



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES
SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA
DEL CANTÓN SANTA ELENA.**

PROYECTO DE INVESTIGACION

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

MALISA MEDINA EDWIN JAVIER
MALAVÉ SÁNCHEZ KELLY FERNANDA

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2020

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES
SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA
DEL CANTÓN SANTA ELENA.**

PROYECTO DE INVESTIGACION

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

MALISA MEDINA EDWIN JAVIER
MALAVÉ SÁNCHEZ KELLY FERNANDA

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA.

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2020**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por: **Malisa Medina Edwin Javier** y **Malavé Sánchez Kelly Fernanda**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR


Ing. Richard Ramírez palma

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 
ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

La libertad, a los 28 días del mes de febrero del año 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación **“EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA”**, elaborado por el Sr. Malisa Medina Edwin Javier y la Srta. Malavé Sánchez Kelly Fernanda egresados de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que luego de haberlo, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

Tutor


Ing. Richard Ramírez palma

La Libertad, a los 28 días del mes de enero del año 2020

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Malavé Sánchez Kelly Fernanda y Malisa Medina Edwin Javier

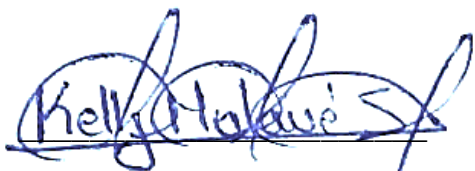
DECLARAMOS QUE:

El trabajo de titulación “**EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** ha sido desarrollada respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 30 días del mes de enero del año 2020.

AUTORES



Kelly Fernanda Malavé Sánchez
C.I. 240026140-6
Telf. 0980969272
Email. Kellyfer9672@gmail.com



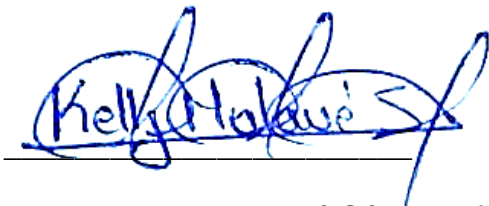
Edwin Javier Malisa Medina
C.I. 180460967-3
Telf.: 0990252016
Email. e.javiermm@hotmail.es

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Malisa Medina Edwin Javier y Malavé Sánchez Kelly Fernanda, autorizamos a la Universidad Estatal Península de Santa Elena a la publicación en biblioteca de la institución, el trabajo de Titulación, **“EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 28 días del mes de febrero del año 2020

AUTORES



Kelly Fernanda Malavé Sánchez



Edwin Javier Malisa Medina

La Libertad, 30 de enero de 2020

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado “**Evaluación y planteamiento de posibles soluciones del sistema de alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro-Valdivia del cantón Santa Elena**”, elaborado por los estudiantes Malisa Medina Edwin Javier y Malavé Sánchez Kelly Fernanda, egresados de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con el 4% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Tutor:



Ing. Richard Ramírez palma
TUTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más sincero en primer lugar a Dios por darme la bendición de cumplir esta etapa de formación; en segundo lugar, a mi madre Judith Malisa, mi hermano Christian por brindarme el apoyo incondicional día tras día, al igual que mi Hermana y sobrinas. Del mismo modo a doña Carmen Carranza y familia, Ángel Sánchez, quienes como familia me han brindado todo el apoyo que me ha permitido cumplir mi sueño.

Al Ing. Richard Ramírez Palma en calidad de tutor quien, con su conocimiento, calidad humana, dedicación y enseñanza me ha permitido terminar con éxito este proyecto de investigación.

Sin ser menos importante un agradecimiento especial a cada uno de los Ingenieros del GADM y GADP de Santa Elena que fueron un aporte importante para el desarrollo de la tesis como también para mi formación.

También un sincero agradecimiento a cada una de las personas que día tras día estuvieron brindándome ánimos para poder llegar a mi tan anhelado objetivo.

Edwin Javier Malisa Medina

DEDICATORIA

Este trabajo y desarrollo de tesis se la dedico con mucho cariño a Dios por guiarme por el camino del bien y hacer de mí una persona con objetivos.

A mi madre Judith Malisa, mis hermanos y familia que siempre buscan mi superación, sin ellos jamás hubiese sido posible conseguir lo que hasta ahora.

A mi compañera inseparable de cada jornada Kelly Malavé quien con su compañía y apoyo para cada etapa de nuestra formación representa gran esfuerzo y motivación de superación en todo momento.

Edwin Javier Malisa Medina

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por guiarme en este largo camino de esfuerzo y permitirme tener a mi familia unida, apoyándome en todo momento.

A mis padres Roció Sánchez y Eduardo Malavé, por brindarme su apoyo incondicional, motivándome a seguir adelante día a día.

A la empresa pública mancomunada Aguapen E.P. y al GADM de Santa Elena por brindarnos el apoyo necesario para el desarrollo del presente trabajo de titulación.

Al Ing. Richard Ramírez Palma MSc. Quien con su paciencia trabajo arduamente impartiendo sus conocimientos para el buen desarrollo y culminación de la tesis.

Kelly Fernanda Malavé Sánchez

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, por brindarme sabiduría y fortaleza para seguir adelante y cumplir mis objetivos.


A mis padres Roció Sánchez y Eduardo Malavé, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación profesional, gracias a su apoyo, esfuerzo y dedicación me han ayudado a superarme cada día y logara este tan anhelado sueño.

A mis hermanos José y Sheyla, por poder contar con ellos siempre en los buenos y malos momentos, motivándome a continuar en mi camino de superación.


A mi compañero de tesis Javier Malisa por brindarme su apoyo y motivación incondicionalmente para lograr juntos esta gran anhelada meta.

Kelly Fernanda Malavé Sánchez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
ING. JUAN FRANCISCO GARCÉS VARGAS, MgP.
DECANO DE LA FACULTAD

f. 
ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

f. 
(ING. GASTÓN PROAÑO CADENA, MSc.)
COORDINADOR O DOCENTE DEL ÁREA

f. 
ABG. LIDIA VILLAMAR MORAN
SECRETARIA GENERAL

INDICE

CAPITULO I	1
1 ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos de la investigación	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Antecedentes	3
1.4 Descripción del problema	4
1.4.1 Formulación interrogativa del problema	5
1.5 Justificación e importancia de la investigación	6
1.6 Alcance	6
1.7 Limitaciones de la investigación	6
CAPITULO II	8
2 MARCO TEÓRICO	8
2.1 Fundamentación teórica	8
2.1.1 Tratamiento de aguas residuales	8
2.1.2 Aguas residuales	8
2.1.3 Trabajos de campo	10
2.1.4 Periodo de diseño recomendado	10
2.1.5 Estudio demográfico	11
2.1.6 Estación de tratamiento	11
2.1.7 Disposición final de las aguas tratadas	12
2.1.8 Clasificación de las aguas residuales	13
2.2 Lagunas de estabilización	18
2.2.1 Nivel de tratamiento de las lagunas de estabilización	19
2.2.2 Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización	19
2.3 Hipótesis	20
2.4 Variables de estudio	20
2.4.1 Variables independientes	20
2.4.2 Variables dependientes	20

CAPITULO III	21
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Información general.....	21
3.2. Información básica sobre el proyecto.....	22
3.2.1. Ubicación y extensión del proyecto	23
3.2.2. Área útil del proyecto.....	25
3.3. Estudios demográficos.....	25
3.3.1. Población.	25
3.3.2. Estructura de población.....	26
3.3.3. Educación	26
3.3.4. Escolaridad de la población	27
3.3.5. Seguridad.....	27
3.3.6. Comunicación	28
3.3.7. Salud.....	28
3.3.8. Vialidad.	28
3.4. Geomorfología local	28
3.4.1. Clima.....	28
3.4.2. Suelos.....	29
3.4.3. Uso y cobertura de suelo.	29
3.4.4. Amenazas o peligros.....	30
3.4.5. Recursos hídricos.	31
3.4.6. Red hidrometereológica de la Provincia de Santa Elena	32
3.4.7. Red hidrometereológica en la zona del proyecto.....	33
3.4.8. Temperatura.	34
3.4.9. Economía.....	35
3.5. Socioeconómica	37
CAPÍTULO IV.....	48
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	38
4.1. Normas	38
4.2. Áreas de estudio	38
4.3. Topografía	39
4.3.1. Trabajos topográficos.....	39
4.4. Caracterización de las aguas residuales.....	41
4.4.1. Cuerpo receptor	42

4.5. Período de diseño.....	43
4.6. Población de diseño.....	43
4.6.1. Cálculo de la población futura.....	43
4.7. Caudal de diseño.....	45
4.7.1. Dotación.....	46
4.7.2. Caudal.....	46
4.7.3. Caudales domésticos para el sistema de bombeo y línea de impulsión. ..	47
CAPÍTULO V.....	48
5. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.....	48
5.1. Descripción y evaluación del sistema de recolección y transporte existente.....	48
5.1.1. Descripción de la estación de bombeo.....	56
5.1.2. Evaluación de la situación actual de la estación de Bombeo y Línea de Impulsión.....	60
5.1.3. Evaluación de la estación de Bombeo y Línea de Impulsión para caudales domésticos proyectados.....	61
5.1.4. Análisis de la capacidad de la bomba.....	62
5.1.5. Carga estática total.....	62
5.1.6. Perdidas de energía dinámica en el sistema.....	64
5.1.7. Pérdida de carga por fricción.....	64
5.1.8. Pérdida de carga por accesorios.....	65
5.2. Potencia de las bombas.....	66
5.3. Descripción y evaluación del sistema de tratamiento existente.....	67
5.3.1. Laguna anaerobia.....	69
5.3.2. Laguna facultativa.....	69
5.3.3. Laguna de maduración.....	70
5.3.4. Eficiencia del tratamiento.....	72
5.4. Evaluación medio ambiental.....	72
5.4.1. Eficiencia de remoción de contaminantes.....	72
5.4.2. Criterios generales de descarga de efluentes.....	73
5.4.3. Generación de olores.....	73
CAPITULO VI.....	75
6. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES.....	75
6.1. Estación de bombeo de aguas residuales.....	75

6.1.1. Cámara de ingreso.....	75
6.1.2. Manejo de olores.....	76
6.1.3. Definiciones básicas del aire	77
6.1.4. Tipos de olores.....	77
6.1.5. Fuentes de los olores.	77
6.1.6. Movimiento de olores de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.	78
6.2. Estrategias para el manejo de Olores.....	78
6.2.1. Recolección de olores y tratamiento.....	79
6.2.2. Adsorbedores de carbón activado.	79
6.3. Implementación de purificación de olores	80
6.3.1. Campana de extracción.	81
6.3.2. Sistema de conducción.	82
6.3.3. Sistema de succión de gases.....	82
6.3.4. Tanque de acero.	83
6.3.5. Diseño del sistema de extracción.....	83
6.3.6. Potencia para el equipo de bombeo.....	84
6.3.7. Caudal de diseño para el filtro.....	86
6.3.8. Dimensionamiento del cartucho de carbón activado.	87
6.4. Desarenador.....	90
6.4.1. Elementos de un desarenador.	91
6.4.2. Especificaciones de diseño.	92
6.4.3. Diseño del desarenador.	94
6.5. Lagunas de estabilización.....	104
CAPITULO VII.....	107
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
7.1. Conclusiones.	107
7.2. Recomendaciones.	108
BIOGRAFÍAS.....	110
ANEXOS	111
FOTOGRAFÍAS.....	137

INDICE DE ILUSTRACIONES

Gráfico# 1.- Ubicación del sistema de alcantarillado sanitario.....	23
Gráfico# 2.- Ubicación geográfica del proyecto.....	24
Gráfico# 3.- Ubicación específica del proyecto.....	24
Gráfico# 4.- Área de diseño a considerar para el presente proyecto.	25
Gráfico# 5.- Característica de los suelos del Cantón Santa Elena.	29
Gráfico# 6.- Amenazas sísmicas en las comunas San Pedro y Valdivia.	31
Gráfico# 7.- Hidrología de las comunas San Pedro - Valdivia.	32
Gráfico# 8.- Hidrología del Ecuador.	33
Gráfico# 9.- Cuenca que involucra el proyecto.....	33
Gráfico# 10.- Cuenca hidrográfica que atraviesa la comuna Valdivia.....	34
Gráfico# 11.- Zona urbana de las comunas San Pedro-Valdivia	35
Gráfico# 12.- Red de conducción del alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro-Valdivia	36
Gráfico# 13.- Implantación del proyecto en Google Earth de la zona urbana de las comunas San Pedro-Valdivia.	39
Gráfico# 14.- Ubicación de las cámaras del alcantarillado sanitario.....	40
Gráfico# 15.- Recolección de muestra de agua del momento a que entra a las lagunas para su respectivo tratamiento, muestras fueron tomadas y analizadas por personal de AGUAPEN E. P	41
Gráfico# 16.- Caja de inspección AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa que no hay un acabado que evite la acumulación de sólidos.....	49
Gráfico# 17.- Caja de inspección AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa la inexistencia de paredes al nivel del ingreso de tuberías intradomiciliarias para evitar el desmoronamiento del suelo (arena).	50
Gráfico# 18.- Caja domiciliaria AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa el rebose de sus aguas.	51
Gráfico# 19.- Caja domiciliaria AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa los residuos de arena y basura que obstruían el paso del flujo de agua residual.	51
Gráfico# 20.- Cámara de inspección de HS de 60x60cm donde se observa las acometidas de agua potable inmersas en las cajas de revisión.	52
Gráfico# 21.- Cámara de inspección de HS de 60x60cm, se observa al personal del GADM de Santa Elena abriendo las tapas de revisión, lo cual no se logra por el estado en que estas se encuentran.	53

Gráfico# 22.- Identificación de zonas con mayor frecuencia de colapsos.....	54
Gráfico# 23.- Estación de bombeo de San Pedro – Valdivia.	57
Gráfico# 24.- Cárcamo de bombeo, bombas sumergibles # 1 y # 2 y tubería de impulsión D=100mm, Estación de bombeo San Pedro-Valdivia.....	59
Gráfico# 25.- Válvulas de control Estación de bombeo San Pedro-Valdivia.....	59
Gráfico# 26.- Succión de la bomba	63
Gráfico# 27.- Ubicación de las lagunas de estabilización en coordenadas UTM WGS 84.	68
Gráfico# 28.- Vista panorámica de la laguna anaerobia.	69
Gráfico# 29.- Vista panorámica de la laguna facultativa.....	70
Gráfico# 30.- Vista panorámica de la laguna de maduración.	70
Gráfico# 31.- Efluente de las lagunas de estabilización del sistema de alcantarillado San Pedro y Valdivia y cuerpo receptor hídrico (estero S/N).....	71
Gráfico# 32.- Cámara de ingreso a la laguna de estabilización (anaerobia),.....	76
Gráfico# 33.- Sistema típico de carbón activado para el control de olores, representación esquemática.	80
Gráfico# 34.- Sistema típico de extracción para el control de olores, representación	82
Gráfico# 35.- Elementos de un desordenador.....	93
Gráfico# 36.- Esquema de las lagunas.	104

INDICE DE TABLAS

Tabla # 1 :Nivel de tratamiento de las lagunas de estabilización.	19
Tabla # 2 : Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización.	19
Tabla # 3 :Coordenadas de ubicación del proyecto	23
Tabla # 4 .-Valores de población proyectada.....	44
Tabla # 5 .- Población proyectada, mediante método geométrico.....	45
Tabla # 6 .- Caudales de diseño para el sistema.	47
Tabla # 7 .- Características de las lagunas de estabilización del sistema de alcantarillado.....	68
Tabla # 8 .- Características del tanque Yamit para filtro de aire.....	83
Tabla # 9 .- Clasificación de material en suspensión, según su tamaño	91
Tabla # 10 .- Peso específico de los materiales filtrantes.	91
Tabla # 11 .- Viscosidad cinemática del agua.....	93
Tabla # 12 .- Número de Hazen.....	95

“EVALUACION Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA”

Autores: Malisa Medina Edwin Javier

Malavé Sánchez Kelly Fernanda

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Iván

RESUMEN

Para poder identificar los principales inconvenientes que se genera en el sistema de alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro – Valdivia del Cantón Santa Elena se llevó a cabo la evaluación de todo el sistema que está compuesto de: cámaras de inspección, colectores, ramales, estación de bombeo, línea de impulsión y lagunas de estabilización.

Para llevar a cabo dicho análisis se recopiló toda la información necesaria del sistema la cual se verificó in situ, a través de 10 visitas las cuales nos ayudaron a identificar cuáles son los principales inconvenientes que impide brindar un servicio adecuado a la población.

En base a lo expuesto anteriormente se ha podido identificar que existen varias cámaras de inspección que no poseen un acabado adecuado generando la infiltración de las arenas a dichas que posteriormente son conducidas y depositadas en los ramales primarios y secundarios generando de este modo la reducción de la capacidad de las tuberías lo que con lleva a ocasionar las obstrucciones y colapsos de las cámaras y colectores. También se identificó que existe una contaminación ambiental en la estación de bombeo por los olores insoportables que estas generan. Por lo que concluimos tomar en cuenta las soluciones sugeridas lo cual permitiría corregir de gran manera las problemáticas que son generados actualmente.

Palabras claves: Análisis de Sistemas, Evaluación de Proyectos, Saneamiento, Solución de Problemas.

ABSTRACT

In order to identify the main disadvantages that are generated in the sanitary sewersystem of the communes San Pedro – Valdivia of the Canton Santa Elena, the evaluation of the entire system that is composed of: inspection chambers, collectors, branches, pumping station, drive line and stabilization gaps.

To carry out this analysis, all the necessary information from the system is collected, which was verified on site, through 10 visits which helped us to identify the main drawbacks that prevent us from providing an adequate service to the population .

Based on the above, it has been possible to identify that there are several inspection chambers that do not have a suitable finish generating the infiltration of the sands to the said that are subsequently driven and deposited in the primary and secondary branches thus generating the reduction of the capacity of the pipes which leads to the obstructions and collapses of the chambers and collectors. It was also identified that there is environmental contamination in the pumping station because of the unbearable odors they generate. As a result, we conclude to take into account the suggested solutions which would allow to very much correct the problems that are currently generated.

Keywords: Systems Analysis, Project Assessment, Sanitation, Troubleshooting.

CAPITULO I.

1 Antecedentes y generalidades.

1.1 Introducción.

En el presente trabajo de investigación que tiene como título **“EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA”** se describe la evaluación actual al sistema de alcantarillado sanitario de la cabecera comunal de San Pedro–Valdivia provincia de Santa Elena para proponer una alternativa que rehabilite y mejore el funcionamiento del sistema existente, ya que actualmente presenta un inadecuado funcionamiento.

La evaluación actual del sistema de alcantarillado sanitario está enmarcada por la norma CO 10.07-601, **“NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1.000 HABITANTES”** para determinar si el sistema cumple con las normativas de alcantarillado sanitario, lo que nos permitirá determinar la capacidad hidráulica de los colectores que recolecta, transporta y dispone en las lagunas de estabilización ubicadas a 3,6 Km a una cota de 17 m.s.n.m. Dentro de esta investigación se analizará también la evaluación de la estación de bombeo y la correspondiente línea de impulsión que nos permita conocer la eficiencia de su funcionamiento.

En el año 2014 debido a la problemática social que se ha suscitado por el rebose de aguas servidas en las cámaras de inspección del sistema de alcantarillado con los malos olores que esta genera, además de la paralización del sistema de bombeo de aguas servidas a las lagunas de estabilización. Este sistema desde el comienzo de las operaciones del sistema de alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro y Valdivia tuvo estos inconvenientes, por lo que el Municipio de Santa Elena se vio obligado a realizar una consultoría que permitió superar la emergencia por el estancamiento de las aguas servidas y las afectaciones a la salud de los habitantes; sin embargo, quedo pendiente la evaluación y el planteamiento de las posibles soluciones.

Cuando en alguna población existe un inadecuado funcionamiento se presenta como consecuencia un aumento de enfermedades hídricas infecciosas que afectan a la población como lo son: hepatitis, gastroenteritis, disentería, cólera y muchas otras enfermedades.

Por lo descrito, es necesaria la **“EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA”** ya que es evidente la necesidad de tener la información de la metodología de selección para combatir el problema más evidente y de mayor importancia como lo es la descontaminación del aire que se genera en un radio de aproximadamente 200 metros de la estación de bombeo que está ubicada en la convergencia de las dos comunas.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general.

Evaluar el Sistema de Alcantarillado Sanitario de las comunas San Pedro y Valdivia de la provincia de Santa Elena, para identificar en el diseño, construcción u operación, cuáles son los principales problemas que impide brindar un servicio adecuado, que nos permite plantear alternativas de rehabilitación de acuerdo a las normas NEC 2014.

1.2.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar las características de la red de Alcantarillado Sanitario de las comunas San Pedro y Valdivia de la Provincia de Santa Elena.
- ❖ Determinar el estado actual del Alcantarillado Sanitario de la comuna San Pedro-Valdivia de la Provincia de Santa Elena, tales como: Área de aportaciones, Dotaciones, Velocidades, Pendientes, Caudales, Cajas colectoras, Redes primarias y Redes secundarias.
- ❖ Evaluar el sistema de bombeo que incluye: Cárcamo, Sistema de bombeo, Tubería de impulsión-ventosas-desagüe, Sistema de válvulas, Sistema eléctrico, Cámara rompe presión.

❖ Evaluación del sistema de tratamiento de lagunas de estabilización:

- ✓ Carga superficial y tiempo de retención hidráulica de las lagunas.
- ✓ Obras de entrada, de conexión y de salida.
- ✓ Eficiencia de remoción de los sólidos y materia orgánica.

1.3 Antecedentes.

Las comunas San Pedro y Valdivia están ubicadas a 41.4 km de la cabecera cantonal de Santa Elena en la vía ruta del Spondylus, cuenta con 9.000 habitantes aproximadamente y con los servicios básicos tales como agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

Aproximadamente hace 10 años, estas comunas sintieron la necesidad de contar con una infraestructura sanitaria capaz de mejorar la calidad de vida de sus pobladores debido a que únicamente contaban con pozos sépticos y letrinas.

