92	7.72	1.20	1.5
BZ-12	8.47	7.05	1.43	1.5
BZ-13	8.57	7.37	1.20	1.5
BZ-14	8.48	6.45	2.03	1.5
BZ-15	8.44	6.33	2.11	1.5
BZ-16	8.37	6.17	2.20	1.5
BZ-17	8.26	6.07	2.20	1.5
BZ-18	9.18	7.98	1.20	1.5
BZ-19	8.86	7.66	1.20	1.5
BZ-20	8.11	5.70	2.41	1.5
BZ-21	7.40	5.45	1.95	1.5
OF-1	6.43	5.23	1.20	PTAR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



4.2. PLANTA DE TRATAMIENTO

4.2.1. DISEÑO DE TANQUE IMHOFF Y LECHO DE SECADO

TANQUE DEL TIPO IMHOFF

1 Cálculo del caudal de diseño:

<i>Número de familias</i>	=	87	fml.	<i>Tasa de crecimiento</i>	=	1.596
<i>Número de persona por familia</i>	=	6	p/f	<i>Período de diseño</i>	=	20 años
<i>Población actual</i>	=	522	Hab.	<i>Dotación</i>	=	220 l/p/d
<i>Temperatura</i>	=	15	°C	<i>% de contribución</i>	=	80 %

$$\text{Población Futura} = Pf = Pa \left(1 + \frac{r \times t}{1000} \right)$$

$$Pf = 539 \text{ Hab.}$$

$$\text{Caudal de Diseño} = Qd = \frac{Pf \times \text{Dotación}}{1000} \times \% \text{Contribución}$$

$$Qd = 94.86 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Qd = 3.95 \text{ m}^3/\text{Hora}$$



2 **Diseño del sedimentador:**

Área del sedimentador (A_s , en m^2)

$$A_s = \frac{Qd}{C_s}$$

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

C_s = $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{hora})$

$$A_s = 3.95 \text{ m}^2$$

Período de retención hidráulico (R)

R = Período de retención hidráulica, entre 1.5 a 2.5 horas (recomendable 2 horas).

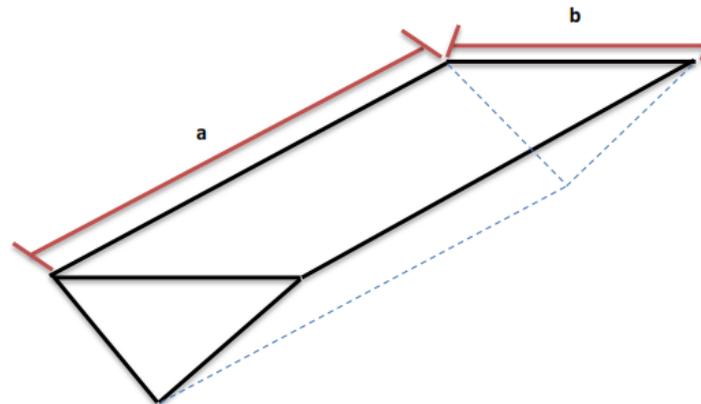
$$R = 2 \text{ Horas}$$

Volumen del sedimentador (V_s , en m^3)

$$V_s = Qd \times R$$

$$V_s = 7.9 \text{ m}^3$$

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50 a 60 .





La relacion entre Longitud y Ancho del Sedimentador es igual a 4 por lo tanto:

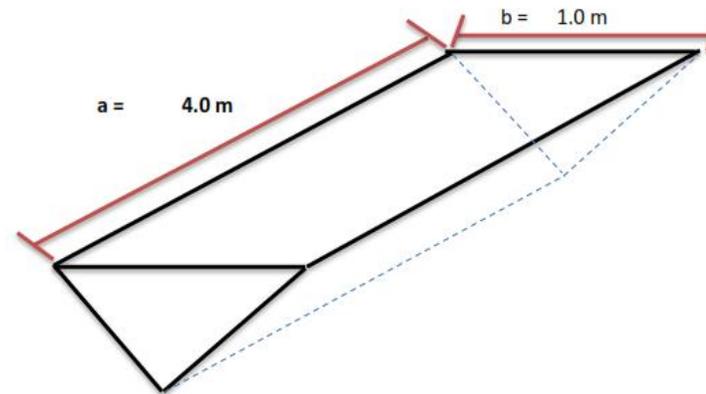
$$a / b = 4 \quad \Rightarrow \quad a = 4b$$