Los dirigentes de estas comunas se unen para solicitar al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Santa Elena ser tomados en cuenta para dicha obra tan importante, es así que en el periodo administrativo (2009-2014) a cargo del Ing. Otto Vera Palacios se realizó la construcción del sistema de alcantarillado sanitario que beneficiaría a las dos comunas con la dotación de este servicio.

Por la topografía del terreno y la cercanía de las dos comunas, para brindar un mejor servicio se construyó un único sistema de alcantarillado sanitario que dotaría de este servicio a las dos comunas, la intercepción de los caudales se realiza en la estación de bombeo que está ubicada en el límite comunal.

Las comunas no presentan un nivel de crecimiento poblacional elevado esto lo podemos evidenciar comparando los datos poblacionales de los censos de los años 2001 y 2010.

En la actualidad la gran mayoría de sus pobladores realizan sus faenas diarias de pesca artesanal, dicha actividad es el sustento diario de sus habitantes. Otro ingreso

económico para sus habitantes está basado en el turismo, donde existe una gran aceptación en temporada playera.

En este contexto, el Gobierno Municipal de Santa Elena ha operado bajo un esquema de territorio donde lo urbano representa el 5% y lo rural el 95% del total de su territorio.

En la actualidad, el panorama de este pueblo de pescadores, ha cambiado mucho por la llegada de los servicios básicos, con una mayor intervención del gobierno local, la visita de jóvenes y familias que visitan la playa como turistas, a pesar de que se puede encontrar aún unos cuantos visitantes con formas de vida alternativas o subculturales.

La dirigencia comunal de **San Pedro** de aproximadamente 9.000 habitantes visualiza el turismo como una oportunidad de desarrollo, que reemplace en su momento a la pesca artesanal que desde tiempos antiguos ha sido la principal fuente de ingresos de las familias.

1.4 Descripción del problema

El problema general que aqueja a las comunas de San Pedro y Valdivia está basado en la mala construcción y operación del sistema de alcantarillado sanitario incluido en el sistema de tratamiento, lo cual genera contaminación ambiental y evita dar un mejor servicio a los turistas que los visitan.

Las redes de recolección y conducción del sistema de alcantarillado sanitario existente tienen un escaso mantenimiento, también es evidente el mismo problema en las lagunas de estabilización, donde hasta la actualidad se ha venido descargando las aguas negras directamente hacia el efluente natural sin la previa verificación del cumplimiento de los estándares mínimo requeridos por las normativas ambientales para la descarga a cuerpos receptores de agua dulce. Las cuales posteriormente serán conducidas hacia el mar.

Actualmente existe un impacto ambiental significativo como es la contaminación del agua superficial y subterránea debido al vertimiento de aguas residuales no tratadas en los ríos del sector cuando hay un rebose de aguas servidas de una caja o cámara de inspección. Las afectaciones que pueden presentarse en las personas son la transmisión de

algunas enfermedades que se pueden denominar riesgos directos e indirectos que atentan contra la salud.

También otro problema es la emisión de gases nauseabundos e insoportables que se genera en la estación de bombeo a pesar de que el cárcamo de bombeo tiene una ventilación, dichos olores persisten, pero son más perceptibles en el momento que se realiza el bombeo de aguas residuales cada 5 horas. Las aguas residuales son bombeadas hacia las lagunas de estabilización ubicadas a 3.640 m de la población de Valdivia.

1.4.1 Formulación interrogativa del problema

1.4.1.1 Formulación interrogativa del problema general

¿Las redes de recolección y de conducción del alcantarillado sanitario de las comunas de San Pedro y Valdivia de la Provincia de Santa Elena, poseen la capacidad hidráulica suficiente para transportar los caudales de las aguas servidas de las dos comunidades?

1.4.1.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

- ❖ ¿Cuáles son las características de la red de alcantarillado sanitario existente?
- ❖ ¿Cuál es el caudal actual que transporta la red de alcantarillado sanitario?
- ❖ ¿Cuál es el caudal de lluvia que ingresa al sistema de recolección o si afecta la red de alcantarillado sanitario?
- ❖ ¿Se construyó adecuadamente, siguiendo las especificaciones de los estudios previos a la construcción?
- ❖ ¿Cuáles serían los diámetros idóneos de la red de alcantarillado sanitario de la zona de estudio?
- ❖ ¿Qué mejoras son necesarias en la red de alcantarillado sanitario?
- ❖ ¿Se está cumpliendo con todas las normativas que demanda un Sistema de alcantarillado sanitario?

1.5 Justificación e importancia de la investigación

La presente investigación debe ser considerada como prioridad por el Gobierno Municipal de Santa Elena, Aguapen E.P., el Ministerios de Salud, el Ministerio de Ambiente, la UPSE y la comunidad en general, debido que, la misma permitirá mejorar la calidad de vida, la reducción de las enfermedades hídricas, el incremento de trabajo, incremento de actividad turísticas, el aumento de la autoestima de los habitantes de las comunas San Pedro y Valdivia.

Justificación social y ambiental.

Un sistema de alcantarillado sanitario mejorar la salud de la población, aumenta el empleo, el turismo, brindar una adecuada transitabilidad vehicular y peatonal. y de seguridad social – ambiental.

1.6 Alcance.

La tesis “**EVALUACION Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTON SANTA ELENA**” se lo realiza en el área de desarrollo futura que se adjunta en el **Gráfico #4**, La evaluación está de acuerdo a la norma para estudios y diseños de sistema de agua potable y alcantarillado para poblaciones mayores a 10.000 habitantes.

La presente investigación realizará la evaluación del estado en que se encuentra operando hasta la presente fecha el sistema de alcantarillado sanitario con sus elementos que la conforman como: cajas de inspección, red terciaria de recolección, cámaras para la recolección y estación única de bombeo de aguas residuales de profundidad de $h=6,4$ m lagunas de estabilización para su respectivo tratamiento, eficiencia del tratamiento de acuerdo al flujo afluente y efluente, punto de descarga de efluente tratado, los cuales nos permitirá proponer los correctivos necesario para poder brindar un mejor servicio a la población

1.7 Limitaciones de la investigación.

- ❖ La presente investigación se llevará a cabo a partir de la información proporcionada por el GADM de Santa Elena que consta de un plano no actualizado de los colectores de alcantarillado.

- ❖ Para el análisis que se presentará a continuación estará basada también en todo tipo de información obtenida en el sector, tales como entrevistas personales, quedas presentadas, y observaciones de los inconvenientes que se llegase a encontrar
- ❖ Se tiene para la evaluación de las lagunas de estabilización dos (2) análisis de aguas residuales recolectadas y analizadas en el laboratorio de calidad de aguas residuales de AGUAPEN EP y determinar la eficiencia del proceso de estabilización natural que las lagunas realizan.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO.

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Tratamiento de aguas residuales.

Concepto. El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales. (Eddy, 2003)

2.1.2 Aguas residuales.

Se define como “aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso o producidas por este, y no tienen ningún valor inmediato para este proceso”. Los contaminantes que describen el agua residual son generalmente una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos. (Alex Guillermo Villacis Proaño, 2011)

El agua contaminada se caracteriza por sus propiedades físicas como:

- ❖ **Color:** Determina cualitativamente el tiempo de las aguas residuales. Las aguas residuales recientes toman un color gris, en cambio en períodos prolongados de conservación, las aguas residuales se tornan de color negro (ausencia de oxígeno, proliferación de microorganismo anaeróbico).
- ❖ **Olor:** El olor que se liberan en los procesos de descomposición de toda la materia orgánica
- ❖ **Temperatura:** Parámetro básico para el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento en su fase secundaria (tratamiento biológico).
- ❖ **Turbidez:** grado de turbidez del agua, los sólidos se presentan en suspensión debido a su densidad y características en el medio receptor.
- ❖ **Sólidos:** Se presentan como sólidos floculados, suspendidos y sedimentados. Estos pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de

fango y condiciones anaeróbicas en entornos acuáticos sin tratar. La remoción de sólidos sedimentados permite proteger los equipos (bombas, tuberías, etc.) de efectos de abrasión. (Menendez Gutierrez, 2008)

2.1.1.1. Clases de aguas contaminadas.

- ❖ **Aguas Residuales Domésticas.** - “Desechos Líquidos Provenientes de viviendas Instituciones y establecimientos comerciales”. (González, 2006)
- ❖ **Aguas Residuales Industriales.** - “Desechos líquidos provenientes de la industria. Dependiendo de las industrias podrían contener, además de residuos tipo doméstico, desechos de los procesos industriales”. (González, 2006)
- ❖ **Aguas Pluviales.** - Son las aguas de la escorrentía superficial, provocada por las precipitaciones atmosféricas (lluvia, nieve, granizo). Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la atmósfera y Por el lavado de superficies de terreno”. (González, 2006).
- ❖ **Aguas Agrarias.** - “Son aguas procedentes de actividades agrícolas y ganaderas. La denominación de aguas agrarias se debe reservar a las procedentes exclusivamente de la actividad agrícola, aunque está muy generalizada (impropiamente) su aplicación también a las procedentes actividades ganaderas. La contaminación de las aguas agrarias es muy importante, perjudicando sensiblemente las características del cauce o medio receptor”. (González, 2006)

2.1.1.2. Características físico - químicas y biológicas típicas de las aguas residuales.

Las aguas residuales domesticas provienen principalmente de aguas de lavado de ropa, lavado de platos, cocina, aseo personal y usos sanitarios. Estas características alteran el peso es especifico, lo cual tiene importancia en la determinación de la potencia requerida del motor cuando sea necesaria la instalación de una estación de bombeo.

La gravedad específica del agua cloacal se puede estimar en 1,04. Adema, esta condición del agua residual toma importancia en el diseño de los colectores, diámetro, y pendiente porque de estos parámetros depende que los sedimentos sí sean

arrastrados y no se sedimenten en el colector". (Los problemas de las aguas contaminadas., 2009)

2.1.3 Trabajos de campo.

Estas investigaciones previas en sitio establecen los datos necesarios para el estudio y se pueden agrupar dentro de los apartados siguientes:

1. Estudios demográficos.
2. Estudios topográficos.
3. Estudios sanitarios
4. Estudios de obras existentes.

2.1.4 Periodo de diseño recomendado.

Las obras componentes de los sistemas de alcantarillado se diseñarán en lo posible, para sus períodos óptimos de diseño.

El período óptimo de diseño de una obra de ingeniería es una función del factor de economía de escala y de la tasa de actualización (costo de oportunidad del capital).

Dado que los componentes principales de un proyecto de alcantarillado presentan distintos factores de economía de escala, estos pueden considerarse justificables, dimensionarse para diferentes períodos intermedios de diseño.

Como regla general, las obras con economías de escala significativas se diseñarán para la capacidad final del diseño, en tanto que los otros con pequeñas economías de escala se diseñarán para períodos más cortos, de ser posibles múltiplos del período final.

Para la selección del período de diseño de las obras, además de lo anotado en los numerales anteriores, se tendrá en cuenta las facilidades de ampliación y el impacto ambiental de ejecución de la obra. (Codigo Ecuatoriano de la Construccion, 2015).

Ver anexo Tabla 1.

Todas las soluciones técnicas adoptadas en el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado deben sustentarse en la comparación de los distintos indicadores técnicos-económicos de las variantes analizadas. Se debe evaluar costos de construcción, gastos anuales de operación, costos por metro cubico por día de agua

tratada, costos del tratamiento de un metro cúbico de agua, plazos y etapas de construcción, etc.

La variante óptima será aquella que tenga los menores gastos, considerando los costos de inversión, los gastos de operación del sistema y los gastos empleados en la protección sanitaria de las fuentes de abastecimiento. (SENAGUA, 2014).

En función de la población

- ❖ Localidades de 1.000 a 15.000 habitantes: 15 años.
- ❖ Localidades de 15.000 a 50.000 habitantes: 20 años.
- ❖ Localidades con más de 50.000 habitantes: 30 años.

2.1.5 Estudio demográfico.

Se deberá realizar el estudio demográfico con base en datos censales e información local y regional. Se deberá determinar para el inicio y final de proyecto la población y las densidades poblacionales de acuerdo a zonas de ocupación homogénea, siguiendo las categorías residenciales (unifamiliar o multifamiliar), comercial, industrial y pública". (Moya, 2010)

2.1.6 Estación de tratamiento.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

La solución más extendida para el control de la polución por aguas residuales es tratarlas en plantas donde se hace la mayor parte del proceso de separación de los contaminantes, dejando una pequeña parte que completará la naturaleza en el cuerpo receptor.

Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor, a la vez, la capacidad de auto purificación natural es función principalmente, del caudal del cuerpo receptor de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango convenientes para su disposición o reutilización. (Alex Guillermo Villacis Proaño, 2011)

Las aguas residuales se generan en residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden tratarse en el sitio donde se generan (por ejemplo, fosas sépticas u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recoger y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga habitualmente están sujetos a regulaciones y normas locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

El tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física de sólidos grandes (basura) de la corriente de las mismas, empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque, también, dichos desechos, pueden ser triturados por equipos especiales; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo, principalmente. A continuación, sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de nuevo en una masa de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada. (Alex Guillermo Villacis Proaño, 2011)

2.1.7 Disposición final de las aguas tratadas.

La disposición final del agua tratada puede ser:

- ❖ Llevada a un río o arroyo;
- ❖ Vertida al mar en proximidad de la costa;
- ❖ Utilizada para la agricultura;

- ❖ Vertida sobre una superficie de terreno al aire libre.

2.1.8 Clasificación de las aguas residuales.

Es importante conocer los distintos tipos de aguas residuales porque hay que saber distinguir las para llevar a cabo un correcto tratamiento.

Para un adecuado tratamiento de las aguas residuales hay que saber diferenciar cada una de estas aguas e identificar los diferentes contaminantes que tienen.

2.1.1.3. Aguas residuales domésticas o urbanas.

Este tipo de agua residual es la que viene primero a la cabeza cuando pensamos en ella, ya que se trata de un tipo de agua residual con el que estamos en contacto todos los días. Este tipo de agua residual es el resultado del uso del agua en las viviendas y núcleos urbanos, donde también se concentran gran cantidad de comercios o lugares de trabajo. Se trata de un agua residual que es especialmente alta en contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables, así como en bacterias. Se trata del agua que desechamos cuando tiramos de la cadena del inodoro, cuando nos duchamos, cuando usamos el fregadero de la cocina o, incluso, del agua de las piscinas.

2.1.1.4. Ensayos químicos determinantes sobre la calidad del tratamiento de las aguas residuales:

Para el presente trabajo de titulación se realizaron los análisis de las aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario los cuales se consideraron los principales, los cuales se presenta una breve descripción de cada uno de ellos.

2.1.1.5. Determinación de nitritos.

El nitrito se forma en la etapa intermedia del ciclo del nitrógeno, se encuentran aguas residuales como resultado de la acción bacteriana sobre el nitrógeno amoniacal. El nitrito es un nutriente bioestimulador. Debido a que el nitrito de nitrógeno ($\text{NO}_2\text{-N}$) es un nutriente esencial para organismos fotosintéticos, es importante su control de estos tipos de descargas al medio ambiente. En los sistemas de tratamiento biológico, regula la tasa de reproducción bacteriana. (Metcalf & Eddy, 1996)

2.1.1.6. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es un indicador de cantidad de materia orgánica presente en las aguas residuales. Es la estimación de la cantidad de oxígeno requerido en una población micro bacteriana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de cinco días a 20°C. La demanda bioquímica de oxígeno permite determinar la fracción biodegradable de la materia orgánica presente en una muestra. Es también un indicador de alimentación micro bacteriano que está disponible para el sistema biológico. (Ingeniería de aguas residuales, 2007).

2.1.1.7. Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO):

Demanda química de oxígeno, presenta la cantidad de materia orgánica e inorgánica que hay en el agua y es susceptible a ser oxidada. Es la necesidad de oxígeno al margen de un proceso biológico. Este es un indicador de la cantidad de materia orgánica oxidable presente en el agua residual, de origen orgánico y residual.

2.1.1.8. Determinación de grasas y aceites:

La eliminación del contenido de grasas y aceites antes del vertido evita interferir con la vida biológica en aguas superficiales, crear partículas y acumulación de materia flotante desagradable. Estas incluyen ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otra sustancia susceptible a hacer extraída con hexano. Los límites máximos permitidos para la descarga de aceites y grasas son de 20 mg/lit. (Metcalf & Eddy, 1996)

2.1.1.9. Determinación de sólidos suspendidos totales y sedimentables:

Una de las características más importantes del agua residual es el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, materia sedimentable, materia coloidal y disuelta. De acuerdo a su composición se tienen:

- a) **Sólidos orgánicos.** - Sólidos que contienen material orgánico del tipo animal y vegetal, incluyendo compuestos orgánicos sintéticos. Estos sólidos están sujetos a degradación o descomposición por la actividad biodegradable de los microorganismos-bacterias, protozoos, hongos y otros. Mientras mayor sea la concentración de sólidos orgánicos, se hablará de aguas servidas fuertes.

- b) **Sólidos inorgánicos.** - Los sólidos inorgánicos son sustancias inertes no biodegradables. Estas son sustancias minerales como. Arena, grava, metales y sales minerales. Cuando existe poca cantidad de sólidos orgánicos y mayor de inorgánicos se habla de aguas servidas débiles. En su mayoría corresponde a aguas residuales industriales. (Ingeniería de aguas residuales, 2007).

2.1.1.10. Sólidos suspendidos totales (S.S.T).

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) son la fracción de sólidos totales (ST) retenido en un filtro con un tamaño de poro específico medido después de que ha sido secado a una temperatura específica, es importante tomar en cuenta el tamaño de poro y tipo de papel filtro a utilizar. Los Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV) son los sólidos que pueden ser volatilizados e incinerados cuando los sólidos suspendidos totales (SST) son calcinados a una temperatura de $500 \pm 0^{\circ}\text{C}$, la concentración de sólidos volátiles se suele considerar como una medida aproximada del contenido de materia orgánica. (Eddy, 2003)

La principal naturaleza de los sólidos suspendidos es orgánica; además de estos están formados por algunos de los materiales más objetables contenidos en el agua residual. Se atribuye que a mayor parte de los sólidos suspendidos en el agua residual son desechos humanos, como desperdicios de alimentos, papel, trapos, etc., que llegan a formar una masa de sólidos suspendidos en el agua. (Cesar, 2003)

2.1.1.11. Determinación del fósforo.

Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por contaminación orgánica. Actualmente existe una fuente contaminante de fósforo artificial, por el uso de los detergentes polifosfatados.

Los fosfatos están directamente relacionados con la eutrofización de lagos y pantanos.

En lo referente a las aguas de consumo humano, un contenido elevado modifica las características organolépticas y dificulta la floculación - coagulación en las plantas de tratamiento. Es uno de los factores a tener en cuenta cuando hay un desarrollo exuberante de algas en una conducción de agua.

La determinación del contenido de compuestos de fósforo total puede hacerse por los siguientes métodos:

- ❖ Test rápido de determinación de fosfatos. Mediante juego de reactivos y probetas con escala de colores. Este test aplica el método del heptamolibdato amónico y da buenos resultados para aguas con concentraciones entre 1 y 10 ppm de P₂O₅.
- ❖ Método colorimétrico con molibdato de amonio y cloruro estano. Aplicable para la determinación de ortofosfato en concentraciones entre 10 microgramos por litro de fósforo y 6 miligramos por litro de P₂O₅.
- ❖ Método colorimétrico con molibdato amónico y ácido aminonaftolsulfónico.
- ❖ Método de digestión previa y determinación de fósforo total. (Sevilla.)

2.1.1.12. Determinación de nitrógeno.

El nitrógeno (N) es un contaminante existente en las aguas residuales que debe ser eliminado por múltiples razones:

- ❖ Reduce el oxígeno disuelto de las aguas superficiales.
- ❖ Es tóxico para el ecosistema acuático.
- ❖ Es un riesgo para la salud pública y junto al fósforo (P), son responsables del crecimiento desmesurado de microorganismos.

En el agua residual, el nitrógeno puede estar presente en múltiples formas, y son numerosas las transformaciones que puede sufrir en los diferentes procesos de tratamiento. Estas transformaciones permiten convertir el nitrógeno amoniacal en otros productos fácilmente separables del agua residual.

2.1.1.13. Determinación de materia flotante.

Este análisis consiste en retener en un tamiz aquel material que quede retenido en una malla entre 2,8 mm y 3,3 mm. de abertura. La muestra de agua debe ser recogida directamente de la descarga, debe tomarse un mínimo de 3 litros de muestras.

El análisis debe realizarse en campo no es recomendable conservar las muestras.

2.1.1.14. Determinación de oxígeno disuelto.

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales.

Se describen dos métodos para el análisis de oxígeno disuelto el de Winkler o yodo métrico y sus modificaciones, y el electrométrico. El método yodo métrico es un procedimiento titulométrico basado en la propiedad oxidante del oxígeno disuelto, mientras que el método del electrodo de membrana se basa en la tasa de difusión del oxígeno molecular a través de una membrana. La elección del método depende de las interferencias presentes, la precisión deseada y, en algunos casos, de la comodidad o conveniencia. (Santos, 1992)

2.1.1.15. Determinación de coliformes fecales.

La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Munn, 2004)

2.1.1.16. Determinación del PH.

El pH afecta procesos químicos y biológicos en el agua. La mayor parte de los organismos acuáticos prefieren un rango entre 6,5 y 8,5. PH por fuera de este rango suele determinar disminución en la diversidad, debido al estrés generado en los organismos no adaptados. Bajos pH también pueden hacer que sustancias tóxicas se movilizan o hagan disponibles para los animales. (Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos, 2007)

2.1.1.17. Composición típica de las aguas residuales.

Los contaminantes de las aguas residuales son en general mezclas complejas de compuestos orgánicos e inorgánicos. Debido a que la composición y la concentración de las aguas residuales van variando según el transcurso del tiempo, la siguiente tabla clasifica los contaminantes en fuerte, media, débil. (Gestión y uso racional del agua, 2009) **ver anexo Tabla 2.**

2.2 Lagunas de estabilización.

Las lagunas de estabilización constituyen una de las formas más simples para el tratamiento de agua residuales. Hay diferentes combinaciones de lagunas que requieren diferentes niveles de operación y de área.

Las lagunas de estabilización se clasifican en:

- ❖ Por su contenido de oxígeno:
 - ✓ Lagunas aerobias.
 - ✓ Lagunas anaerobias.
 - ✓ Lagunas facultativas.
- ❖ Por su ubicación:
 - ✓ Primarias.
 - ✓ Secundarias.
 - ✓ Terciarias.
- ❖ Por su secuencia:
 - ✓ Paralelas.
 - ✓ En serie.

2.2.1 Nivel de tratamiento de las lagunas de estabilización.

Tabla # 1 : Nivel de tratamiento de las lagunas de estabilización.

Nivel	Remoción
Preliminar	Sólidos en suspensión gruesos.
Primario	Sólidos en suspensión sedimentales DBO en suspensión
Secundario	DBO en suspensión (La no removida en el tratamiento primario DBO soluble (materia orgánica en forma de solidos disueltos)
Terciario	Nutrientes Patógenos Metales pesados. Solidos inorgánicos disueltos Sólidos en suspensión remantes Materiales no removidos en el tratamiento secundario

Fuente: Universidad Privada del Norte.

2.2.2 Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización.

Tabla # 2: Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	
Ventajas	Desventajas
Bajo costos de construcción y operación.	Para su construcción se requieren grandes extensiones de terreno.
Eficientes para el tratamiento de desechos industriales biodegradables.	La simplicidad de operación puede traer un descuido en el mantenimiento de las lagunas.
Satisfactoria remoción de agentes patógenos.	Elevado tiempo de retención.
Facilidad de construcción y operación.	Producción de malos olores y plagas de mosquitos.
Consumo nulo de energía	Sensibilidad a los cambios climáticos.
Buen porcentaje de eliminación de elementos patógenos.	Presencia masiva de plantas acuáticas en la superficie de las lagunas.

Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé. 2020

2.3 Hipótesis.

¿Se mejorará la calidad de vida de los habitantes de las comunas San Pedro y Valdivia realizando la evaluación del sistema de alcantarillado sanitario existente?

2.4 Variables de estudio.

2.4.1 Variables independientes

❖ Población de la zona de estudio

Indicador: Número de habitantes dentro de la zona de estudio. 10.000 habitantes aproximadamente

❖ Capacidad del colector de Aguas Residuales.

Indicador: Pendiente de la tubería (m/m); Diámetro de la tubería (m), Rugosidad de la tubería(n).

2.4.2 Variables dependientes

❖ Demanda de Agua Residual

Indicador: Dotación de agua (lt/hab/día).

❖ Funcionamiento del Sistema de Aguas Residuales

Indicador: Operación, mantenimiento, vida útil.

❖ Demanda de Agua Residual más Agua Pluvial

Indicador: Caudal de aguas pluviales (m³/seg), Caudal de aguas residuales (m³/seg)

❖ Caudal de Aguas Residuales

Indicador: Flujo volumétrico (m³/s)

CAPITULO III

3. Metodología.

Para llevarse a cabo la correcta evaluación en base a la recolección de datos, así como la búsqueda e interpretación de diferentes conceptos, fórmulas y teorías que servirán para realizar el análisis general del sistema de alcantarillado sanitario de las comunas de San Pedro y Valdivia.

Para obtener las secciones de la tubería dentro del sistema de aguas residuales se realizará una verificación en campo, con la apertura de cámaras de inspección y cajas domiciliarias para corroborar la medida de las tuberías de llegada y salida de los pozos recolectores y también poder verificar que se haya construido en base a los diámetros presentados por el diseño inicial, donde se tendrá toda la información de los diseños del alcantarillado sanitario de San Pedro-Valdivia.

Para complementar toda la información requerida en el análisis del sistema de alcantarillado sanitario se realizarán varias visitas para recopilar todo tipo de información.

En la determinación del caudal de la red de conducción se recurrirá a la fórmula de Manning, la cual proporciona el caudal total que conduce las tuberías de la red actual de alcantarillado sanitario. Para poder determinar este caudal se necesita conocer valores como son: el Área de la Sección de la Tubería, el Radio Hidráulico de esta, la Pendiente de la Tubería y el Coeficiente de Rugosidad de la tubería.

Luego de la obtención de toda la información necesaria se llevará a cabo un análisis del sistema de alcantarillado sanitario por medio del SOFTWARE SEWERCAD con la finalidad de conocer cómo se vienen desarrollando su funcionamiento el sistema actualmente.

3.1. Información general.

Las comunas de San Pedro y Valdivia de la parroquia Manglaralto, está ubicado en la Provincia de Santa Elena. Se encuentra al norte de la misma, asentada a 6 m.s.n.m., su temperatura promedio es de 25 °C y sus precipitaciones anuales no superan los 400 mm y están concertadas a una sola estación lluviosa de enero a abril (KOPPEN)

Las comunas tienen la característica de poseer un gran potencial turístico que en la actualidad es el principal ingreso económico, al igual que las actividades pesqueras.

El 65.9% de las viviendas tienen instalaciones apropiadas para la provisión de agua de consumo humano; el 22.8% tiene instalaciones exteriores que están más expuestas al deterioro y con ello la paralización del servicio en cualquier momento. El dato preocupante es el 11.3% que declara no recibir agua por tubería; hay dos opciones tienen instalaciones clandestinas o consume agua de mala calidad.

El alcantarillado sanitario sirve a las dos comunas y tiene una cobertura del 70%, es urgente realizar estudios para incrementar lo mencionado, ya que existen varios barrios aledaños que carecen de este servicio.

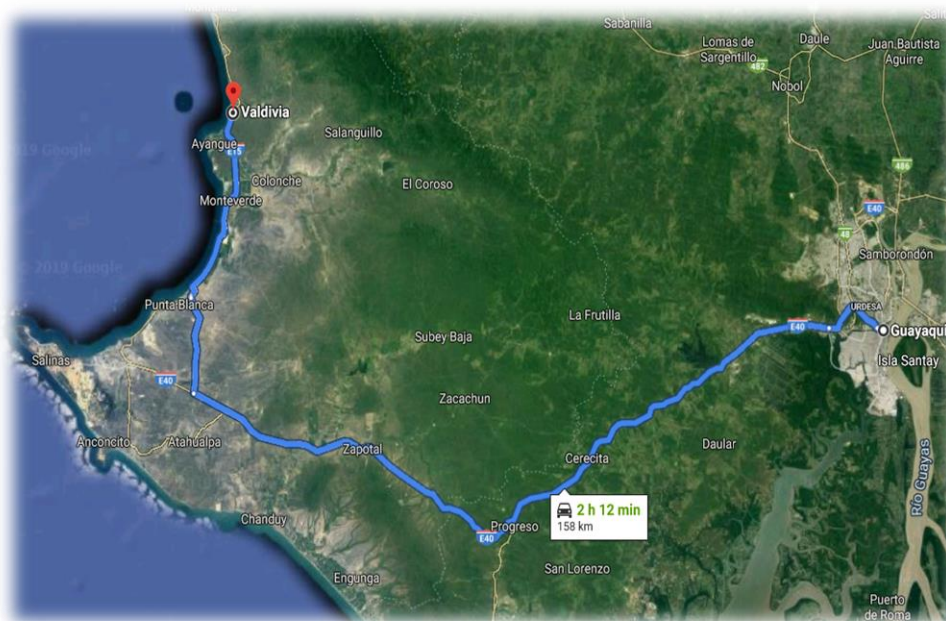
3.2. Información básica sobre el proyecto.

Las comunas de San Pedro – Valdivia pertenecen a la parroquia rural de Manglaralto, cantón Santa Elena, en la República del Ecuador. La fecha de creación de la comuna Valdivia es el 11 de diciembre de 1973, aproximadamente las comunas tienen una extensión territorial de 74.81 km², asentada a 5 m.s.n.m.

Sus límites de ubicación geográfica son:

- ❖ Norte: Cabecera parroquial de Manglaralto.
- ❖ Sur: Comuna Ayangue
- ❖ Este: Cordillera Chongón-Colonche.
- ❖ Oeste: Océano Pacífico.

Gráfico# 1.-Ubicación del sistema de alcantarillado sanitario.



Fuente: Georreferenciación en Google Earth: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

Las comunas San Pedro – Valdivia perteneciente a la parroquia Manglaralto se encuentran en una zona de crecimiento turístico importante como es la ruta del Spondylus, y están compuesto por los siguientes barrios; La Capilla, San Francisco, La Escuela, Unión y Progreso, 16 de Julio, 24 de Mayo, Barrio Quito, Emilio Estrada; La Tola.

3.2.1. Ubicación y extensión del proyecto

El presente proyecto se llevará a cabo en las comunas San Pedro - Valdivia las cuales según datos proporcionados por los términos de referencia del presente proyecto; tiene un área total igual a 54.51 Ha, con coordenadas de ubicación UTM UPS WGS84 siguientes:

Tabla # 3:Coordenadas de ubicación del proyecto

Lugar	Zona	Este	Norte
San Pedro	17 m	530677	9785533
Valdivia	17 m	530482.67	9784945

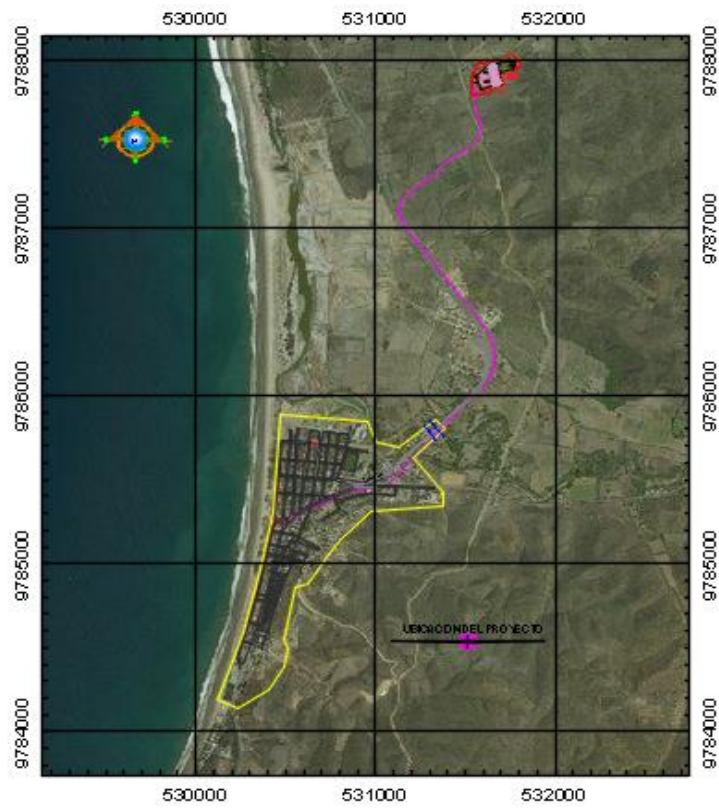
Fuente: Coordenadas satelitales, tomadas con GPS. por J. Malisa y K. Malavé 2020

Gráfico# 2.-Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Google Earth. Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

Gráfico# 3.-Ubicación específica del proyecto.

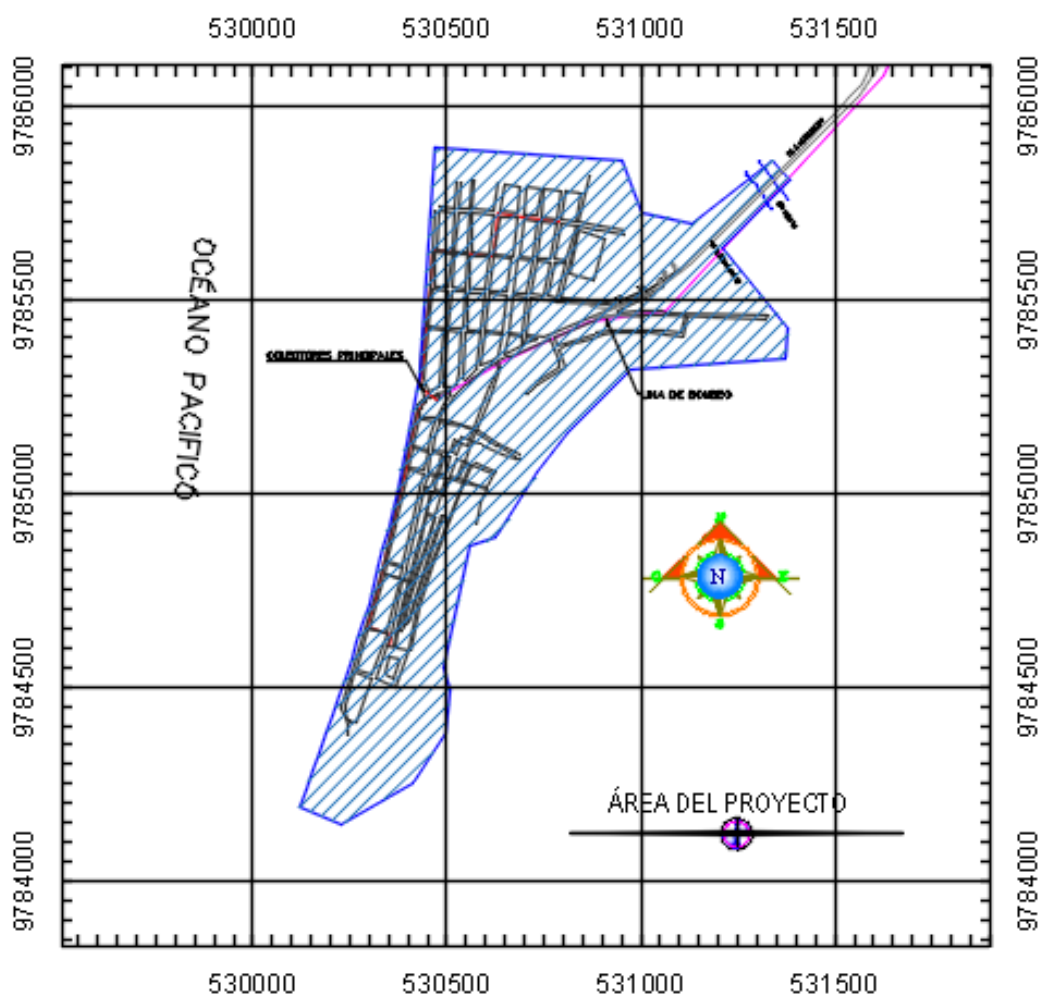


Fuente: Geolocalización del proyecto. Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

3.2.2. Área útil del proyecto.

El área útil del proyecto es la superficie que será de utilidad para el trazado de las redes de alcantarillado y dimensionamiento de sistemas de bombeo, conducción y tratamiento. La presente investigación ha considerado pertinente utilizar, tomando en consideración factores de crecimiento poblacional y expansión territorial un área de diseño igual a 126.31 Ha, la cual se observa en la **Gráfico #4**, que permitirá dotar del servicio a la población presente y futura de estos sectores.

Gráfico# 4.-Área de diseño a considerar para el presente proyecto.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé. (2020)

3.3. Estudios demográficos

3.3.1. Población.

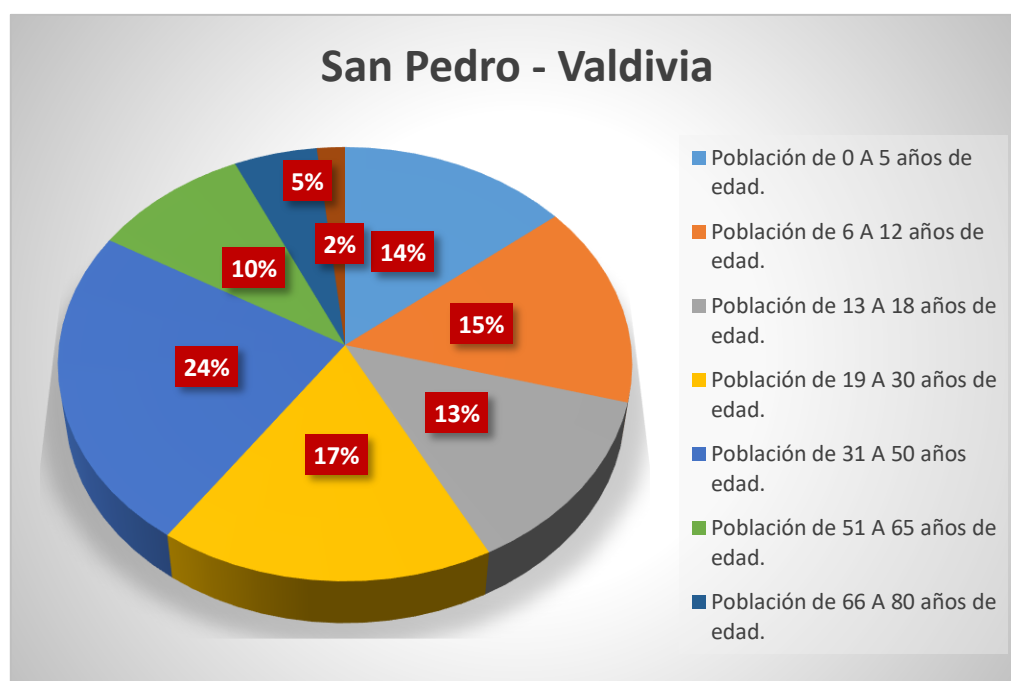
De acuerdo con los datos del censo INEC 2010, las comunas presentan una población total de habitantes en el área rural. En San Pedro la población en el año 2019 es de

4.894 habitantes, de los cuales hay 2.476 hombres y 2.418 mujeres. Del mismo modo en la comuna Valdivia la población es de 5.548 habitantes, de los cuales hay 2.875 hombres y 2.673 mujeres

3.3.2. Estructura de población

Para la población que se describe a continuación mediante el uso del **Diagrama #1** el mismo que nos permite agrupar a la población por edades.

Diagrama # 1: Distribución de la población de las comunas San Pedro-Valdivia.



Fuente: INEC, Censo 2010, Elaborado por J. Malisa y K. Malavé. 2020

Por medio de la información recabada del último censo (2010) se ha podido describir la cantidad aproximada de pobladores existentes actualmente que es de 3.899 es masculina y femenina con 3.707, donde estos valores muestran que la población masculina tiene el registro más alto con respecto al femenino.

3.3.3. Educación

Mediante la investigación de campo se verificó la existencia de únicamente tres unidades educativas fiscales que son; La Unidad Educativa "Valdivia", La Unidad Educativa Francisco de Miranda y la Esc. Julio Reyes González. Sin embargo, la tasa de asistencia por niveles de educación ha mejorado durante este lapso, debido a la

gratuidad de la educación; sin embargo, aún falta por satisfacer la demanda estudiantil en el mejoramiento de la calidad de la infraestructura y equipamiento.

3.3.4. Escolaridad de la población

En el VII Censo de Población y VI de Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2010 se determinó que en el Cantón Santa Elena existe un alto porcentaje de la población que ha cursado la instrucción primaria con aproximadamente 40% y solo aproximadamente un 15% la instrucción secundaria.

Ver anexo Tabla 3.

Diagrama # 2: Niveles de instrucción escolar



Fuente: INEC VII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda. Elaborado por J. Malisa y K. Malavé. 2020

3.3.5. Seguridad

Es una de las partes importantes por cuanto, a la seguridad de la población, que debe conducir a la existencia de las unidades de UPC ya que es una herramienta fundamental para una buena relación con todo grupo social realizando patrullajes policiales, para poder evitar la formación de grupos sociales que alteren la tranquilidad y el orden público

3.3.6. Comunicación

Según datos del INEC, censo 2010 en las comunas San Pedro y Valdivia posee un buen servicio, ya que toda la población goza de este servicio básico indispensable.

Como equipamiento en servicio de comunicación la empresa de telefonía Claro tiene instalada una antena en el Cerro el Mirador de la comuna Valdivia, de igual manera la compañía Movistar poseen una antena en la Comuna Cadeate, las cuales permiten brindar un buen servicio a las comunidades cercanas. (GADM Santa Elena, 2014)

3.3.7. Salud

La principal oferta de salud lo constituyen dos centros de salud del ministerio de salud pública entre los que se encuentran; un médico rural, una obstetra y una auxiliar de enfermería en cada centro de salud. La población señala que los centros de salud no tienen locales adecuados, pues presentan deficiencias, al no existir el equipamiento necesario; los centros en muchas ocasiones no cuentan con medicamentos suficientes especialmente para enfermedades respiratorias, diabetes e hipertensión. (GADM Santa Elena, 2014)

3.3.8. Vialidad.

La red vial de San Pedro y Valdivia tiene una vía principal de hormigón de cemento portland y las secundarias de asfalto y necesitan ser asfaltadas ya que las mismas conducen a los diferentes sectores barriales, y que al estar en mal estado en épocas de lluvias se tornan totalmente intransitables, además que ocasionan la propagación de sancudos, mosquitos, por las aguas estancadas siendo un obstáculo para la salud de los habitantes de las comunas.

En los barrios la situación es diferente, no existe asfaltado y ningún tipo de obra vial en los sectores barriales distantes de la cabecera comunal.

3.4. Geomorfología local

3.4.1. Clima.

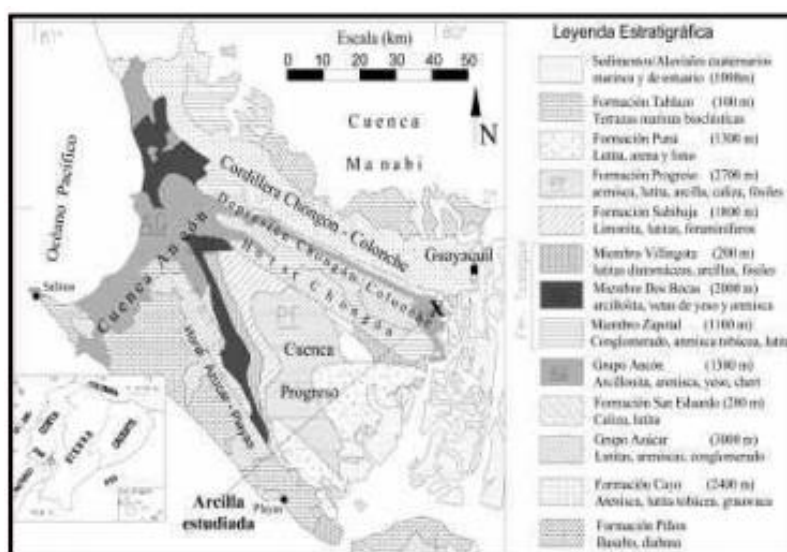
Las características del clima en la zona están dadas por la ubicación geográfica, los rasgos orográficos, los patrones de viento y las variaciones de la zona de convergencia intertropical, factores que determinan el clima en toda la región.