$$\text{Área} = a \times b = 4b \times b = 4 b^2$$

Luego :

$$b = \left[\frac{\text{Área}}{4} \right]^{1/2}$$

b =	1	m
a =	4	m

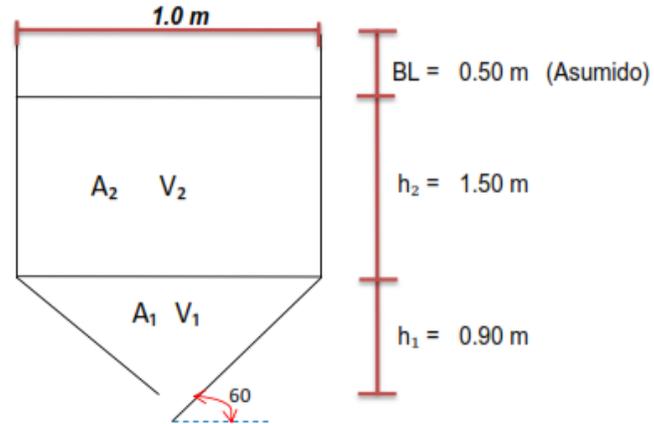


En la arista central se debe dejar una abertura para paso de los sólidos removidos hacia el digestor, esta abertura será de 0,15 a 0,20 m.

Uno de los lados deberá prolongarse, de 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.



④ **Cálculo de alturas cámara de sedimentación:**



Datos:

V =	7.9	m ³
a =	4	m
b =	1	m

De la figura anterior deducimos:

$$\operatorname{tg}60 = \frac{\sqrt{3}}{1} = \frac{h_1}{b/2}$$

$$h_1 = \sqrt{3} \times b/2$$

$$\underline{\underline{h_1 = 0.90 \text{ m}}}$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$V_1 = h_1 \times a \times b/2$$

$$\underline{\underline{V_1 = 1.8}}$$

$$V_2 = h_2 \times a \times b$$

$$h_2 = \frac{V - V_1}{a \times b}$$

$$\underline{\underline{h_2 = 1.50 \text{ m}}}$$



4 **Diseño del digestor:**

Volumen de almacenamiento y digestión (V_d , en m^3)

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Temperatura °C	Factor de Capacidad Relativa (fcr)
5	2
10	1.4
15	1
20	0.7
25 <	0.5

$$V_d = \frac{70 \times P \times fcr}{1000}$$

Donde:

fcr = Factor de capacidad relativa

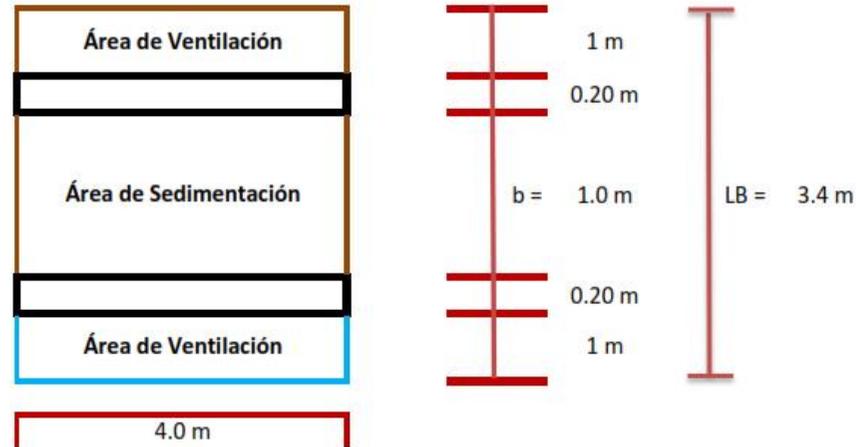
P = Población

$$\begin{aligned} \text{Temperatura } ^\circ\text{C} &= 15 \quad ^\circ\text{C} \\ fcr &= 1 \\ \mathbf{V_d} &= \mathbf{38 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

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 los siguientes criterios:

- El espaciamiento libre será de 1,0 m como mínimo.
- La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre será como mínimo de 0,30 cm.



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.