El Área de Influencia está localizada en una región de clima tropical y subdesértico. Posee un periodo lluvioso de enero a abril con máxima pluviosidad de febrero a marzo, y un periodo seco de mayo a diciembre, con escasas precipitaciones especialmente entre julio, agosto, septiembre y octubre. En cuanto a la temperatura media anual es de 24, 6° C y fluctúan entre 26, 6°C (marzo) y 22,7°C (septiembre).

3.4.2. Suelos.

El cantón Santa Elena es un lugar que se encuentra al oeste de la Provincia de Santa Elena y bañada por el Océano Pacífico, que posee terreno plano liso y por la existencia de pendientes montañosas. No se encuentran sistemas montañosos cercanos, los cerros de Saya y Chanduy que forman parte de la cordillera Chongón Colonche apenas llegan a los límites del cantón. El área de estudio pertenece a la estratigrafía del Grupo Ancón (Cuenca Ancón), cuya composición es de: arcilla, yeso y arenisca.

Gráfico# 5.-Característica de los suelos del Cantón Santa Elena.



Fuente: INEC, Censo 2010.

3.4.3. Uso y cobertura de suelo.

El Cantón Santa Elena registra una elevada superficie dedicada al uso Antrópico, caracterizado por una marcada influencia de camaroneras, salineras, complejos industriales, complejos recreacionales y viviendas que se extienden a lo largo de la zona costera, y que constituyen pilares fundamentales de la economía peninsular y del país.

Dentro del uso Antrópico, la cobertura preponderante en el cantón son las camaroneras, que se ubican en la franja costera, principalmente en el sector de Engunga. Las tierras improductivas localizadas en su mayoría en la parte este del cantón, ocupan un área considerable y están representadas por afloramientos rocosos, bancos de arena, playa, áreas salinas, suelo descubierto y áreas en proceso de erosión.

En el Cantón Santa Elena, el uso y manejo del agua resultan muy importante por las condiciones climáticas de la zona. Es digno de resaltar el área cubierta por las represas de San Vicente y El Azúcar, las mismas que proveen de riego a todas las zonas agrícolas aledañas. Se pueden observar otros mecanismos de represamiento tales como: albarradas, reservorios, áreas de inundación, ciénegas, lagunas y ríos dobles.

El uso Agrícola ocupa el tercer lugar en superficie, destacándose por su superficie cultivada el maíz, la paja toquilla, el cacao, el ciruelo y el banano, los cultivos de hortalizas (melón, sandía, pepinillo, pimiento, tomate riñón y cebolla perla); y, los cultivos de frutales (limón, maracuyá, uva y papaya) también ocupan una importante superficie sembrada dentro del cantón. Se determinó que existe una gran superficie agrícola en descanso (Barbecho). En el uso Agropecuario Mixto se determinaron importantes superficies de misceláneos indiferenciados y pastos cultivados con presencia de árboles, localizados principalmente en el sector norte del cantón, el uso Pecuario es digno de resaltar ya que existen grandes áreas destinadas a pastizales utilizados en ganadería extensiva ubicadas en su mayoría en la parte noroeste del cantón. **Ver anexo Tabla 4.**

3.4.4. Amenazas o peligros.

Las comunas San Pedro y Valdivia, a más de las amenazas mencionadas, se identificaron otras, como destrucción y contaminación del suelo por: Acumulación de basura en sus bosques, quema de maleza seca en los sectores agrícolas, de la comuna Valdivia; y contaminación de playas por desechos de la actividad pesquera. **Ver anexo Tabla 5.**

Gráfico# 6.-Amenazas sísmicas en las comunas San Pedro y Valdivia.



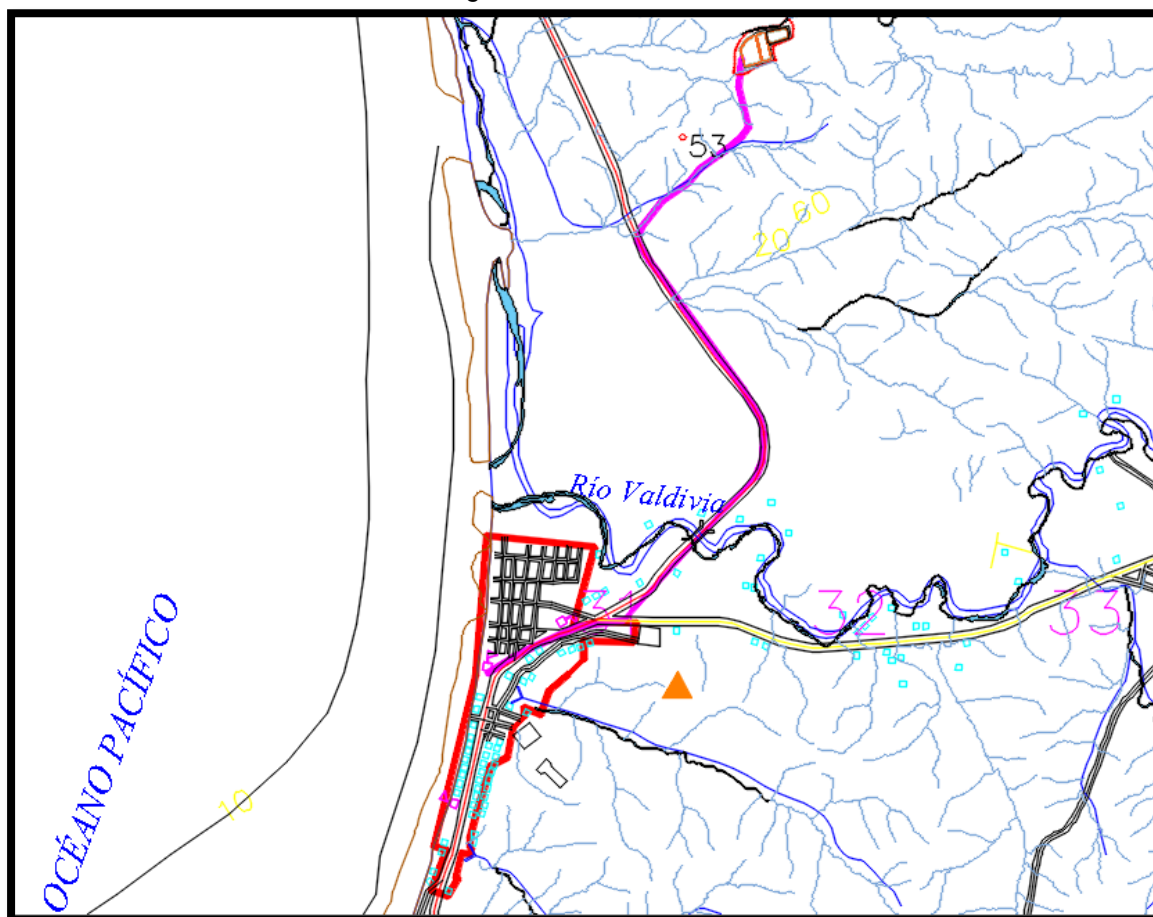
Fuente: Cartografía base SNGR e INEC.

3.4.5. Recursos hídricos.

En la parte hídrica que está dentro del área de estudio se encuentra el río Valdivia, el mismo que atraviesa a la comuna del mismo nombre. Este río es alimentado por un sin número de riachuelos y esteros río arriba llegándose a su desembocadura final en el Océano Pacífico.

Como también el sector de las lagunas de estabilización está inmerso en la misma cuenca.

Gráfico# 7.- Hidrología de las comunas San Pedro - Valdivia.



Fuente: Instituto Geográfico Militar; Cartas topográficas.

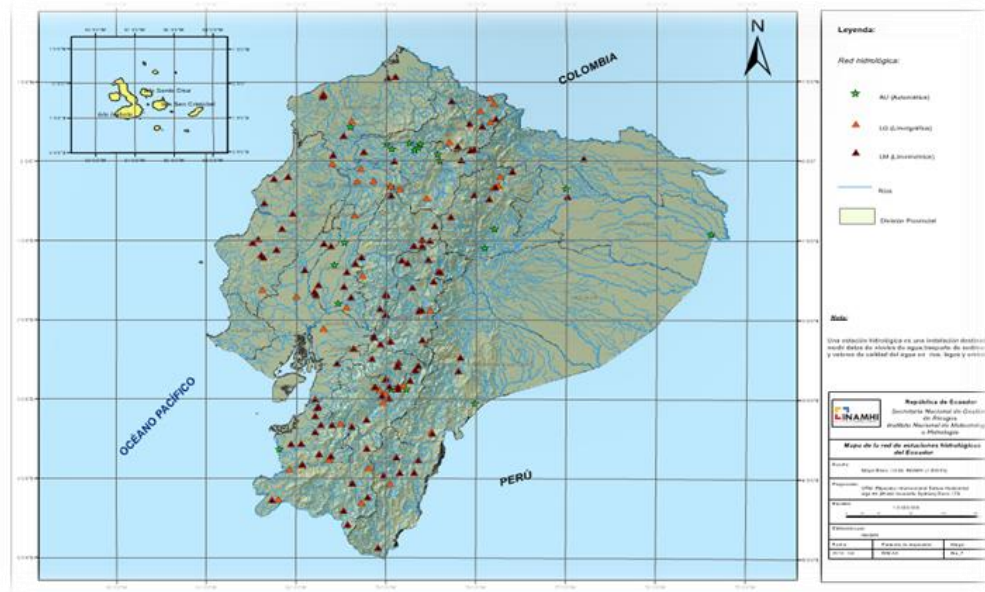
Los rápidos cambios de velocidad durante los flujos de escorrentía originados durante las lluvias torrenciales ocasionan frecuentes cavidades en el lecho de los cauces de órdenes menores.

Todos los esteros que son parte de esta misma cuenca son en su gran mayoría estacionarios, no son permanentes, dichos caudales aportantes se producen con las precipitaciones en los sectores que involucra la cuenca, donde pudiesen generarse erosiones laterales en los costados del cause

3.4.6. Red hidrometereológica de la Provincia de Santa Elena

La red hidrográfica del cantón Santa Elena está compuesta por ríos y esteros de tipo perenne e intermitente, **ver anexo tabla 6.**

Gráfico# 8.- Hidrología del Ecuador.



3.4.7. Red hidrometereológica en la zona del proyecto.

El proyecto está ubicado en la cuenca del Rio Valdivia que tiene una extensión de 12492.6 has y está compuesta por varios esteros y algunos ríos principales como son:

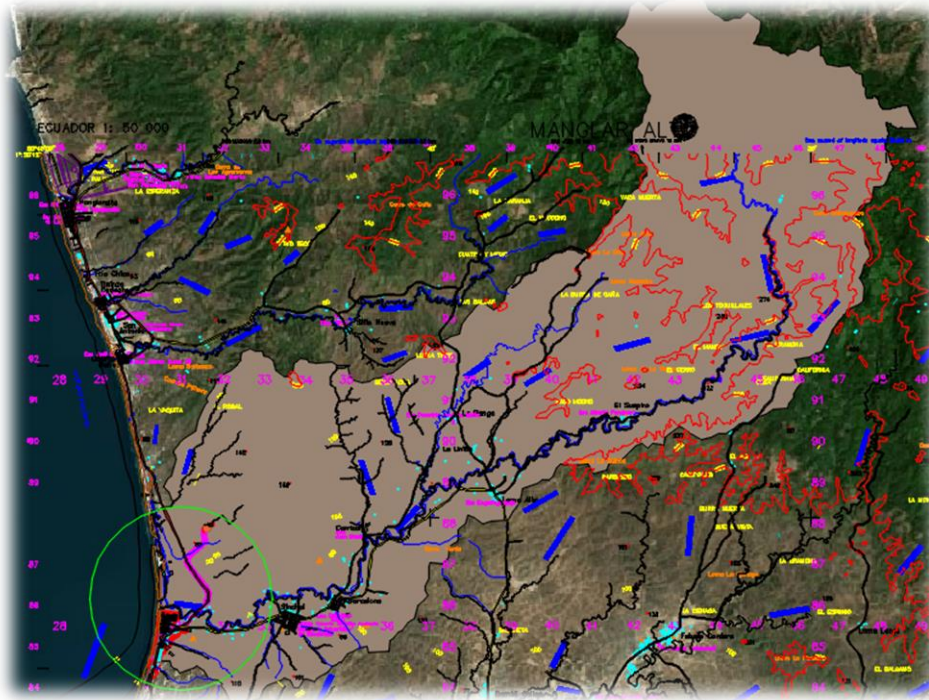
Estero El Sasal, estero Las Cadecita, Rio Valdivia, estero Las Cabuyas, Rio California, Rio de La Huaca, estero Salado, Rio Carrizal, estero Rio culebra y estero Dos Ríos. **(Fuente: Instituto Geográfico Militar).**

Gráfico# 9.- Cuenca que involucra el proyecto



Fuente: Instituto Geográfico Militar, Cartografía (MANGLARALTO_8417S). Elaborado por J. Malisa y K. Malavé. 2020.

Gráfico# 10.- Cuenca hidrográfica que atraviesa la comuna Valdivia.



Fuente: Instituto Geográfico Militar, Cartografía (MANGLARALTO_8417S).

Estos ríos y esteros en su gran mayoría son de tipo intermitente, se forman cuando llueve, beneficiando mucho a la agricultura y ganadería, en época seca permanecen sin agua, además existen quebradas, riachuelos y reservorios que son aprovechados de buena manera en épocas de escasas.

Entre los principales problemas ambientales se identifican: déficit hídrico, contaminación por: basura doméstica arrojada al suelo (zona periférica, riveras del río Valdivia y lugares aledaños); aguas servidas sin tratamiento desalojadas al suelo (sectores que en la actualidad no dispone de alcantarillado); estiércol de animales en su gran mayoría son domésticos (todos los asentamientos humanos); restos de animales de cría avícola artesanal (zonas periféricas); y residuos orgánicos marinos (agua sangre), de la industria sardinera en la vía principal.

3.4.8. Temperatura.

La temporada seca o de los meses fríos (junio a diciembre) tiene temperaturas medias de 23 a 25 °C y en la temporada de lluvias o meses cálidos (enero a mayo) se alcanzan temperatura de 26 a 28 °C. La temperatura media anual del aire es de 25.5 °C. Los valores extremos pueden llegar a 17.5 y 37 °C.

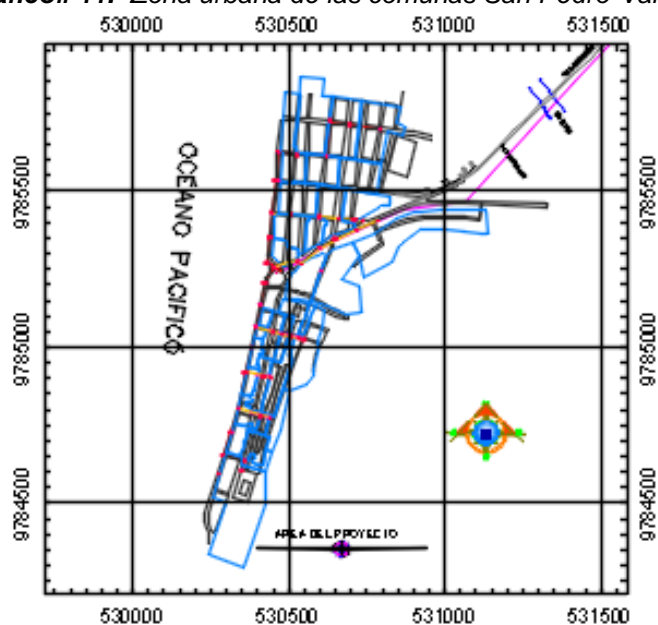
Las temperaturas máximas y mínimas corresponden a lecturas directas de los termómetros. Los valores absolutos mensuales de las temperaturas extremas son los más altos y los más bajos, registrados en un día en un mes. La temperatura media anual se encuentra entre los 23.5 y 25.2 °C, siendo menor en los meses de julio a septiembre. El siguiente cuadro resume los promedios mensuales y anuales de cuatro estaciones meteorológicas de la Provincia de Santa Elena.

3.4.9. Economía

El análisis desde el sistema económico productivo de las comunas, parte del reconocimiento de las particularidades de las mismas, que están marcadas más allá del criterio de la división política que define a las comunas como parte de la parroquia Manglaralto. (GADM Santa Elena, 2014)

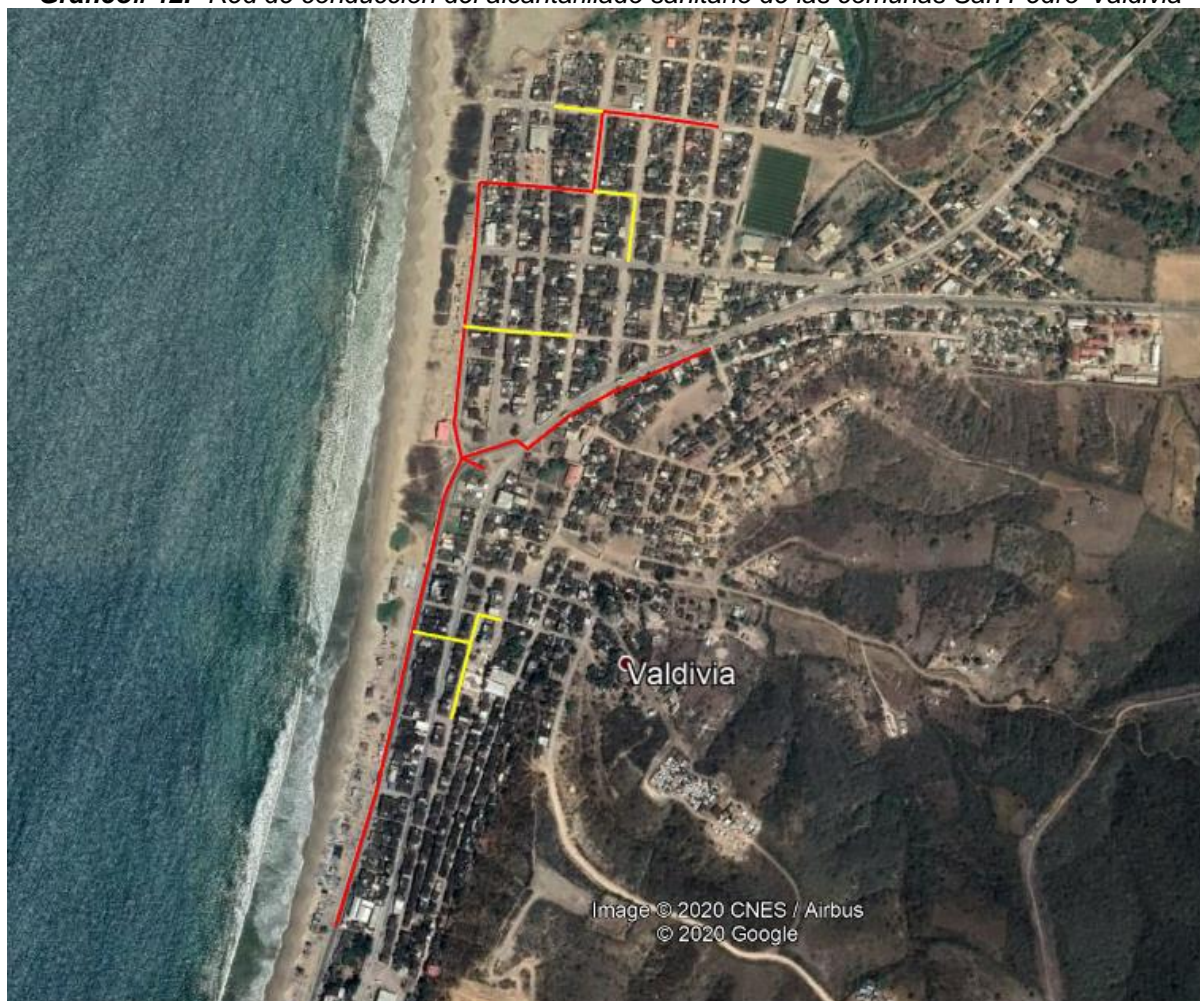
Las comunas son referentes emblemáticos del desarrollo turístico y de las actividades pesquera, ganadera y de agricultura. A nivel del sector urbano, con usos de suelo de tipo residencial, identificamos actividades propias de todo asentamiento: pequeños negocios tipo bazares, tiendas, ciber, farmacias, panaderías, comedores, etc. (GADM Santa Elena, 2014)

Gráfico# 11.- Zona urbana de las comunas San Pedro-Valdivia



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

Gráfico# 12.- Red de conducción del alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro-Valdivia

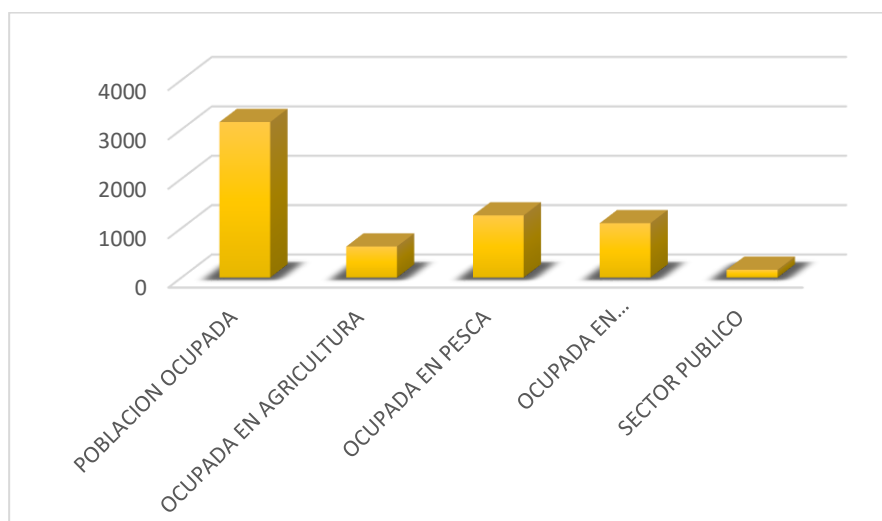


Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

Este plano da cuenta de la zona “urbana” de las comunas, obsérvese la vía de ingreso al centro poblado, dicha vía que se constituye en su calle principal, es a la vez el corredor comercial de exhibición de artesanías elaboradas en las comunas, en las calles contiguas, que conforman los diferentes barrios y ciudadelas están distribuidos bares, comedores y tiendas.