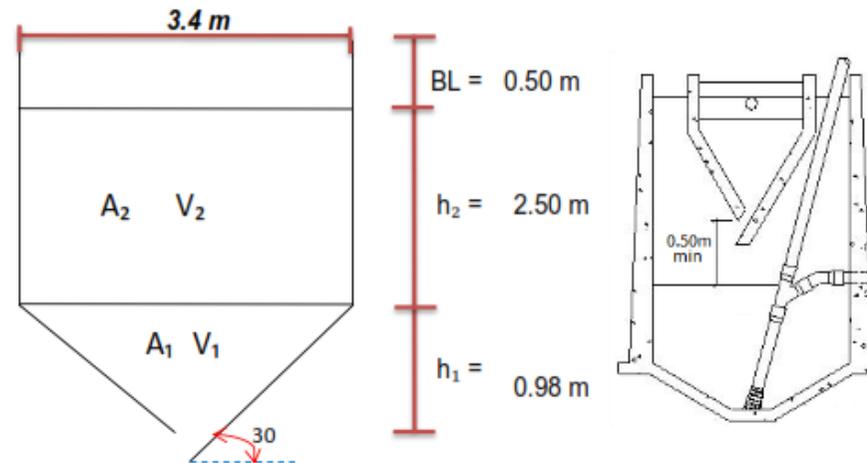
$$\begin{aligned} \text{Área Superficial} = a \times LB &= \underline{\underline{13.6 \text{ m}^2}} \\ \text{Área de Ventilación (Av)} &= \underline{\underline{8 \text{ m}^2}} \end{aligned}$$

Verificamos si Av es más del 30% del área total del tanque:

$$\text{Av} / \text{A superficial} = \underline{\underline{59 \% \text{ Cumple}}}$$



Cálculo de alturas con respecto a (Nótese que se ah cambiado el ángulo)



Datos:

V =	38 m ³	m ³
a =	4.0	m
b =	3.4	m

De la figura anterior deducimos:

$$\operatorname{tg}(30) = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{h_1}{b/2}$$

$$h_1 = \frac{\sqrt{3} \times b/2}{3}$$

$$\underline{\underline{h_1 = 0.98 \text{ m}}}$$

$$Vd = V_1 + V_2$$

$$V_1 = h_1 \times a \times b/3$$

$$\underline{\underline{V_1 = 4.44}}$$

$$V_2 = h_2 \times a \times b$$

$$h_2 = \frac{Vd - V_1}{a \times b}$$

$$\underline{\underline{h_2 = 2.50 \text{ m}}}$$



5 Lecho de secados de lodos:

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

a) Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día)

$$C = Q \times SS \times 0.0864$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.

Q: Caudal promedio de aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = \frac{\text{Población} \times \text{Contribución Percápita}}{1000} \text{ (grSS/Hab} \times \text{día)}$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales.

Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab*día).

$$\begin{array}{l} \text{Asumiendo SS} = 90 \text{ g. hab./día} \\ \text{Población} = 539 \text{ hab.} \end{array} \quad \text{según reglamento nacional edificaciones os-}$$

$$C = 49 \text{ Kg SS/día}$$

b) Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C)$$



5 Lecho de secados de lodos:

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

a) Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día)

$$C = Q \times SS \times 0.0864$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.

Q: Caudal promedio de aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = \frac{\text{Población} \times \text{Contribución Percápita}}{1000} \text{ (grSS/Hab} \times \text{día)}$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales.

Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab*día).

Asumiendo SS	=	90	g. hab./día	según reglamento nacional edificaciones os-
Población	=	539	hab.	

$$C = 49 \text{ Kg SS/día}$$

b) Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C)$$

$$Msd = 15.93 \text{ Kg SS/día}$$



e) Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel, en m³)

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 2.

La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempos referenciales considerando que existirá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digester. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión.

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.

$$Vel = \frac{Vld \times Td}{1000}$$

Td: Tiempo de digestión, en días (ver tabla).

$$Vel = 14.17 \text{ m}^3$$

f) Área del lecho de secado (Als, en m²).

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Donde:

Ha: Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0,40 m

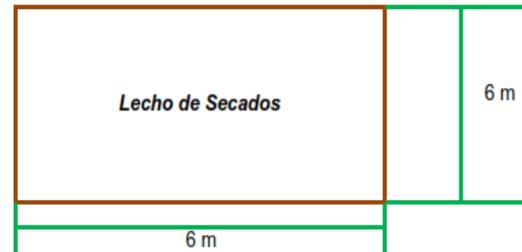
$$Ha = 0.4$$

$$Als = 35.425 \text{ m}^2$$

El ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m., pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m.



Luego: $Asumimos = 6 \text{ m}$
 $Largo = 6$



Alternativamente se puede emplear la siguiente expresión para obtener las dimensiones unitarias de un lecho de secado:

$$\frac{\text{Rendimiento volumétrico del digestor (M3 /Nº personas)}}{\text{Nº de aplicaciones (años) x profundidad inundación (m)}} = \frac{\text{m}^2 \text{ de lecho}}{\text{habitante}}$$

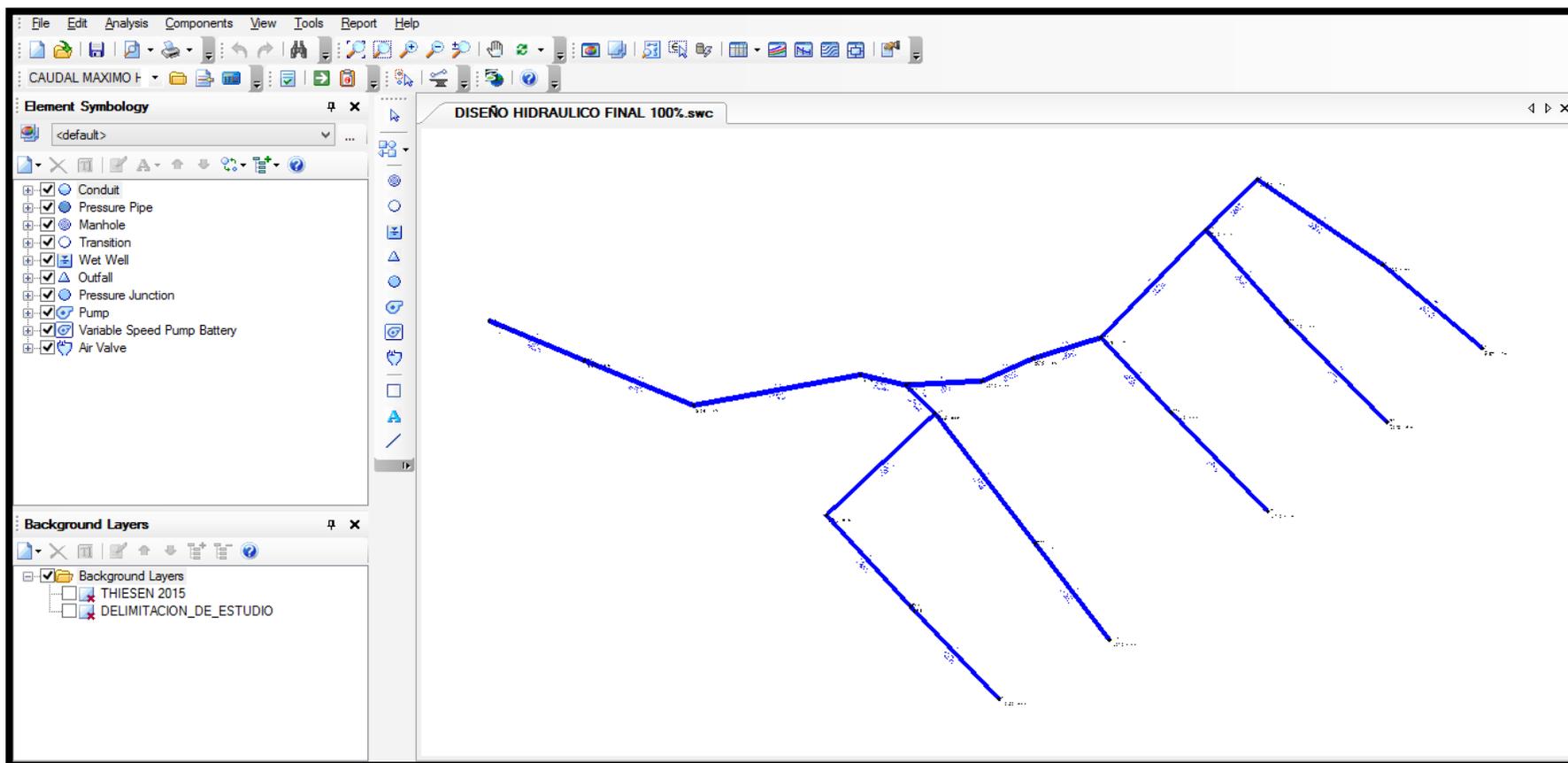
Considerando el numero de aplicaciones al año, verificar que la carga superficial de sólidos aplicado al lecho de secado se encuentre entre 120 a 200 Kg de sólidos/(m²*año).