Aquí también se podría considerar la vía principal que da acceso a la playa y al malecón de San Pedro en donde se desarrollan las actividades pesqueras.

Diagrama #3: Población Económicamente Activa.



Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2014-2019

Según datos establecidos por el INEC (2010); la población económicamente activa en las comunas San Pedro y Valdivia es de 3.150 habitantes ocupados en diversas actividades, esta población se divide en actividades de agricultura que la realizan un 20.1% de la población, en el ámbito poblacional ocupada en pesca es 39.9%, en el campo ocupacional de comercio y manufactura al por mayor y menor es del 34.01%, y por último la población ocupada en el sector público es del 5%. (GADM Santa Elena, 2014)

3.5. Socioeconómica

El estudio socioeconómico se ha realizado con la finalidad de reunir datos estadísticos que nos permitan obtener información sobre la población, las familias, características de las viviendas, y los servicios básicos que poseen. Con estos datos será posible la comprensión de la situación actual socio - económica de la población, así mismo el nivel de percepción que tienen sobre los servicios básicos que poseen.

CAPITULO IV

4. Descripción del proyecto

El alcantarillado sanitario evaluado fue construido en el año 2010 y tiene una cobertura de 54.51 Has.

4.1. Normas

En el país para obtener un diseño de alcantarillado sanitario con un correcto dimensionamiento de todas las unidades del sistema se debe observar las normas técnicas y de ambiente exigidas por la secretaria del Agua (SENAGUA), Ministerio de Ambiente (MAE), Ministerio de Salud Pública (MSP) y AGUAPEN E.P.

En el presente estudio es de aplicación obligatoria las NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1.000 HABITANTES, propuestas por la secretaria del Agua, SENAGUA, publicadas en su página Web. Estas normas hacen referencia a las enunciadas en su oportunidad por el Instituto de Obras Sanitarias, IEOS (CO 10.7 – 601 y CO 10.7 - 602), R.O. No. 6-1992-08-18; constan también, en el Código de Practica Ecuatoriana CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, Código Ecuatoriano de la Construcción, C.E.C.

De la misma manera para realizar la evaluación medio ambiente se aplicarán las Normas del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Ministerio del Ambiente, TULSMA Libro VI, Anexo 1, Noma de la Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso Agua.

4.2. Áreas de estudio

El área de estudio destinada como base de partida también considera posibles asentamientos urbanos en las periferias del lugar, en el **Grafico# 13** se puede evidenciar la composición urbanística de la cabecera Parroquial o zona rural de las comunas San Pedro – Valdivia.

Gráfico# 13.- Implantación del proyecto en Google Earth de la zona urbana de las comunas San Pedro-Valdivia.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

4.3. Topografía

4.3.1. Trabajos topográficos.

El trabajo topográfico realizado consistió en la toma de puntos, determinación de las coordenadas y cotas de los colectores principales correspondientes a la conducción del alcantarillado sanitario como también de la ubicación de las válvulas de aire instaladas en la línea de bombeo que conduce las aguas residuales hacia las lagunas de estabilización, para determinar con exactitud la topografía del terreno; en el **Gráfico #14** se aprecia la ubicación de los colectores principales de la red existente del alcantarillado sanitario, se detallan los puntos obtenidos en el levantamiento topográfico.

Gráfico# 14.- Ubicación de las cámaras del alcantarillado sanitario.



Fuente: (Civil 3D). Elaboración por J. Malisa y K. Malavé 2020

La información se encuentra digitalizado en los **Planos AASS-SPV-COLECTORES** general donde se realizó el trazado de los pozos colectores y de la línea de impulsión.

La topografía de la zona de estudio se desarrolla en su totalidad en lo que se podría considerar por sus diferencias de nivel, en un paulatinamente llano el sector de la comuna Valdivia que oscila entre los 3 a los 6 m.s.n.m., a diferencia de la comuna San Pedro que, si presenta unas pendientes mucho más pronunciadas, fluctuando sus cotas entre 7m en las riberas del Océano Pacífico y 20 m.s.n.m. en las partes más altas que disponen del servicio. Dentro del área de influencia del alcantarillado sanitario en su totalidad las calles son asfaltadas, a diferencia de las lagunas de estabilización que su ingreso es de un camino de tercer orden y su línea de impulsión se encuentra paralela a la trazada de la carretera Valdivia – Manglaralto.

Además, se realizó el levantamiento de la información concerniente a las lagunas de estabilización existente, que están representadas digitalmente en el **Plano AASS-SPV-LAGUNAS** con sus respectivas dimensiones y áreas de cada laguna que forma el sistema lagunar de tratamiento. **Ver anexo Tabla 7.**

4.4. Caracterización de las aguas residuales.

Para caracterizar el agua residual afluyente y efluente del sistema de alcantarillado de San Pedro - Valdivia se tomó una muestra simple de agua residual el día 24 de noviembre del 2019 en compañía del Blgo. Byron Suarez Montenegro (Analista de aguas residuales de Aguapen E.P.) con un muestreador en la cámara de ingreso a las lagunas y en la cámara de salida de las lagunas para caracterizar el agua residual y la eficiencia del tratamiento. Como se puede verificar en el **Anexo 1** del análisis de agua realizado la característica del agua residual es de tipo domestico débil con un DBO_5 de 118 mg O₂ / litro y una baja eficiencia de remoción es de 43,2%.

Gráfico# 15.- *Recolección de muestra de agua del momento a que entra a las lagunas para su respectivo tratamiento, muestras fueron tomadas y analizadas por personal de AGUAPEN E. P*



Fuente: *Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020*

4.4.1. Cuerpo receptor

De acuerdo con las Normas de Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), en la NOVENA PARTE (IX), en el literal 4.5, “Los estudios del cuerpo receptor deberán realizarse en forma obligatoria para todas las ciudades con sistema de alcantarillado y una población igual o mayor a 30.000 habitantes y otras de menor tamaño que el SAPYSB considere de importancia por aspectos como: su posibilidad de crecimiento, el uso inmediato de aguas del cuerpo receptor, la presencia de descargas industriales, etc. En la misma forma estos estudios serán de carácter obligatorio para conjuntos de ciudades o poblaciones que se encuentren aportando desechos líquidos a una misma cuenca, dentro del área de influencia de una misma entidad seccional. Los casos de cuencas multiprovinciales se tratarán a nivel gubernamental, de acuerdo con las leyes y reglamentos vigentes”.

Las comunas de San Pedro y Valdivia tendrán de acuerdo con sus proyecciones establecidas en el capítulo 4.6 una población de 10.442 habitantes en el 2019 como año de inicio de proyecto, con una proyección a 20 años su cantidad de habitantes será de 21.120 por lo que no se requiere estudio del cuerpo receptor, de acuerdo con la norma descrita en el párrafo anterior. Más sin embargo se realiza el estudio del afluente y efluente del agua residual en sus lagunas, cabe mencionar que estos resultados presentados son en base a los análisis de las aguas residuales.

Es muy conocido que no es posible establecer con precisión unos valores “estándar” para las aguas residuales independientemente de su origen, sea doméstico, urbano o industrial. Los hábitos alimenticios, la calidad de vida o la pobreza hacen varias las características físicas químicas y microbiológicas de los efluentes domésticos.

En las comunas los vertidos de las actividades económicas pueden hacer variar los parámetros incluso, dos industrias de igual naturaleza que manejen un proceso productivo similar pueden generar aguas servidas de características disimiles. Además, tenemos la existencia de una gran dilución del agua residual, por efecto de la intrusión de las aguas de infiltración al sistema de alcantarillado, por lo que tampoco debemos considerar para el diseño, los valores obtenidos en las caracterizaciones fisicoquímicas-biológicas realizadas.

4.5. Período de diseño.

Se consideran dos aspectos de importancia para asumir el periodo de diseño:

- ❖ La dinámica de desarrollo regional: La demanda podría ser muy alta y la capacidad de las obras podrían quedar muy reducida
- ❖ Las variaciones del comportamiento hidráulico: la demanda podría ser muy baja y las obras quedar sobredimensionadas.

En cuanto a la dinámica de desarrollo regional, las capacidades de las obras podrían quedar cortas con relación a la demanda subdimensionadas; para atender el déficit de obras, se provee ampliaciones futuras.

Para el segundo caso, es posible que las obras no funcionen con toda su capacidad; esta situación podría conducir a dejar obras sin funcionamiento, aspecto que en muchos casos con lleva a la reducción de la vida útil de los componentes (especialmente metálicos y electromecánicos, por las condiciones propias del ambiente).

Por lo indicado, para que el proyecto preste servicio eficiente, el período de diseño debe ser de 20 años, según lo estipulado en las normas, esto asegura una economía de escala adecuada; por lo tanto, el horizonte de proyecto será el año 2039, considerando como año de inicio 2019.

4.6. Población de diseño.

4.6.1. Cálculo de la población futura.

Para realizar el cálculo de la demanda futura, primero debemos determinar la población futura hasta el horizonte del proyecto; por lo que debemos obtener los siguientes parámetros:

- ❖ Datos estadísticos de poblaciones de años anteriores
- ❖ Resultados del censo poblacional actual

Según la norma CPE INEN 5 Parte 9-1: 1992, propuesta por SENAGUA, para determinar la población futura, se calcularán las proyecciones de crecimiento poblacional, utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.).

Los resultados de estas proyecciones fueron las siguientes:

Tabla # 4.-Valores de población proyectada.

PLOBACION PROYECTADA					
Método	2019	2024	2029	2034	2039
Geométrico	10442	12453	14851	17710	21120
Aritmético	9672	10820	11968	13115	14263
Logarítmico	10081	12022	14337	17097	20389

Fuente: Elaboración por J. Malisa y K. Malavé 2020

Por los resultados expuestos en la tabla anterior, seleccionamos los datos calculados por el método geométrico.

Para determinar la proyección de la población futura en las comunas, se tiene como datos la información de los censos realizados por el INEC en los años intercensal del 2001 y 2010, con lo cual se determinó un índice de crecimiento. Para la proyección de la población se utilizó el método geométrico.

4.6.1.1. Método Geométrico

Para el cálculo de población futura se utilizan las ecuaciones

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}} - 1$$

Dónde:

P_f = Población futura

P_{uc} = Población del último censo

P_a = Población actual

P_{ci} = Población del censo anterior

r = Taza de crecimiento poblacional

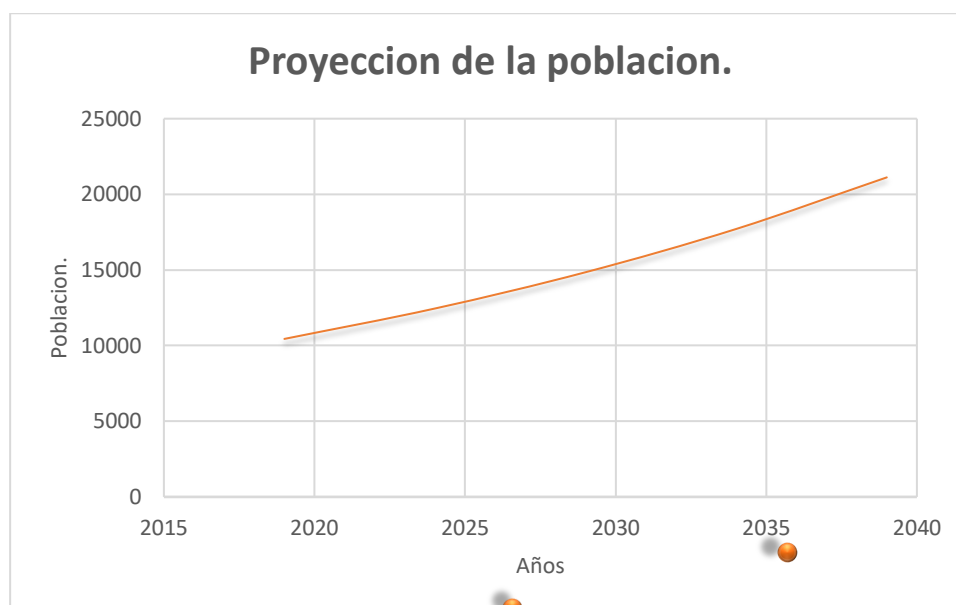
n = Periodo de diseño

Tabla # 5.- Población proyectada, mediante método geométrico.

Población proyectada							
AÑO	Población	R	2019	2024	2029	2034	2039
2001	5540	0.03584	10442	12453	14851	17710	21120
2010	7606						

Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Diagrama #4: Población proyectada, mediante método geométrico.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Una vez obtenidos estos datos se obtiene como resultado que la población del 2019 es de 10.442 habitantes, con un horizonte de diseño de 20 años en el 2039 se tendrá una población futura de 21.120 habitantes.

Población proyectada					
Año	2019	2024	2029	2034	2039
Población	10442	12453	14851	17710	21120

4.7. Caudal de diseño.

Es la cantidad de agua residual producida por la comuna y recolectada para ser transportada al sitio de tratamiento en un tiempo adecuado. La determinación del

caudal se calcula sumando el consumo máximo horario residencial, caudales de infiltración y aguas ilícitas. El nivel de servicio se escogió a partir de la **tabla #13** de la norma propuesta por SENAGUA, donde por la población del proyecto a diseñar, se determina que el nivel de servicio para este sistema será **IIb ver anexo tabla 8**.

4.7.1. Dotación.

La dotación actual de agua potable en poblaciones similares a San Pedro y Valdivia se estima en 120 l / hab. / día, que es un valor actual de dotación de agua potable en el cantón Guayaquil. (Interagua, 2011)

4.7.2. Caudal

Según la norma SENAGUA el caudal a utilizarse para el diseño de sistema de alcantarillado sanitario será el que resulte de la suma de:

$$Q \text{ Diseño} = Q_{MH} + Q_i + Q_{il}$$

Donde:

Q_i = Infiltración

Q_{il} = Conexiones ilícitas

Q_{MH} = Caudal Máximo Horario (caudal de aportación)

El proyecto en mención no cuenta con caudales de aportación industrial, así que para el caudal de diseño se tomará en cuenta el caudal doméstico.

4.7.2.1. Caudal máximo horario (QMH)

$$Q_{MH} = Q \text{ poblacion} * k_1$$

Donde:

k = factor tomado del manual SENAGUA CO.07

4.7.2.2. Población flotante

Esta población corresponde al número de habitantes que frecuenta en determinadas épocas, principalmente en temporada playera. Donde en el futuro este sector puede tener un incremento turístico considerable por su ubicación geográfica.

Se considerará como población flotante el 10% de la población futura calculada anteriormente con una proyección hasta el 2039.

4.7.2.3. Caudales de infiltración (Qi)

El caudal de infiltración se lo obtiene con la siguiente expresión:

$$Q_i = 0.1 * A$$

Donde:

A = Área o superficie de diseño expresada en Ha.

4.7.2.4. Caudales de conexiones ilícitas (Qil)

En un sistema de alcantarillado sanitario siempre se tendrá conexiones ilícitas, el aporte de estas conexiones será de 20% del caudal de aportación (l/seg).

4.7.3. Caudales domésticos para el sistema de bombeo y línea de impulsión.

El caudal de diseño de las estaciones de bombeo y líneas de impulsión está relacionado directamente con los caudales de los colectores sanitarios (caudal máximo instantáneo de aguas servidas más los caudales de infiltración y conexiones ilícitas). Estos caudales, son uno de los factores que intervienen en el dimensionamiento de los cárcamos de bombeo y en la capacidad de tratamiento de las lagunas de estabilización.

Tabla # 6.- Caudales de diseño para el sistema.

CAUDAL DE DISEÑO								
AÑO DE ANALISIS	Población	Dotación (lt/hab/día)	Qmd (m3/día)	QMH (m3/día)	Qi flotante (m3/día)	Qil (m3/día)	Q de diseño (m3/día)	Q de diseño (lt/seg)
2019	10442	120	1002,48	3007,43	100,25	601,49	3709,16	42,93
2039	21120		2027,47	6082,42	202,75	1216,48	7501,65	86,82

Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

CAPÍTULO V

5. Evaluación y diagnóstico del sistema de alcantarillado existente.

La investigación se ha realizado en base a la información proporcionada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, Aguapen E.P., Comuna San Pedro y Valdivia además de información recopilada en el sitio.

El 25 de septiembre se realizó el reconocimiento del sistema de alcantarillado sanitario de San Pedro y Valdivia en compañía del Ing. Civil Carlos De La A Gamboa encargado de la operación y mantenimiento del sistema por parte del municipio de Santa Elena. En dicha visita junto a 2 operadores permanentes del sistema se pudo constatar los elementos que componen el sistema como: cajas de inspección, tirantes, cámaras, estación de bombeo, línea de impulsión, cámaras de las ventosas y desagües, lagunas de estabilización de las aguas residuales y descarga de efluente en estero.

Para recabar mayor información del sistema del alcantarillado sanitario se realizó varias visitas y entrevistas a los usuarios, esto permitió recopilar toda la información necesaria para poder determinar el estado actual del sistema de alcantarillado sanitario.

5.1. Descripción y evaluación del sistema de recolección y transporte existente.

Las comunas de San Pedro y Valdivia tienen un alcantarillado sanitario separativo a gravedad para recolectar las aguas servidas, el mismo que fue construido en el año 2010, el sistema está compuesto por:

- ❖ Conexiones intradomiciliarias de PVC d=110 mm,
- ❖ Caja de inspección de hormigón simple 60x60 con tapa de hormigón armado,
- ❖ Ramal domiciliario de PVC novafort d=110 mm y d=160 mm (terciarios),
- ❖ Tirantes de PVC d = 200 mm,
- ❖ Cámaras de hormigón armado dint = 1,20m y de altura mayor h=1,40m,
- ❖ Colectores secundarios PVC Novafort con d=200 mm.

- ❖ Colectores primarios de PVC Novafort con diámetros de 200 mm, 250 mm, 300 mm y 400mm.

Se estima que un 40 % (60 cajas) de las cajas de inspección domiciliaria que se encuentran en la parte plana costera tienen arena de playa en su interior y obstaculizando más del 50% de su capacidad de flujo, como se puede apreciar en la **Gráfico #16**.

Gráfico# 16.- Caja de inspección AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa que no hay un acabado que evite la acumulación de sólidos.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

El alcantarillado sanitario en las comunas de San Pedro y Valdivia comparte la estación de bombeo y la laguna de tratamiento ubicada en la comuna Valdivia a una distancia de unos 1.5 km de distancia con respecto a la última vivienda y a una cota +17 m.s.n.m.

Las 2 únicas cámaras de inspección de aguas servidas verificadas de 20 cámaras en total tienen un diámetro interior de 1,20 m y alturas de 1,4m en San Pedro y altura de

1,95 m en Valdivia respectivamente, se observó que la media caña en las dos cámaras está bien conformada, también se observó que dentro de la cámara existe una tubería de agua potable. Situación que no es permitida y que pone en grave riesgo a la salud de los habitantes de las comunas.

Por lo que el análisis a presentar será únicamente con respecto a la capacidad de los diámetros de tuberías encontrados.

En los ramales intradomiciliarios se procedió a una evaluación técnica de las tuberías y las cajas de revisión que se encuentran en las aceras correspondientes a cada una de las acometidas que posteriormente son conectados a los tirantes, los cuales se llegó a determinar que:

- ❖ Ciertas cámaras domiciliarias se encuentran en pésimo estado como se puede evidenciar en la **Gráfico #17**.

Gráfico# 17.- Caja de inspección AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa la inexistencia de paredes al nivel del ingreso de tuberías intradomiciliarias para evitar el desmoronamiento del suelo (arena).



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

- ❖ Regularmente sufren colapsos frecuentes por varios sectores como se aprecia en los **Gráficos #18 y #19**

Gráfico# 18.- Caja domiciliaria AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa el rebose de sus aguas.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Gráfico# 19.- Caja domiciliaria AASS H.S. 0,6mx0,6 en la que se observa los residuos de arena y basura que obstruían el paso del flujo de agua residual.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

En ciertos colectores secundarios no se pudo hacer la valoración, por el motivo que ciertas calles fueron asfaltadas y las cámaras fueron cubiertas totalmente.

- ❖ En una parte de los colectores secundarios existe aglomeración de arena.
- ❖ Una de las acometidas de agua potable en el sector de San Pedro se encuentra junto al colector de las aguas residuales, como se evidencia en la **Gráfico #20**.

Gráfico# 20.- Cámara de inspección de HS de 60x60cm donde se observa las acometidas de agua potable inmersas en las cajas de revisión.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

- ❖ La cámara A3 del colector A ubicado en la comuna San Pedro tiene un nivel de agua que indica que este colector tiene un grado de obstrucción (a punto de colapsar) dicho colector ha sufrido varios colapsos.

Realizando las visitas correspondientes se llegó a comprobar que las distancias entre cámaras si cumplen con lo especificado en las normativas de diseño para alcantarillado sanitario

Según especificaciones técnicas para las pendientes máximas y mínimas establece que debe estar en el rango mínimo de 0.5% y para las pendientes máximas del 10%.

Para corroborar dichas pendientes se llevó a cabo la simulación del sistema de alcantarillado sanitario en el programa SEWERCAD, en el cual se encontró que ciertas pendientes no cumplen con la normativa descrito anteriormente. **Ver anexo 5.**

En la presente investigación se realizó una nivelación topográfica sobre las tapas de los colectores para determinar la diferencia de pendientes que existe entre las cámaras. El trabajo principal correspondía verificar y nivelar el fondo de las cámaras, conociendo así las pendientes reales a las cuales viene trabajando el sistema de alcantarillado sanitario. Dicha actividad no se pudo llevar a cabo por que fueron instaladas tapas no apropiadas, las cuales se encuentran en mal estado como se muestra en la **Gráfico #21**, al forzarlas para poder abrirlas iban a resultar con daños graves.