4.3. ANÁLISIS DE RESULTADO – REPRESENTACIÓN GRÁFICA

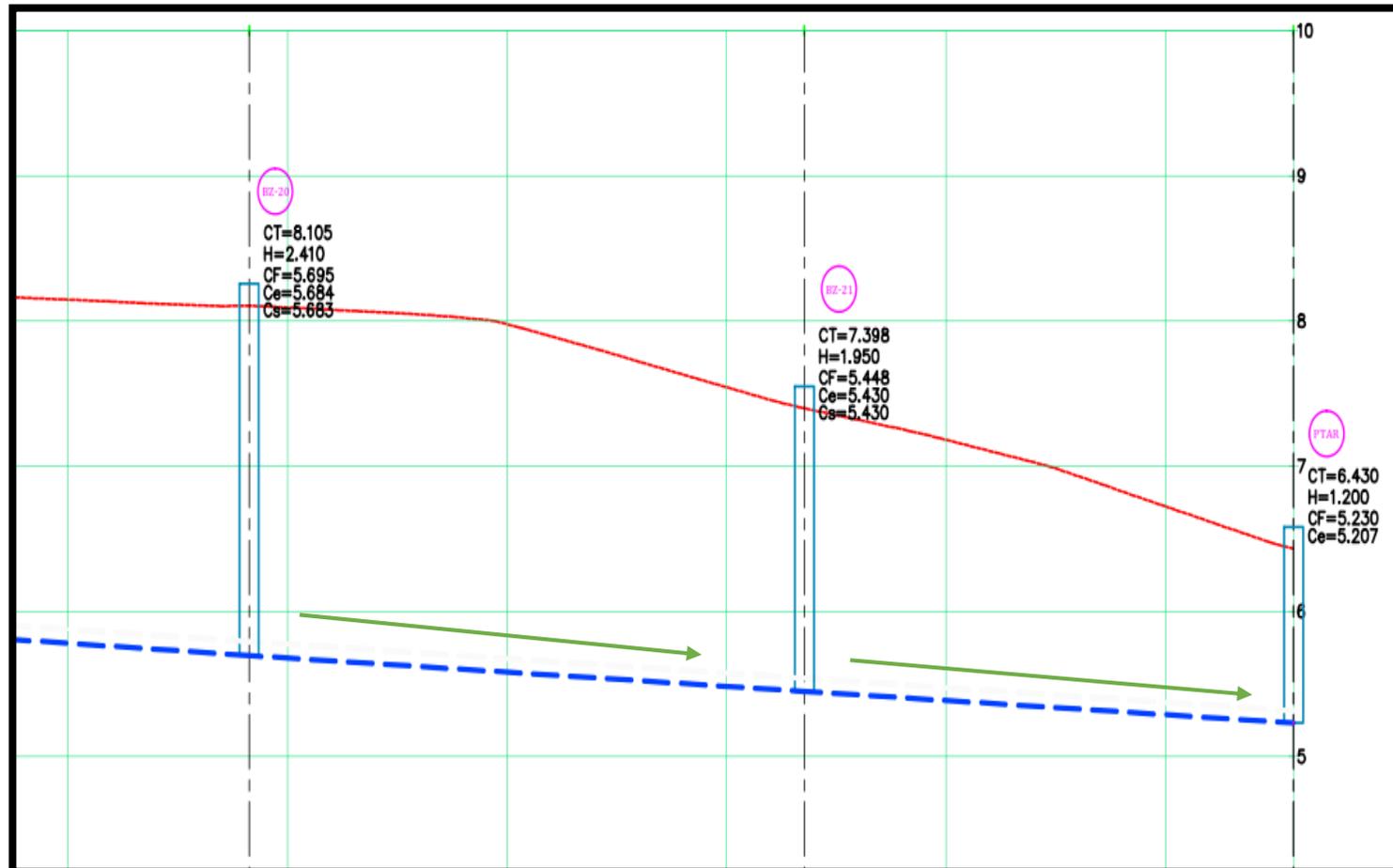
GRAFICO N°28 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE COLECTORES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