Del mismo modo el marco y contramarco de las tapas no tienen la forma trapezoidal como las normas de construcción indican. Esto dificulta de gran manera se realice alguna inspección en el estado actual por no poder llegar a abrirlas de manera manual.

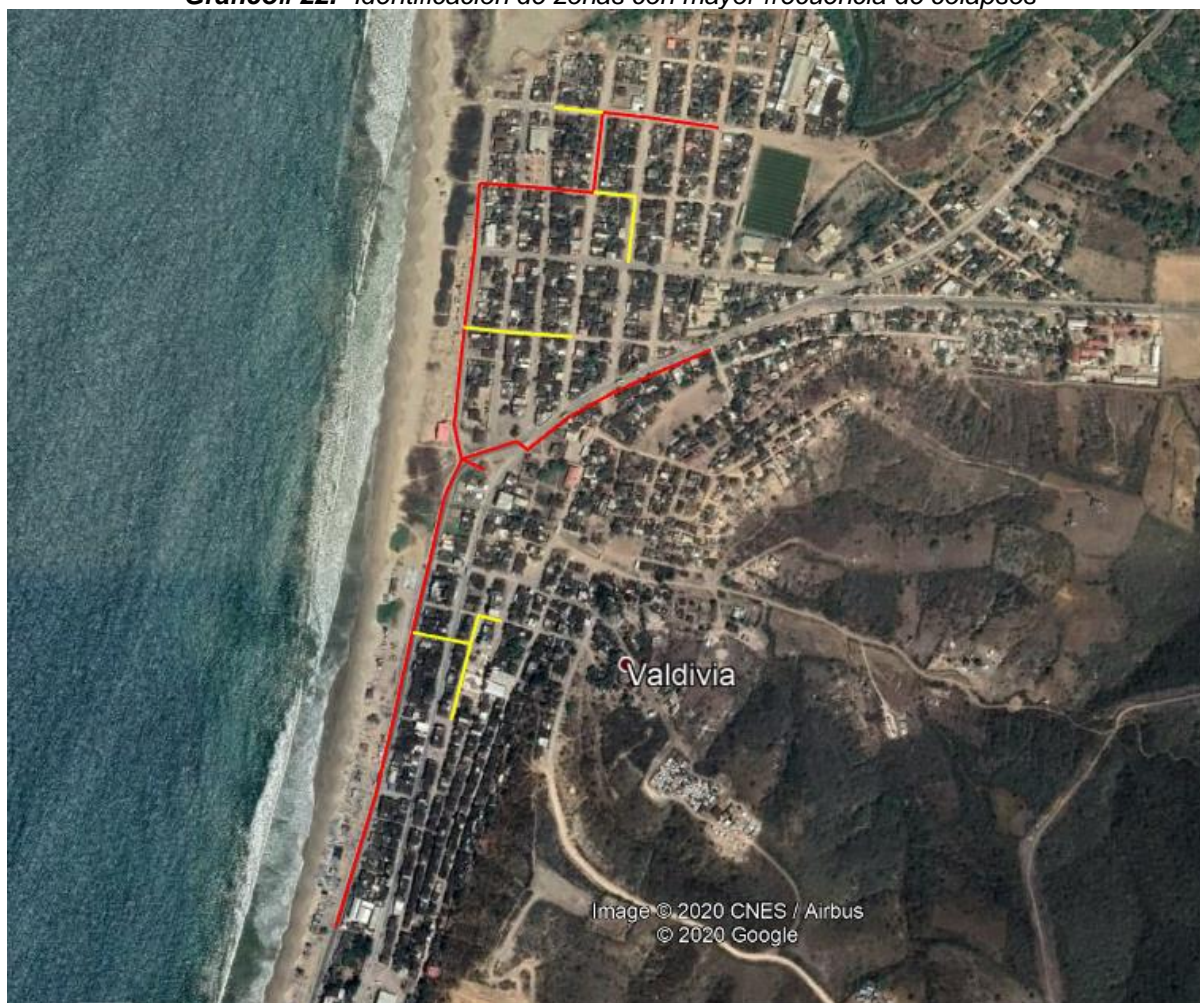
Gráfico# 21.- Cámara de inspección de HS de 60x60cm, se observa al personal del GADM de Santa Elena abriendo las tapas de revisión, lo cual no se logra por el estado en que estas se encuentran.


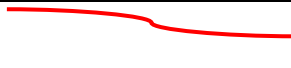



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

A continuación, se presenta la identificación de los sectores que sufren colapsos frecuentes.

Gráfico# 22.- Identificación de zonas con mayor frecuencia de colapsos



SIMBOLOGIA	
Línea de conducción principal	
Colectores principales	
Colectores secundarios	

Para la presente investigación se tomó como base la normativa **(CO 10.07-601, “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES)**

Dicha normativa está considerada por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, (SENAGUA) en calidad de rector del Saneamiento Ambiental en el país, tienen entre sus responsabilidades y a través de la Dirección de Planificación, la preparación, revisión y actualizaciones, especialmente en ciudades de topografía plana donde es necesario tener mayor rigurosidad en el control para las obras que se llegaren a ejecutarse.

La descarga de las conexiones domiciliarias se deberá realizar mediante una pieza especial que garantice la estanqueidad de la conexión, así como el flujo expedito dentro de la alcantarilla; o a través de ramales laterales que estarán ubicados en las aceras de las calles las cuales cumplirán la función de recolectar todo el caudal de las conexiones domiciliarias que correspondan a dichas viviendas. Las cuales deberán ser conectadas por medio de cajas domiciliarias con conexiones adecuadas que permita un correcto mantenimiento.

- ❖ Conexiones domiciliarias deberán tener un diámetro mínimo de 100mm y una pendiente mínima de 1%.
- ❖ El diámetro mínimo de los ramales laterales (red terciaria) será de 150mm.

En el diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario se deberá cumplir las siguientes condiciones expuestas por la norma **(CO 10.07-601, “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1.000 HABITANTES),**

- a) Que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, pues éstas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- b) Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- c) Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros

fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.

d) Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.

e) Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

Las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación. Se recomienda usar los valores que constan en la **ver anexo Tabla 9**.

Otro aspecto importante que considerar para un correcto manejo de un sistema de alcantarillado sanitario es la eficiencia a la cual tendrá que ser sometido el sistema.

Para todos los sistemas de alcantarillado sanitario no es permitido que la tubería se diseñe a un trabajo eficientes el (100%) de su capacidad.

Dependiendo el tipo de terreno y propiamente las condiciones que preste el sistema es recomendable considerar la eficiencia del (70 – 80) % (que su trabajo no sea a tubo lleno), Evaluación de la estación de Bombeo y Línea de Impulsión.

5.1.1. Descripción de la estación de bombeo

La estación de bombeo de aguas servidas se encuentra ubicada en el límite de las comunas cercano a la playa y junto al cauce de aguas lluvias que descarga en el mar. La estación de bombeo se encuentra en un terreno con cerramiento de 18x13m=234 m² incluye cámara bypass, cámara humedad, cámara de válvula, caseta de bombeo con paredes de mampostería y losa de hormigón, panel de control eléctrico-bodega, cuarto de transformadores.

Gráfico# 23.- Estación de bombeo de San Pedro – Valdivia.



Fuente: Foto tomada por J. Malisa y K. Malavé 2020.

La cámara bypass tiene unas dimensiones de 2.5 x 3 m con altura $h=6.4$ m cumple la función de recibir el caudal de los colectores y en caso de que exista un fallo eléctrico por emergencia el caudal de aguas residuales es enviado al cauce natural junto a la estación de bombeo.

La cámara de bombeo es de tipo húmeda, de dimensión 2.5 x 3 y altura $h=6.4$ m, para llevar a cabo el proceso de elevar las aguas residuales desde la cota del nivel mínimo -2.3m.s.n.m. a una cota $+23\text{m.s.n.m.}$ el sistema cuenta con dos bombas sumergibles de 30 HP, con motores trifásicos. con 2 bombas sumergibles para aguas residuales.

También está compuesta por dos (2) conexiones paralelas de 100 mm con una longitud de 10.00m, hasta conectarse con la línea principal de impulsión, que está compuesta de:

- ❖ Dos uniones Gibault
- ❖ Dos válvulas Check (retención)
- ❖ Dos válvulas de paso
- ❖ Dos tee bridadas

En la estación de bombeo el operador procede con la separación física de sólidos flotantes que se puede visualizar con una palanca y malla. La tubería de impulsión es de PVC, de 250 mm de diámetro, con una longitud de 3.640m de longitud, está compuesta de 9 válvulas de aire en todo el tramo. No tiene

desagües y presenta una válvula de seccionamiento en línea, aguas arriba del cruce con el Poliducto La Libertad - Manta, condición exigida para la preservación del Poliducto.

Las válvulas de aire instaladas son del tipo ventosas de triple función, cinco de tres pulgadas de diámetro, y cuatro de dos pulgadas de diámetro marca FIMACA. Se alojan en arquetas de hormigón, formadas por módulos prefabricados, de 60 x 60 cm, con tapa de hormigón provista de ventilación de PVC.

La profundidad de instalación de la línea de conducción de aguas residuales es variable, observándose profundidades mayores a 4 m, así como deflexiones horizontales con fuertes radios de curvatura.

El punto más alto en el perfil longitudinal de la conducción se ubica en la abscisa 3+004, a la cota 23 m.s.n.m., aproximadamente.

La planta de tratamiento es de tipo de lagunas de estabilización y se encuentran localizadas en una meseta ubicada a una longitud de 3.664 metros de la estación de bombeo.

Las lagunas están compuestas de tres lagunas en serie, de funcionamiento indeterminado, conformadas por diques de tierra y fondo revestido por *lining* de membrana de HDPE.

El ingreso del caudal se hace a través de un vertedero tubular circular que distribuye en dos líneas de ingreso, se observa una coloración de tipo rojiza en las aguas retenidas en las lagunas.

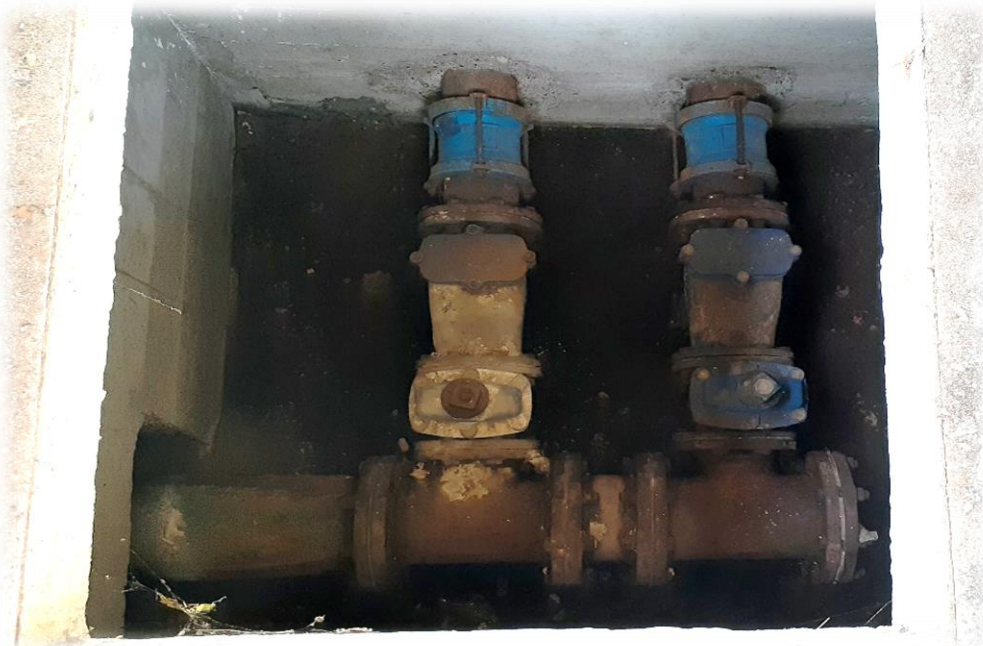
En el plano adjunto **AASS-SPV-ESTACIÓN-DE-BOMBEO** se observa las dimensiones de la estación de bombeo donde se tiene dos bombas sumergibles de 30 HP para que trabajen alternadamente e impulsen el agua hasta el sistema de tratamiento. Donde el momento de la evaluación del sistema se encontraba en funcionamiento únicamente una bomba por un periodo de 1 a 1.5 horas 3 veces al día.

Gráfico# 24.- Cárcamo de bombeo, bombas sumergibles # 1 y # 2 y tubería de impulsión D=100mm, Estación de bombeo San Pedro-Valdivia



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Gráfico# 25.- Válvulas de control Estación de bombeo San Pedro-Valdivia.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Las tuberías de la línea de impulsión que nacen desde la cámara de válvulas de la estación de bombeo tienen un diámetro de 250 mm, que está compuesto de dos codos de 90°, dos uniones gibault, dos llaves de compuerta, dos tee brida, un tapón y la línea de impulsión con un $\varnothing = 250\text{mm}$,PVC.

5.1.2. Evaluación de la situación actual de la estación de Bombeo y Línea de Impulsión

El cárcamo de bombeo fue evaluado con la expresión siguiente:

$$V \text{ cárcamo} = 600 \times Q_{\text{máx}} / 4$$

El valor del caudal máximo es igual a 42.93 l/s

$$V \text{ cárcamo} = 600 \times 42.93 / 4 = 6.44 \text{ m}^3$$

Dimensiones del cárcamo de bombeo existente

$$L \text{ pozo} = 3.00 \text{ m}$$

$$a \text{ pozo} = 2.50 \text{ m}$$

$$A \text{ pozo} = L \times a = (3.00 \times 2.50) = 7.50 \text{ m}^2$$

$$V \text{ cárcamo} = A \text{ pozo} \times H \text{ pozo}$$

$$H \text{ pozo} = 6.44 \text{ m}^3 / 7.50 \text{ m}^2$$

$$H \text{ pozo} = 0.86 \text{ m}$$

De las dimensiones tomadas a la estación de bombeo se tendría una altura útil de 6,40 m, del cual está proyectado que se utilizó para la evaluación de la infraestructura física se requiere una altura de 0.86 m, por lo que se determina que la estación de bombeo si tiene capacidad para almacenar los caudales domésticos de las comunas en el año de inicio del proyecto 2019.

Para el cálculo del diámetro económico de la tubería de impulsión se tiene un caudal de 42.93 l/s, se lo calcula con la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{(Q \text{ máx.} / 1000)} = 235 \text{ mm} = 250 \text{ mm}$$

Del cual la tubería de impulsión existente es de 250 mm de PVC, lo que se puede decir que desde el punto de vista hidráulico la tubería de impulsión existente si cumple para el caudal que se requiere transportar hacia las lagunas de oxidación para su posterior tratamiento que se debe llevar a cabo.

Por medio de los cálculos realizados se determina que para bombear el agua residual generada por las dos Comunas se requieren dos bombas sumergibles de 30 Hp cada una, por lo que las bombas existentes no cumplen con la capacidad requerida para el sistema.

5.1.3. Evaluación de la estación de Bombeo y Línea de Impulsión para caudales domésticos proyectados

El caudal de evaluación para bombear e impulsar aguas residuales domesticas para un periodo de diseño de 20 años tendría un valor de 86.82 l/s con este caudal vamos a determinar si el volumen de almacenamiento se podría utilizar

$$Q \text{ máx} = 86.82 \text{ L/s}$$

$$V \text{ cárcamo} = 600 \times Q \text{ máx} / 4$$

$$V \text{ cárcamo} = 600 \times 86.82 / 4 = 14160 \text{ lt} = 13.02 \text{ m}^3$$

Dimensiones del cárcamo de bombeo

$$L \text{ pozo} = 2.50 \text{ m}$$

$$a \text{ pozo} = 3,00 \text{ m}$$

$$A \text{ pozo} = l * a = (2.5 \times 3,0) = 7.5 \text{ m}^2$$

$$V \text{ cárcamo} = A \text{ pozo} \times H \text{ pozo}$$

$$H \text{ pozo} = 13.02 \text{ m}^3 / 7.5 \text{ m}^2$$

$$H \text{ pozo} = 1,74 \text{ m}$$

Por lo que se puede concluir que, con la aportación futura, el cárcamo de bombeo si tiene la capacidad para recibir la carga; sin embargo, por su vida útil en el futuro se tendría que realizar una evaluación de su estado y funcionamiento para una posible ampliación.

De la misma forma se evaluó el diámetro de la tubería de impulsión:

$$D = \sqrt{Q \text{ máx} / 1000} = 295 \text{ mm}$$

Este caudal implica que la tubería de impulsión existente debería cambiarse por una de mayor diámetro, ya que la existente es de 250 mm.

5.1.4. Análisis de la capacidad de la bomba.

Cuando existen zonas topográficas contrarias al requerido para la evacuación de las aguas, donde no se podría aprovechar la fuerza de la gravedad es necesario recurrir a los medios de bombeo para cumplir el objetivo de evacuación de las aguas.

El método utilizado para el análisis de todo el sistema de bombeo de las aguas servidas es tomando en cuenta de manera similar al análisis de los sistemas de aguas blancas. Tanto para la demostración de la capacidad de la bomba como de las pérdidas y coeficiente requeridos.

La evaluación en el sistema de bombeo consiste en realizar todos los cálculos necesarios para verificar su funcionalidad con respecto a las cargas, presiones y pérdidas que se generan en el mismo sistema por motivo de operatividad

La importancia de establecer el equilibrio hidráulico radica que a través de él se podrá determinar la eficiencia con la cual se encuentra operando el sistema de bombeo correspondiente al alcantarillado sanitario de las comunas de San Pedro - Valdivia.

5.1.5. Carga estática total

La carga estática total se define como la carga a la cual se tendrá que someter el sistema de bombeo para elevar dicho fluido desde un punto A hasta un punto B, considerando como punto A la estación de bombeo y como punto B las lagunas de estabilización del sistema. Este parámetro se calcula mediante la expresión:

$$\text{Hest (m)} = \text{HD} - \text{HS} + \frac{(\text{PD} - \text{PS})}{\gamma}$$

Donde:

HE: Carga estática total.

HD: Altura de descarga.

HS: Altura de succión.

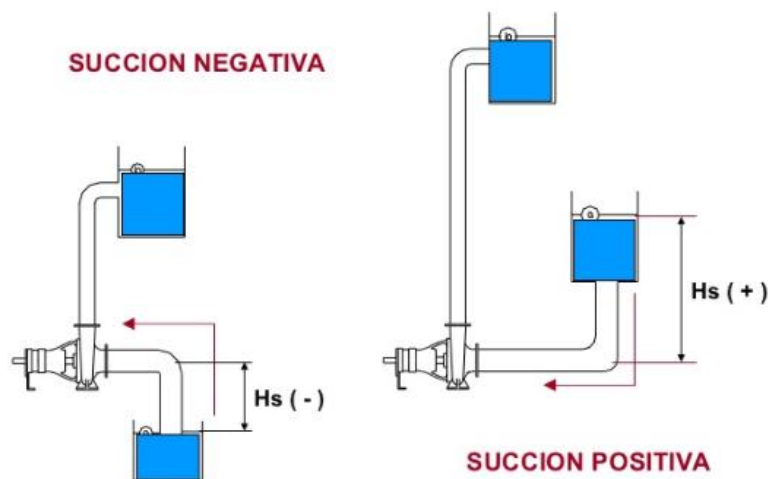
PD: Presión en el recipiente de descarga.

PS: Presión en el recipiente de succión.

γ : Peso específico del fluido.

El valor de Hs es positivo si la succión de la bomba se encuentra por debajo de la superficie del fluido en el depósito de captación y es negativo si la succión de la bomba se encuentra por encima del nivel del fluido en el depósito (**Ver Gráfico #26**).

Gráfico# 26.- *Succión de la bomba*



$$H_{est} (m) = 20 - 0 + \frac{(PD - PS)}{\gamma}$$

$$H_{est} (m) = 20 + 0$$

$$H_{est} (m) = 20 \text{ m}$$

Para este caso, al encontrarse los depósitos al descubierto y bajo influencia de la misma presión dentro de la atmósfera, se calculó la carga estática haciendo el término:

$$\left(\frac{PD - PS}{\gamma} \right) = 0$$

5.1.6. Pérdidas de energía dinámica en el sistema.

Esta pérdida se genera en base a la fricción y la turbulencia que experimenta el fluido al ser transportado a través de diferentes ductos y tuberías que dependerá básicamente del factor de fricción, longitud y diámetro de las tuberías, del mismo modo en el caso de los accesorios se genera pérdidas de cargas locales.

5.1.7. Pérdida de carga por fricción.

$$h_f = f \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

f : Factor de fricción (adimensional)

L : Longitud de la tubería (m)

D : Diámetro de la tubería (m)

v : Velocidad del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (m/s²)

Donde el factor de fricción se calculó por el método de COLEBROOK WHITE realizando tablas de cálculo en office Excel.

$$f = \left(\frac{1}{-2 \log \left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re}(\text{raiz}f)} \right)} \right)^2$$

$$f = 0.015027698$$

Comprobacion del factor de " f " por medio de iteraciones

CW FACTORES DE FRICCION	
f'	F
0.015	0.015905
0.0159048	0.015805
0.0158048	0.015816
0.0158155	0.015814
0.0158144	0.015814
0.0158145	0.015814
0.0158145	0.015814
0.0158145	0.015814

$$h_f = 0.015027698 \left(\frac{3634.85}{0.250} \right) * \frac{(0.875)^2}{2(9.81)}$$

$$h_f = 8.52 \text{ m}$$

5.1.8. Pérdida de carga por accesorios

Las pérdidas de carga que se genera con el mismo funcionamiento del sistema donde se involucra en las partes de succión (hfs) e impulsión (hf), se calculó empleando el método de Darcy-Weisbach, del mismo modo L es valor de la longitud equivalente la cual se llegara a determinar mediante la ecuación:

$$Leq(m) = k * \frac{v^2}{2g}$$

K= Coeficiente de perdida

$$k = 0,42 * \left(1 - \frac{D1^2}{D2^2} \right)$$

$$k = 0,42 * \left(1 - \frac{230.8^2}{250^2} \right) = 0.062$$

$$Leq(m) = 0.0645 * \frac{0.875^2}{2(9.81)} = 0.232m$$

Altura dinámica total=20,00+8.52m+0.232m=28.75m

5.2. Potencia de las bombas

El cálculo de la potencia de las bombas para determinar la capacidad requerida se realiza en función de la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * HDT}{75 \frac{n}{100}}$$

Donde:

P = Potencia de la bomba en caballos de fuerza (H.P).