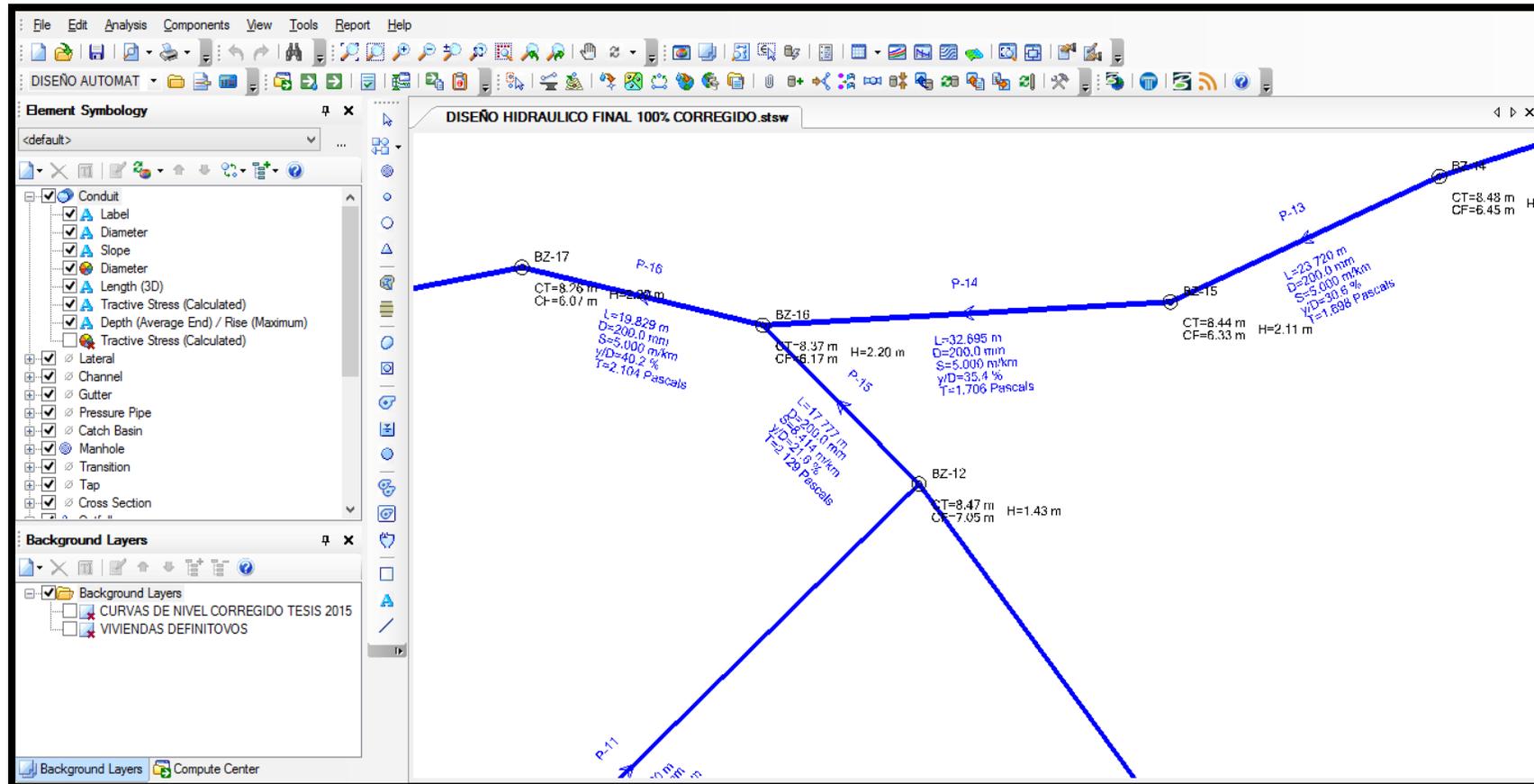
GRAFICO N°29
DESCARGA DEL FLUJO HACIA LA PTAR



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



GRAFICO N°30 DIAGRAMA DE FLUJO DE ALCANTARILLADO

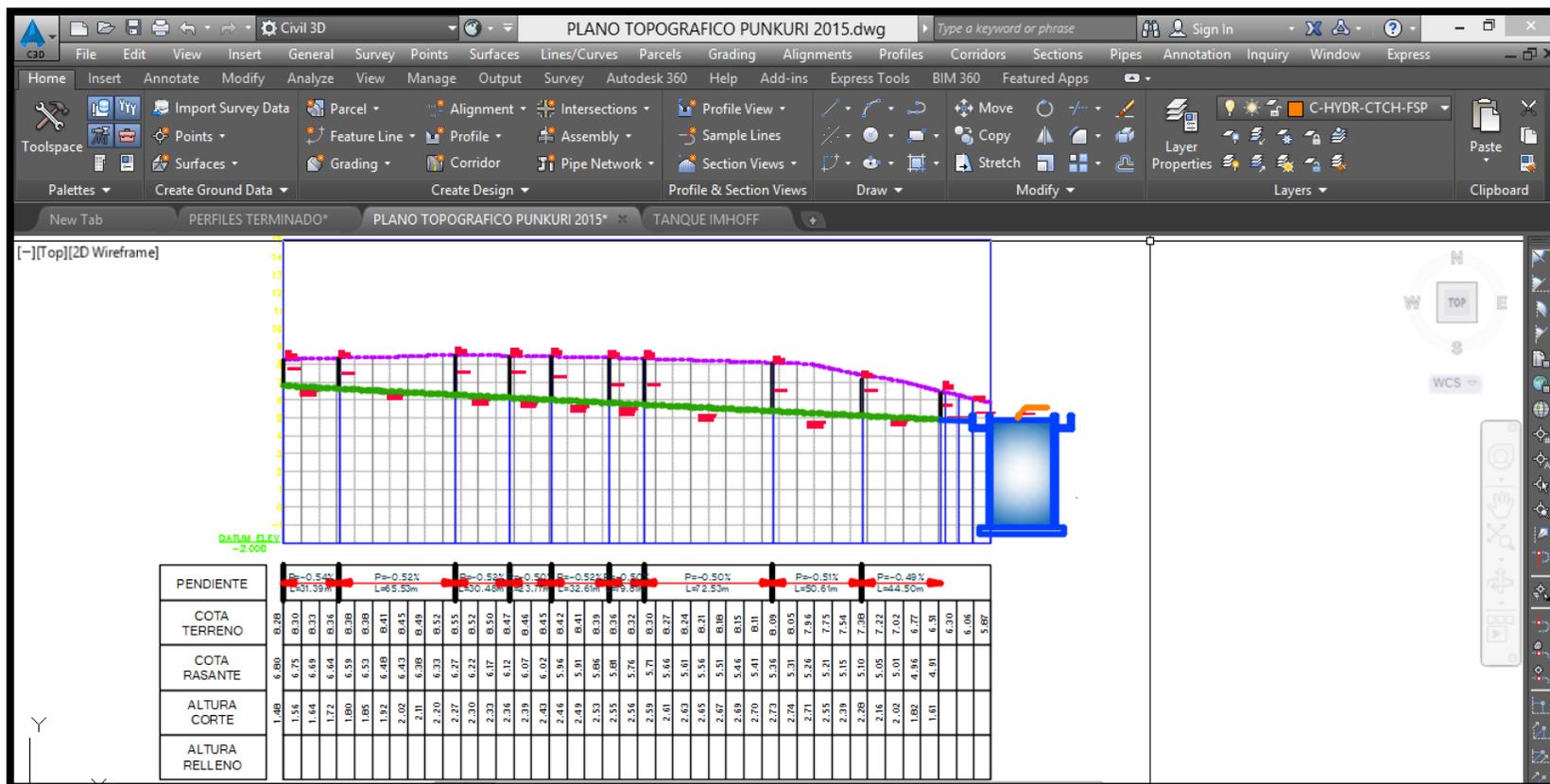


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



GRAFICO N°31

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES HASTA LA DESCARGA FINAL DE LA PTAR (TANQUE IMHOFF)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