Q = Capacidad de la bomba (l/s).

HDT = Carga total de la bomba. (m)

n = Eficiencia de la bomba (%), que a los efectos del cálculo teórico se estimará el 60%

Para conocer la potencia de la bomba se utiliza la siguiente ecuación:

P (MOTOR) = 1.3* P (Bomba) para motores Trifásicos

P (MOTOR) = 1.5* P (Bomba) para motores monofásico

$$P = \frac{42.93 \left(\frac{l}{s}\right) * 28. (m)}{75 \frac{60}{100}}$$

$$P = 27.428 \text{ HP}$$

P (MOTOR) = 1.3* (27.428) (Bomba) para motores Trifásicos

P (MOTOR) = 35.66 HP

Para el caudal que se genera actualmente en las dos comunas se requiere una capacidad de 35.66 HP \approx 36 HP. Por ende, en la actualidad existen 2 bombas con una capacidad de 30 HP cada una, se puede concluir que el equipo de bombeo instalado no abastece a la demanda requerida para la evacuación de las aguas servidas hacia las lagunas de tratamiento. Previo a la activación simultánea de las dos bombas.

Para comprobar la capacidad de las bombas se adjuntan los resultados obtenidos a través del software xylem solution. **Ver Anexo 2**

Mediante la evaluación realizada por la presente investigación se llegó a la siguiente determinación:

Para este análisis se tomó en cuenta toda la población existente en las dos comunas por lo cual en caso de ampliar el servicio de alcantarillado sanitario a barrios aledaños el sistema de bombeo si tendrá la capacidad de impulsión para los caudales que se adhieran de ciertos barrios.

En caso de incorporar barrios aledaños que no cuentan con este servicio, se deberían realizar un análisis de la capacidad de los equipos de bombeo, ya que con el incremento del caudal se deberá incrementar la capacidad del bombeo

En el **anexo 2** se presenta las gráficas y resultados del equipo de bombeo, realizado en el software Xylem Solution que nos permite evaluar la capacidad que tienen las bombas que actualmente están en funcionamiento.

5.3. Descripción y evaluación del sistema de tratamiento existente

El tratamiento de las aguas residuales consiste en lagunas de estabilización en serie y tiene un caudal actual de 42.93 l/s de procesos físicos, químicos y bacteriológicos que conlleven a la eliminación de diferentes contaminantes presentes en el agua residual. La mejor manera para controlar la polución (contaminación) por aguas residuales es mediante plantas de tratamiento para asegurar la remoción de los contaminantes, para ello el nivel de tratamiento requerido en función de la auto purificación natural del cuerpo receptor y de los requerimientos de calidad de efluentes establecidos en la legislación ambiental aplicable.

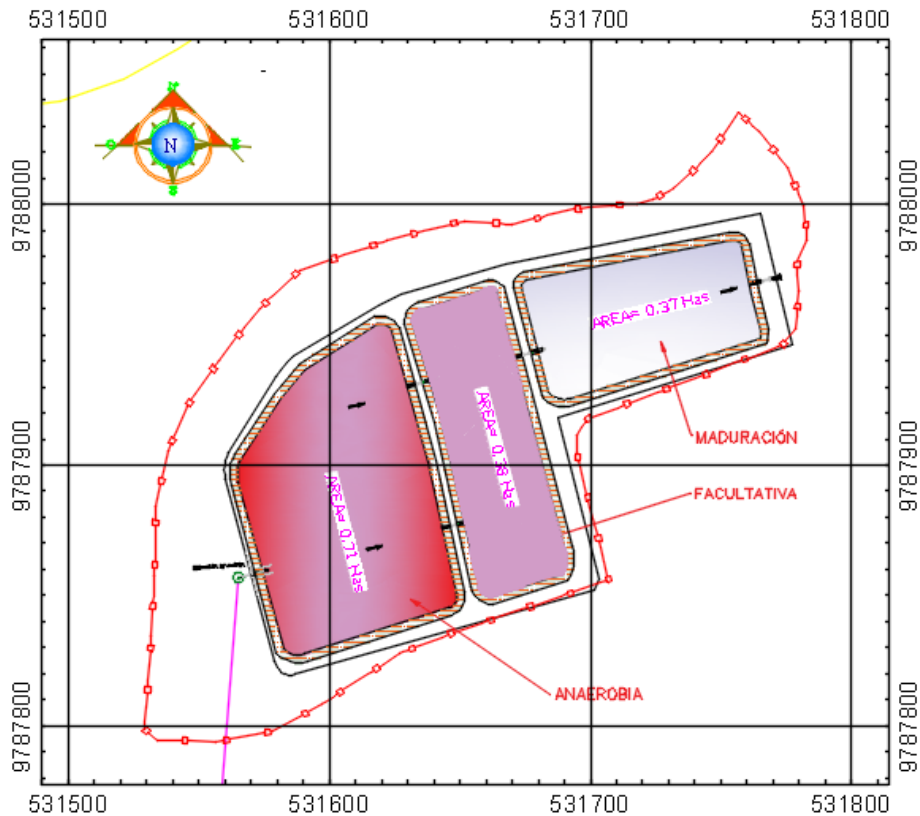
Por lo tanto, el objetivo de las lagunas de estabilización es la de producir un efluente reutilizable en el ambiente.

Esta planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) está compuesta de un solo sistema de lagunas en serie y estas son: laguna anaerobia, facultativa y de maduración. El efluente tratado se descarga libremente en el estero S/N de régimen estacional con un recorrido de 1.000 m hasta desembocar en un estuario de manglar

junto al mar. La cuenca de este estero tiene una vegetación típica de desierto sin cultivos agrícolas.

Este sistema actualmente tiene una remoción de DBO_5 de 43.6 % de acuerdo con la muestra tomada y analizada en el laboratorio de control de calidad de Aguapen E.P.

Gráfico# 27.- Ubicación de las lagunas de estabilización en coordenadas UTM WGS 84.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Las lagunas de estabilización tienen un área total aproximada de 1.46 ha, las cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla # 7.- Características de las lagunas de estabilización del sistema de alcantarillado

Tipo de laguna	Área	Altura	Volumen	TRH
	Ha	(m)	(m ³)	Días
Anaerobia	0.71	2.50	17750	6.23
Facultativa	0.38	2.00	7600	2.67
Maduración	0.37	1.50	5550	1.95

Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

Para mayores especificaciones técnicas adjuntamos el plano (AASS – SPV – LAGUNAS)

5.3.1. Laguna anaerobia.

Las lagunas anaerobias se utilizan en la primera fase del tratamiento de las aguas residuales que en su inicio tienen un alto contenido de materia orgánica biodegradable.

El propósito de este proceso es principalmente la reducción de sólidos y materias orgánicas que están alojadas en las aguas residuales.

En este estado las aguas aún deben cumplir con varios procesos de purificación, por esta razón las lagunas anaerobias operan en serie con las lagunas facultativas y de maduración.

Gráfico# 28.- Vista panorámica de la laguna anaerobia.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

5.3.2. Laguna facultativa.

En esta etapa del tratamiento la materia orgánica y materia sedimentales se depositan en el fondo, mientras que las partículas solubles y coloidales serán consumidas por las bacterias que se encuentran en la zona de degradación.

Las bacterias utilizan el oxígeno disuelto en el agua para transformar la materia orgánica en CO_2 y en más bacterias, para completar el proceso necesario que el agua contenga nitrógeno amoniacal y fosfatos. Las nuevas bacterias se incorporan al proceso, las células muertas sedimentan y forman parte de los lodos que se degradan por vía anaerobia.

Gráfico# 29.- Vista panorámica de la laguna facultativa.



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020.

5.3.3. Laguna de maduración.

Son las subsiguientes de las lagunas anaerobias y facultativas, estas lagunas tienen como objetivo principal la eliminación de bacterias patógenas, nutrientes y posibles algas.

Gráfico# 30- Vista panorámica de la laguna de maduración.



Fuente: Elaborado por J. Malisa. y K. Malavé.

Con la evaluación realizada se observó lo siguiente:

- ❖ Hay una gran cantidad de algas que se acumulan en las zonas muertas (borde o perímetro de las lagunas)
- ❖ Existe un alto grado de infiltración y acumulación de agua en los alrededores de las lagunas aireación, facultativas y maduración
- ❖ Existe una gran cantidad de maleza en la en todo el contorno de las lagunas.
- ❖ En el ingreso y descarga de las lagunas existe un alto grado obstrucción debido a la maleza.
- ❖ Carece de cerramiento, por lo que diversos animales de la zona beben estas aguas.
- ❖ Al existir un libre acceso a estas lagunas, se presenta una gran facilidad que las industrias del sector realicen sus descargas directas sin control (se cree que este puede ser el motivo principal que las lagunas este sobre su capacidad máxima)
- ❖ El estero más cercano a las lagunas se encuentra obstruido y todo el caudal que ahí se descarga es infiltrado.

A simple vista se evidencia que las lagunas no se encuentran en buen estado y tienen mal aspecto, requiere atención y mantenimiento inmediato, ya que estas aguas residuales tratadas son descargadas al estero sin la verificación correspondiente para conocer el impacto ambiental que se puede generarse.

Gráfico# 31.- Efluente de las lagunas de estabilización del sistema de alcantarillado San Pedro y Valdivia y cuerpo receptor hídrico (estero S/N).



Fuente: Elaborado por J. Malisa. y K. Malavé.

5.3.4. Eficiencia del tratamiento

Según la población que se consideró para el análisis de la capacidad de las lagunas, abarcaría a barrios que actualmente no cuentan con este servicio, sin embargo, se puede ver que las lagunas están sobre su nivel máximo por falta de mantenimiento ya que existe una gran cantidad de maleza en toda el área de las lagunas, las cuales obstruyen el libre flujo de sus aguas, por tanto, al no tener esta fluidez hace que las lagunas se mantengan siempre sobre este nivel máximo.

En cumplimiento con la norma técnica SENAGUA (5.5.2.6 Normas generales para el diseño de sistemas de lagunas) la cual indica que las lagunas facultativas deben estar a una distancia mínima de 500 m de la vivienda más cercana. Se puede concluir que si se cumple lo expuesto en la norma antes mencionada.

Para ello además se puede concluir que se debería realizar la limpieza de toda esta área de manera inmediata que ayude a un correcto funcionamiento de las mismas.

5.4. Evaluación medio ambiental.

Los impactos ambientales que pueda provocar una planta de tratamiento de aguas residuales son tan importantes como las consideraciones de tipo económico. Las evaluaciones sobre el impacto ambiental deben basarse en criterios sociales, técnicos, ecológicos, políticos, legales e institucionales. (Metcalf & Eddy, 1996).

Los principales factores ambientales que inciden en la selección de los sistemas de tratamiento son la eficiencia en la remoción de contaminantes, los olores generados por los sistemas, la generación de plagas (moscas, zancudos) y otros.

5.4.1. Eficiencia de remoción de contaminantes.

Para determinar la factibilidad del sistema de tratamiento se debe recabar información de plantas de tratamientos ya existentes específicamente en materia de rendimiento de las operaciones biológicas.

La concentración de contaminantes que se encuentren en un efluente está vinculado al grado de eficiencia o rendimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. La remoción de los parámetros contaminantes de las aguas residuales tales como:

- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno. (DBO)
- ✓ Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- ✓ Sólidos Suspendedos (SS).
- ✓ Nitrógeno (N).
- ✓ Fosforo (F).
- ✓ Coliformes Fecales (C).

Estos parámetros al pasar por un proceso de desinfección o tratamiento (primario, secundario y terciario), se obtiene una alta remoción de contaminantes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La elección de un correcto tratamiento capaz de remover todos los parámetros contaminantes de las aguas residuales es de gran importancia garantizando que se cumplan las normas ambientales vigentes.

5.4.2. Criterios generales de descarga de efluentes.

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce deberá cumplir con los valores establecidos en la norma **ver anexo 3**.

Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero. La Entidad Ambiental de Control decidirá la aplicación de uno de los siguientes criterios:

- a) Se descarga en otro cuerpo de agua.
- b) Se exigirá tratamiento hasta que la carga contaminante sea menor o igual a 1,5.

5.4.3. Generación de olores.

La problemática de los olores está considerada como la principal causa de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Los olores son un factor de gran importancia en el diseño y proyecto de plantas de tratamiento. En muchos lugares, el temor al desarrollo potencial de olores ha sido causa de rechazo de proyectos relacionados con el tratamiento de aguas residuales. (Metcalf & Eddy, 1996).

Es fundamental la evaluación de los sistemas de tratamiento en función a los niveles de olores que estas producen, pues dichos gases son muy nocivos para la población. A continuación, en la tabla se compara los niveles de olores características de cada sistema de tratamiento de aguas residuales. **Ver anexo Tabla 10.**

CAPITULO VI

6. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

Las evaluaciones realizadas en el sistema de alcantarillado sanitario San Pedro – Valdivia permitirá presentar a continuación las siguientes mejoras que se deben realizar para poder brindar a la población un servicio adecuado, cumpliendo con todos los parámetros establecidos en la normativa CO 10.07-601, “**NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1.000 HABITANTES**”.

- ✓ Implementación de un sistema de purificación para los olores que se generan en la estación de bombeo.
- ✓ Adicionar un desarenador en el ingreso de las lagunas de estabilización.
- ✓ Implementar un tratamiento terciario para garantizar la eliminación de componentes patógenos que aún persisten luego de todo el proceso de tratamiento existente.
- ✓ Diseño de lagunas de estabilización que cubra la necesidad del caudal proyectado a 20 años.

6.1. Estación de bombeo de aguas residuales.

6.1.1. Cámara de ingreso.

En la cámara de ingreso hacia las lagunas de estabilización se observó, encima del caudal de agua residual una capa sedimentada de aproximadamente 20 cm de espesor como podemos observar en la **Gráfico #32**. Al ingresar una estaca de madera se comprobó que la cámara de 2.50 m de profundidad está sedimentada en su totalidad.

Gráfico# 32.- Cámara de ingreso a la laguna de estabilización (anaerobia),



Fuente: Elaborado por J. Malisa. y K. Malavé.

6.1.2. Manejo de olores.

El olor en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales puede originarse en muchos puntos, como estaciones de bombeo, tanques de equalización, tamices, instalaciones de tratamiento de lodos y muchos más. Sin embargo, los posibles problemas de olor no son exclusivos del tratamiento de aguas residuales. Todos los sitios de generación o recepción de desechos orgánicos experimentarán actividad biológica y descomposición de materia orgánica y la generación de olores potencialmente ofensivos.

Por ejemplo, en ausencia de oxígeno, el azufre contenido en alguna materia orgánica se puede convertir en sulfuro de hidrógeno (H_2S) cuyo olor se asemeja al olor de los huevos podridos. En el tratamiento de aguas residuales y plantas de conversión de residuos orgánicos en energía, estos procesos deben ocurrir en ambientes controlados, para asegurar que esos olores también estén controlados.

El control de olores es de mayor consideración en el diseño y operación de instalaciones para la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales

especialmente cuando estos pueden afectar a poblaciones cercanas. En gran parte de los sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel peninsular no se cuenta con un sistema que maneje un buen control de olores.

Para un estricto control de olores, todas las áreas potencialmente generadoras de olores deben estar cubiertas o cerradas con elementos extraíbles para acceder, según sea necesario. Los espacios de cabecera necesitan ser ventilados y el aire dirigido hacia un sistema de desodorización.

6.1.3. Definiciones básicas del aire

A continuación, se presentará las definiciones básicas del aire que será consideradas para el presente sistema de filtrado de los gases contaminados de las aguas residuales.

La densidad del aire (d) se define como una masa por unidad de volumen y normalmente esta expresada en kilogramos por metro cúbico (Kg/m^3). A la presión de 1atm y 20°C de temperatura el valor es de $1.2\text{Kg}/\text{m}^3$ lo cual este valor se obtiene de la ecuación de los gases perfectos, que relacionan la presión, la densidad y la temperatura.

6.1.4. Tipos de olores.

Los principales tipos de olores encontrados en las instalaciones de aguas residuales se detallan **ver anexo Tabla 11**.

Con pocas excepciones, los compuestos típicos de olores contienen azufre y nitrógeno. La característica de los olores de los compuestos orgánicos que contienen azufre y nitrógeno es el de material orgánico en descomposición. De los olores reportados en el anexo tabla 11, el de sulfuro de hidrógeno es el olor encontrado más comúnmente en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

6.1.5. Fuentes de los olores.

Las principales fuentes de olores en las instalaciones de tratamientos de aguas y el potencial de liberación de olores **ver anexo Tabla 12**.

6.1.6. Movimiento de olores de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Bajo condiciones meteorológicas inactivas, el desarrollo de gases en las instalaciones de tratamiento tiende a mantenerse sobre los puntos de generación porque los gases generadores de olores son más densos que el aire. Dependiendo de las condiciones meteorológicas, se ha observado que los olores pueden ser medidos a concentraciones puras a grandes distancias del punto de generación. Los siguientes eventos pueden ocurrir:

1. En la noche o cerca de horas de la mañana, bajo condiciones meteorológicas inactivas, una nube de olores se desarrolla en la unidad de tratamiento de aguas residuales, propenso a liberar olores.
2. La nube concentrada de olores puede ser transportada, sin disolverse, a grandes distancias por la débil brisa de la noche o de la mañana, en algunos casos los olores han sido detectados a distancias de 25 km de la fuente donde se originaron. Este fenómeno de transporte ha sido denominado movimiento ráfaga de olores. El método más común para mitigar estos efectos es el de instalar barreras para inducir turbulencia y romper la nube concentrada de olores, y/o emplear generadores de viento para mantener una velocidad mínima de cruce de la fuente.

6.2. Estrategias para el manejo de Olores.

Las estrategias para el manejo y control de olores se presentan a continuación.

1. Control de olores causados por las descargas de aguas residuales a los sistemas de recolección y tratamiento.
2. Generados en los sistemas de recolección.
3. Emanados en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
4. Instalación de un retenedor de olores e instalaciones de tratamiento.
5. Aplicación de químicos a la fase líquida.
6. Uso de agentes neutralizantes y enmascaradores de olores.

7. Uso de turbulencia en la fase gas.

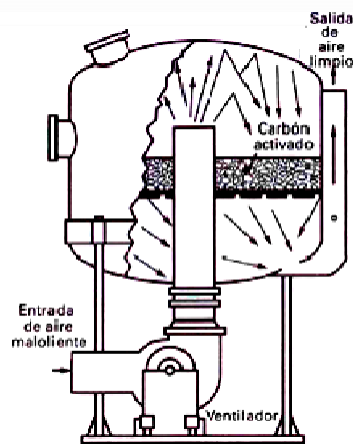
6.2.1. Recolección de olores y tratamiento.

Incluye la instalación de recuperadores, tanques de recepción y equipo para la manipulación de aire para recolectar y dirigir los gases a los sistemas de tratamiento. En el caso de instalaciones de tratamiento en donde las áreas de desarrollo son cerradas, es de práctica común recuperar los olores en unidades como los puntos de captación, clarificadores primarios, filtros de goteo, espesadores de lodos, instalaciones de procesamiento de lodos e instalaciones de descarga de lodos. El tratamiento específico de estos olores depende del tipo de compuesto. Los métodos empleados para el tratamiento se resumen en **ver anexo Tabla 13.**

6.2.2. Adsorbedores de carbón activado.

Los adsorbedores de carbón activado son comúnmente empleados para el control de olores. La velocidad de adsorción para los diferentes constituyentes o compuestos dependerán de la naturaleza de estos compuestos (si son polares o no polares). También esta adsorción depende de la concentración de hidrocarburos presentes en los gases olorosos ya que éstos se adsorben primero que gases como el sulfuro de hidrógeno ya que el carbón activado es no polar. Por este motivo el gas oloroso debe ser tratado antes de emplear el carbón activado para hacer un uso más efectivo de éste. Como el tiempo de vida del carbón activado es limitado, se debe regenerar.

Gráfico# 33.- Sistema típico de carbón activado para el control de olores, representación esquemática.



6.3. Implementación de purificación de olores

Previo a las metodologías expuesta sobre los varios tratamientos para controlar o reducir la contaminación ambiental que está generando actualmente en la estación de bombeo. Hemos considerado por los bajos costos de su implantación como también su operatividad, realizar el tratamiento de purificación por medio del carbón activado.

Luego del presente análisis el tratamiento más adecuado es a base de filtros de carbón activado que estará compuesto por un sistema completo de extracción y expulsión de dichos gases

El sistema idóneo para la purificación de gases estará compuesto por:

- ❖ Campana de extracción
- ❖ Sistema de conducción
- ❖ Equipo de succión de gases
- ❖ Tanque de Acero
- ❖ Membrana porosa
- ❖ Carbón activado
- ❖ Conductos para la expulsión

6.3.1. Campana de extracción.

Se denomina campanas de extracción a elementos por los cuales son absorbido gases, polvo, etc. A un sistema de conductos con la finalidad de brindar una ventilación adecuada.

En el término campana es denominado de manera general sin ninguna clasificación de su forma, tipo o tamaño, donde el principal objetivo es atraer el aire a este sistema que esta complementado por varios tipos de conductos por los cuales circulan los diferentes fluidos, de esta la forma se puede adoptar un sin número de formas que se ajusten a la necesidad que se requiera para cumplir su propósito de manera más eficiente.

La función esencial de la campana es, crear un flujo de aire que capture eficazmente al contaminante y lo transporte hacia ella.

Estos elementos están proyectados para lograr la máxima eficiencia aerodinámica para la captación de diferentes gases que en su gran mayoría son patógenos para la salud. Para crear la velocidad requerida en el área de contaminación, con el menos caudal y el mínimo consumo de energía

Para el cumplimiento de este propósito de manera más eficaz es necesario realizar el encausamiento de los gases en un área más reducida posible.

Este tipo de sistema son utilizados para diferentes áreas que se requiere, estas pueden ser en procesos fríos al igual para procesos calientes o aquellas que se requiere un trabajo riguroso que liberan vapor o gases a considerables temperaturas.