4.4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DISEÑO HIDRÁULICO

- El caudal de diseño para red de alcantarillado es 2.74 l/s
- Las pendientes obtenidas en los cálculos hidráulicas es 5.00 ‰ mínima y de 13.685 ‰ como máxima, cumple con la pendiente mínima recomendada de 5‰.
- los resultados obtenidos de tensión tractiva con una mínima de **1.014 Pa** en el tramo **P-3** y una tensión tractiva máxima de **2.265 Pa** en el tramo **P-7**, cumple con el parámetro de la norma OS.070 del RNE con valores mínimos recomendado de $\sigma_t = 1.0 Pa$
- Las velocidad parcialmente llenas con unas velocidad mínima de **0.43 m/s** en los tramos **P-3** y una velocidad máxima de **0.87 m/s** en los tramos **P-19, P-20** y **P-21**, cumpliendo con la norma OS-070 DEL RNE CON velocidad parcialmente llenas con velocidad mínima de 0.3m/s y velocidad máxima de 3m/s.
- Las longitud mínima de cámara de inspección **BZ-12 y BZ -16**, de **17.767 m** y longitud máxima **72.602 m** en **BZ-17 y BZ-20**, cumpliendo con la norma OS-070 DEL RNE para diámetros DN=200 mm una longitud máxima de 80 m entre cámaras de inspección
- Según el RNE el diámetro mínimo de colectores será de 8" de diámetro tanto en habilitaciones de uso de viviendas como de uso industrial.
- Se optó por diseñar un tanque imhoff como planta de tratamiento por la disposición de área de terreno con la que se cuenta es muy reducida y De acuerdo a la población de diseño de 539 habitantes, qué según la norma OS-090 estipula una población mayor a 400 y 5000 habitantes.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó la red de alcantarillado utilizando el criterio de tensión tractiva con un mínimo de 1.014 Pa y máximo de 2.265 Pa.
- El diseño hidráulico en toda la red de alcantarillado cumple con la velocidad mínima de 0.43 m/s y velocidad máxima de 0.87 m/s.
- Optimización de resultados gráficos en el presente modelación hidráulica con software **SEWERCAD 8I** y **ARGIS 10.1** y así como los reportes para gráficos y para verificar el comportamiento del flujo en las tuberías ver anexos
- Se proyectó un tanque **IMHOFF** como planta de tratamiento por poca are que esta requiere y de acuerdo a la población de diseño de 539 habitantes
- Para el cálculo analítico de la tasa de crecimiento $r=1.596\%$ con la cual se obtuvo una población de diseño de 539 habitantes para un periodo de 20 años



5.2. RECOMENDACIONES

- Debe respetarse el periodo de diseño del proyecto, debido a que los caudales se encuentran estimados en base a la dotación por habitante, por lo que después del año 20, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo al crecimiento poblacional en esa fecha para determinar la factibilidad de realizar un rediseño.
- Al momento de llevar a cabo este proyecto se debe tener especial cuidado, esto se puede lograr con una supervisión técnica, debido a que con ello se evitara defectos y fallas en los métodos a emplear en la construcción y en los materiales, para que el funcionamiento del sistema sea eficiente.
- Ubicar el tanque imhoff en donde el nivel freático no sea alto, esto podría alterar su buen funcionamiento.
- Las tapas de los buzones deben de tener su orificio libre de obstrucción para permitir el escurrimiento de las aguas negras dentro del sistema.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



SANTA”

-
- ✓ Norma Técnica – IS.010, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.
 - ✓ Ernesto de la Torre Villar y Ramiro Navarro de Anda, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, Primera Edición, Mc Graw Hill, México, Agosto de 1985.
 - ✓ Norma Técnica, METRADOS PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN Y HABILITACIONES URBANAS, Primera Edición, Grupo Editorial Megabyte, Lima - Perú, 2010.
 - ✓ OS.020 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 - ✓ OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 - ✓ OS.070 REDES DE AGUAS RESIDUALES
 - ✓ OS.080 ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES
 - ✓ OS.090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 - ✓ OS.100 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA.
 - ✓ TESIS: “USO Y APLICACIÓN DEL SOTWARE SEWERCAD EN EL DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE SALPO-OTUZCO LA LIBERTAD”



ANEXOS