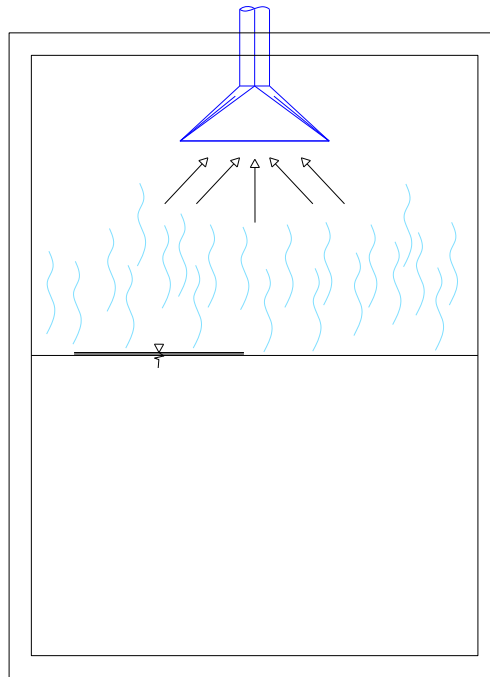
Para la presente investigación se desarrollará un proceso frío para un posterior tratamiento de los gases contaminados que son generados en la estación de bombeo de las aguas residuales que corresponde a las comunas de San Pedro y Valdivia.

Para el diseño de las cámaras principalmente dependerá de la funcionalidad, cantidad y condiciones físicas de la fuente, así como también la distancia de ubicación del mecanismo de absorción para la eliminación de los gases contaminados.

Los pasos para el diseño de una campana son:

- ❖ Determinar la ubicación respecto al proceso.
- ❖ Determinar la forma y tamaño.
- ❖ Determinar el caudal de aspiración

Gráfico# 34.- Sistema típico de extracción para el control de olores, representación



Fuente: Elaborado por J. Malisa y K. Malavé 2020

Para la determinación del caudal de gases que serán generados en la estación de bombeo se tomará en cuenta las recomendaciones de diseño expuestas en el manual práctico de diseño de ventiladores del autor Salvador Escoda. **Ver anexo 4.**

6.3.2. Sistema de conducción.

El sistema de conducción cumplirá la función de conducir el caudal de gases contaminados hacia el filtro que contiene el carbón activado para su purificación. Dicho transporte de estos gases será conducido por la acción de un equipo de bombeo que garantice el flujo de todos los gases que son generados actualmente.

6.3.3. Sistema de succión de gases.

Para la selección del equipo de bombeo que cumplirá este propósito se realizará en base al caudal de extracción que será ingresado por la campana.

Para dicho diseño se considerará un caudal de 41.400 m³/h

6.3.4. Tanque de acero.

Para el tratamiento de gases que se va a implementar se realizará en un tanque de acero con las siguientes características y dimensiones.

Tabla # 8.- Características del tanque Yamit para filtro de aire.

Modelo	ØD (pulgada)	ØDI (pulgada)	H (mm)	HI (mm)	H2 (mm)	Cantidad Grava por unidad (kg)
F-605	12	1	1127	150	785	50
F-610	16	1 ½	1150	150	840	75
F-620	20	2	1275	180	880	125
F-630	20	3	1275	180	880	125
F-635	25	2	1310	180	880	175
F-640	30	3	1070	300	--	175
F-650	36	3	1110	300	--	350
F-660	48	4	1110	330	--	625

6.3.5. Diseño del sistema de extracción.

6.3.5.1. Presión absoluta.

$$P = \frac{(d * R * T)}{M}$$

P= Presión absoluta, atmosferas

d= Densidad kg/m³

R= Constante de los gases perfectos $R=0.08205746 \frac{Atm*L}{mol*K}$

M= Peso molecular, se toma valor =28.8

T= Temperatura absoluta, grados Kelvin $T= °C+273$

Con respecto a la ecuación anterior se deduce que la densidad es inversamente proporcional a la temperatura a presión constante. Para cualquier situación en la que se maneja aire seco se tendrá:

$$dT = (dT)_{STANDARD}$$

Es decir:

$$d = d_{\text{standard}} * \frac{T_{\text{standard}}}{T} = 1.2 \frac{293}{T}$$

Así por ejemplo la densidad del aire seco a 24°C será:

$$d = 1.2 \frac{293}{273 + 24}$$

$$d = 1.184 \text{ kg/m}^3$$

A continuación, se determina la presión absoluta:

$$P = \frac{(d * R * T)}{M}$$

$$P = \frac{(1,184 \text{ kg/m}^2) * (0.08205746 \frac{\text{atm} * \text{L}}{\text{mol} * \text{K}}) * (24^\circ\text{C} + 273)}{28.8}$$

$$P = 1.002 \text{ atm}$$

$$P = 407.61 \text{ pulg ca}$$

6.3.5.2. Diseño de la campana.

$$Q = 3600 * V * (10d^2 + S)$$

$$Q = 3600 * 0.5 \text{ m/s} * (10(1.5)^2 + (1.0\text{m} * 0.5\text{m}))$$

$$Q = 41400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$41400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{1 \text{ pie}}{(0.305 \text{ m})^3} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 24319.22 \frac{\text{pie}^3}{\text{min}}$$

El caudal que va a extraer la campana es 41.400 m³h

6.3.6. Potencia para el equipo de bombeo.

6.3.6.1. Consumo de potencia para el equipo de bombeo

A continuación, se presenta una breve explicación de la capacidad del consumo de potencias del equipo de bombeo para el posterior tratamiento de los gases que se

genera en la estación de bombeo del alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro y Valdivia.

Con la eficiencia del equipo de bombeo y los datos de diseño como el flujo de aire y presión, se puede calcular el consumo de potencia, con la fórmula siguiente.

$$HP = \frac{Q * Ps}{6356 * n}$$

HP = Consumo de potencia en HP

Q = Flujo de aire en pie³/min

Ps = Presión estática en plg ca

n = Eficiencia del ventilador

6.3.6.2. Presión estática

Para determinar la presión estática se ha utilizado la fórmula de presión estática para los fluidos, debido a que las moléculas de los gases están libres y pueden pasar una junto a la otra. Debido a que las moléculas tanto el agua como el aire son considerados fluidos:

$$P = \rho * g * h$$

Donde:

P = Presión estática de un fluido

ρ = Densidad del fluido (aire)

g = Gravedad específica 9,81m/s²

h = Profundidad del fluido

Entonces:

$$P = \left(1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) * \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) * 2\text{m. c. a.}$$

$$P = 23.23 \text{ Pascal}$$

$$P = 0.09 \text{ Pulg ca}$$

Obteniendo la presión estática, calculamos la potencia del motor el cual vamos a utilizar en nuestro diseño.

$$HP = \frac{24319.22 \frac{\text{pie}^3}{\text{min}} * 0.09 \text{ Pulg ca}}{6356 * 0.62}$$

$$HP = 0.555 \text{ Hp}$$

Debido a la baja potencia que deberíamos utilizar según nuestro calculo, hemos decido utilizar una potencia mayor para mejor eficiencia de 5 HP.

6.3.7. Caudal de diseño para el filtro.

Datos:

Diámetro del filtro: 0.9144 m

Velocidad de filtración: 10m/min = 600m/h

Utilizando la fórmula del caudal.

$$Q_D = A * V$$

Q_D = Caudal de diseño o entrada, m³/h

A = Area del tanque, m²

V = Velocidad de filtracion, m/h

Calculamos el área del filtro:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.9144\text{m})^2}{4}$$

$$A = 0.66 \text{ m}^2$$

Calculamos el volumen del tanque:

$$V = A * h$$

$$V = 0.66 \text{ m}^2 * 0.63 \text{ m}$$

$$V = 0.42 \text{ m}^3$$

Entonces:

$$Q_D = 0.66 \text{ m}^2 * 600 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$Q_D = 396 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tiempo de llenado de un volumen específico con el caudal de entrada.

Datos:

Volumen del reservorio: 0.42 m^3 .

Caudal de diseño: $396 \text{ m}^3/\text{h}$

$$t = \frac{V}{Q}$$

t = Tiempo en que se debe llenar el recipiente con el caudal de diseño, min.

V= Volumen del recipiente, m^3

Q= Caudal de diseño o caudal de entrada, m^3/min

$$t = \frac{0.42 \text{ m}^3}{6.6 \text{ m}^3/\text{min}}$$

$$t = 0.064 \text{ min}$$

El tiempo en que se debe llenar un volumen de 0.42 m^3 es de 0.064 min.

6.3.8. Dimensionamiento del cartucho de carbón activado.

Se procede a calcular las dimensiones del filtro de carbón activado granular aplicando las especificaciones técnicas del tipo de carbón activo a utilizar en el filtro. **Ver anexo 5.**

Datos:

Velocidad de filtración = 10m/min = 600m/h

Tiempo de contacto de lecho vacío= 0.1 seg

Área del filtro.

$$A_f = \frac{Q_D}{V_{fc}}$$

Entonces:

A_f = Área del filtro.

Q_D = Caudal de diseño.

V_{fc} = Velocidad filtrante del carbón activado, m/h.

$$A_f = \frac{396 \text{ m}^3/\text{h}}{600 \text{ m/h}}$$

$$A_f = 0.66 \text{ m}^2$$

Siendo el diámetro del filtro D_f .

$$A_F = \frac{\pi D_f^2}{4}$$

$$D_F = \sqrt{\frac{4A_F}{\pi}}$$

$$D_F = \sqrt{\frac{4(0.66 \text{ m}^2)}{\pi}}$$

$$D_F = 0.92 \text{ m}$$

Para este diseño se ha considerado una tubería comercial de 200 mm con diámetro interior de 192mm, entonces el área del tubo será lo siguiente:

$$A_F = \frac{\pi D_f^2}{4}$$

$$A_F = \frac{\pi \left(\frac{192}{1000 \text{ mm}} \right)^2}{4}$$

$$A_F = 0.029 \text{ m}^2$$

Entonces la velocidad real para el diámetro de 192 mm

$$A_F = \frac{Q_D}{V_{fc}}$$

$$V_{fc} = \frac{Q_D}{A_F}$$

$$V_{fc} = \frac{396 \text{ m}^3/\text{h}}{0.029 \text{ m}^2}$$

$$V_{fc} = 13655 \text{ m/h}$$

$$V_{fc} = 3.79 \text{ m/s}$$

Para el volumen de la forma cilíndrica del filtro, se ha calculado la altura del carbón activado de la siguiente manera.

$$EBCT = \frac{L_c}{V_{fc}}$$

Donde.

EBCT= Tiempo de contacto de cámara vacío, seg.

Lc= Altura del filtro de carbón activado, m.

Vfc= Velocidad filtrante del carbón activado, m/h.

$$L_c = EBCT * V_{fc}$$

$$L_c = 0.1 \text{ seg} * 3.79 \text{ m/min}$$

$$L_c = 0.379 \text{ m}$$

$$L_c = 37.93 \text{ cm}$$

$$L_c = 38 \text{ cm}$$

En base a los cálculos realizados anteriormente se podría determinar que según el diseño se debería implementar una capa de carbón activado de 38 cm de altura, esta capa deberá estar colocada una malla filtrante en el fondo, evitando que las partículas de carbón se dispersen por todo el tanque.

6.4. Desarenador.

Un desarenador es una estructura hidráulica para el pretratamiento de aguas residuales que tiene como propósito sedimentar material granular superior a 200 micras u otras sustancias que arrastran las aguas servidas y evitar que estas ingresen al canal de aducción creando serios problemas en el sistema. Con este proceso se consigue proteger los equipos de procesos posteriores ante la abrasión, atascos y sobrecarga

Para esto el desarenador debe ubicarse antes del ingreso a las lagunas de estabilización y existen de 2 tipo: desarenador horizontal y desarenador vertical.

Los desarenadores de flujo horizontal consisten en una ampliación del canal del pretratamiento con el cual se logra reducir la velocidad del flujo y la decantación de las partículas mientras que en flujo vertical pueden ser de formas muy diferentes: circulares, cuadrados o rectangulares. Se construyen cuando existen inconvenientes de tipo locativo o de espacio. Su costo generalmente es más elevado en comparación al desarenador horizontal.

El material en suspensión que transporta el agua residual hacia el sistema de tratamiento es básicamente agua con arcilla, arena o grava fina. En la siguiente tabla se presenta las características de estos materiales, de acuerdo con el tamaño de sus partículas.

Para determinar el diámetro del material que debemos retener utilizamos la siguiente tabla:

Tabla # 9.- Clasificación de material en suspensión, según su tamaño

Material	Diámetro (mm)	Material	Diámetro (mm)
Gravilla:		Fango:	
Gruesa	>2,0	Grueso	
Fina	2,00-1,00	y medio	0,05-0,01
		Fino	0,01-0,005
Arena:		Arcilla:	
Gruesa	1,00-0,50	Gruesa	
Media	0,50-0,25	y media	0,005-0,001
Fina	0,25-0,10	Fina	0,001-0,0001
Muy fina	0,10-0,05	Coloidal	<0,0001

El objetivo del desarenador es de remover partículas hasta el tamaño de arenas. Se puede ayudar el proceso de sedimentación mediante coagulación (empleo de químicos con el fin de remover partículas del tamaño de una arcilla), con lo cual se logra que las partículas más pequeñas se aglomeren y sedimenten a una velocidad mayor.

Tabla # 10.- Peso específico de los materiales filtrantes.

Material	Material Coeficiente de Esfericidad	Peso Especifico (g/cm ³)
Arena	0,75 – 0,80	2,65 – 2,67
Antracita	0,70 -0,75	1,50 – 1,70
Granete	0,75 – 0,85	4,00 – 4,20

6.4.1. Elementos de un desarenador.

A continuación, se detalla las zonas en las que se divide un desarenador.

Zona 1: Cámara de aquietamiento; o canal de entrada funciona como un canal de repartición con orificios sumergidos, que permite reducir las velocidades del flujo de entrada, además permite un aforo inicial de caudal.

Zona 2: Entrada al desarenador: está constituida entre la cámara de aquietamiento y una cortina, esto obliga a las líneas de flujo bajar con rapidez de esta manera se logra sedimentar el material más grueso.

Zona 3: Zona de sedimentación: aquí se sedimentan todas las partículas restantes de la zona 2.

Zona 4: Salida del desarenador: constituida por una pantalla sumergida, el vertedero de salida y el canal de recolección. Esta zona debe estar completamente cerrada, con el fin de evitar la posible contaminación exterior.

6.4.2. Especificaciones de diseño.

6.4.2.1. Periodo y caudal de diseño.

El periodo de diseño por lo general es igual al de la estructura de captación y puede ampliarse en etapas sucesivas hasta el horizonte de diseño.

6.4.2.2. Número de unidades.

Se recomienda que el sistema de desarenadores está constituido por un mínimo de dos módulos que funcionen en paralelo. Esto permite que cuando uno de los módulos este inoperable ya sea por limpieza o mantenimiento el otro funcione eficientemente.

6.4.2.3. Paso directo.

Debe existir una tubería de paso directo para casos de emergencias.

6.4.2.4. Relación longitud/ancho.

Se recomienda diseñar un tanque rectangular con una relación de longitud/ancho (L/B) entre 3/1 y 5/1.

6.4.2.5. Profundidades máxima y mínima.

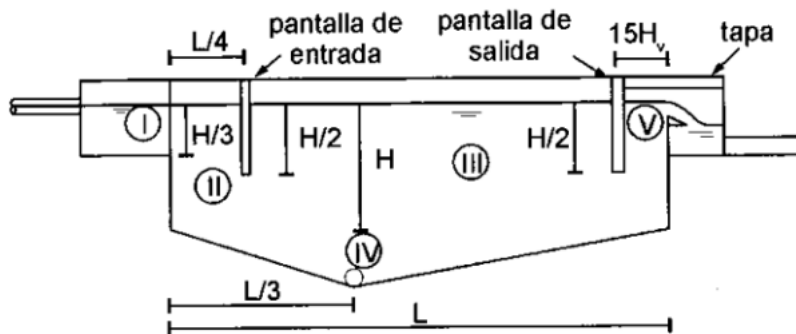
La profundidad mínima de diseño es de 1,50 m y la máxima de 4,50 m.

6.4.2.6. Profundidad de almacenamiento de lodos y pendientes de la placa de fondo.

Se recomienda una relación de longitud/profundidad de almacenamiento de lodos de aproximadamente 10/L. La profundidad de lodos está comprendida entre 0.75 m y 1.50 m y llega a un máximo del 100% del valor de la profundidad útil de sedimentación.

Con el fin de que los lodos rueden fácilmente hacia la tubería de desagüe la pendiente del fondo debe estar comprendida entre 5% y 8%.

Gráfico# 35.- Elementos de un desordenador



Fuente: Elementos de diseño para Acueductos y Alcantarillado

6.4.2.7. Carga hidráulica superficial.

Esta carga, definida como el caudal puesto por unidad de área superficial, debe estar entre 15 y 80 m³/m²*d.

6.4.2.8. Teoría de sedimentación.

Esta teoría fue desarrollada por Hazen y Stokes quienes concluyen que la velocidad de sedimentación de una partícula es directamente proporcional al cuadrado del diámetro de esta.

6.4.2.9. Viscosidad cinemática del agua.

Tabla # 11.- Viscosidad cinemática del agua.

Viscosidad cinemática del agua			
Temperatura (°C)	Viscosidad cinemática (cm ² /s)	Temperatura (°C)	Viscosidad cinemática (cm ² /s)
0	0,01792	18	0,01059
2	0,01763	20	0,01007
4	0,01537	22	0,00960
6	0,01473	24	0,00917
8	0,01386	26	0,00876
10	0,01308	28	0,00839
12	0,01237	30	0,00804
14	0,01172	32	0,00772
15	0,01146	34	0,00741
16	0,01112	36	0,00713

Fuente: Elementos de diseño para Acueductos y Alcantarillado

6.4.3. Diseño del desarenador.

Condiciones de diseño del desarenador.

- Periodo de diseño = 20 años.
- Numero de módulos = 2
- Caudal medio diario (año 2039) = 23.46 Lt/s
- Caudal máximo diario (año 2039) = 35.20 Lt/s
- Caudal medio diario (año 2019) = 11.60 Lt/s
- Requerimiento de agua en la planta de purificación = 1,1 Lt/s
- Caudal de diseño de cada módulo= 23.46 Lt/s
- Remoción de partículas de diámetro: $d= 0,005$ mm
- Porcentaje de remoción = 80
- Temperatura = 24°C
- Viscosidad cinemática= 0,00917 cm²/s.
- Grado del desarenador (n) = 1 (sin deflector).
- Relación longitud: ancho = 4:1

Cálculo de los parámetros de sedimentación.

Velocidad de sedimentación de las partículas a remover (V_s)

$$V_s = \frac{g}{18} * \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} * d^2$$

Donde:

ρ_s = Peso específico de las arenas = 2.65 gr/cm³

ρ = Peso específico del fluido (agua = 1 gr/cm³)

μ = Viscosidad cinemática del fluido (tabla 27)

$$V_s = \frac{981\text{cm/s}^2}{18} * \frac{(2.65\text{gr/cm}^3 - 1.00\text{gr/cm}^3)}{0,00917\text{ cm}^2/\text{s}} * 0.005\text{mm}^2$$

$$V_s = 0.245\text{ cm/s}$$

Grado del desarenador.

Para el diseño del desarenador se ha decidido no colocar deflectores por lo tanto su valor $n=1$ y la remoción del 80%. Con estos parámetros:

Tabla # 12.- Número de Hazen.

Condiciones	Número de Hazen (V_s/V_o)							
	Remoción (%)							
	87,5	80	15	70	65	60	55	50
$n = 1$	7,00	4,00	3,00	2,30	1,80	1,50	1,30	1,00
$n = 3$	2,75		1,66					0,76
$n = 4$	2,37		1,52					0,73
Máximo teórico	0,88		0,75					0,50

Fuente: Elementos de diseño para Acueductos y Alcantarillado

Tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo.

$$t = \frac{H}{V_s}$$

Donde:

H= se tomará la profundidad mínima de diseño =1.50 m

V_s =Velocidad de sedimentación.

$$t = \frac{1.5 \text{ m}}{0.245 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}$$

$$t = 612.24 \text{ seg}$$

Periodo de retención hidráulico.

$$\theta = \text{numero de Hazen} * t$$

$$\theta = 4.00 * 612.4 \text{ seg}$$

$$\theta = 2448.96 \text{ seg} = 0.68 \text{ h}$$

Por este resultando se dice que, si cumple el periodo de retención, ya que este debe fluctuar entre 0.5h a 4.0h.

Volumen del reservorio.

$$V = \theta * Q$$

$$V = 2448.96 \text{ seg} * 0.02346 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 57.45 \text{ m}^3$$

Área superficial del reservorio.

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

$$A_s = \frac{57.45 \text{ m}^3}{1.50 \text{ m}} = 38.3 \text{ m}^2$$

De esta área se obtienen las dimensiones que tendrá el reservorio.

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{4}}$$

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{4}} = \sqrt{\frac{38.3 \text{ m}^2}{4}} = 3.10 \text{ m}$$

Para este diseño estamos trabajando con la relación longitud: ancho = 4:1 por ende el largo del reservorio será:

$$L = 4 * B$$

$$L = 4 * 3.10 \text{ m} = 12.4 \text{ m}$$

$$L = 12.4 \text{ m}$$

Carga hidráulica superficial.

$$q = \frac{Q}{A_s}$$

$$q = \frac{0.02346}{38.3 \text{ m}^2} = 0.000613 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{s}$$

$$q = 51.84 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$$

La carga hidráulica debe estar comprendida entre: $15 \text{ m}^3/\text{m}^2 d$ y $q = 80 \text{ m}^3/\text{m}^2 d$.

Diámetro menor de remoción de partículas.

$$d_o = \sqrt{\frac{V_o * 18 * \mu}{g * (\rho_s - \rho)}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{(0.061 \frac{\text{cm}}{\text{s}}) * 18 * (0.00917 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}})}{981 * (2.65 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} - 1.00 \text{gr}/\text{cm}^3)}}$$

$$d_o = 0.0025 \text{ cm} = 0.03 \text{ mm}$$

Este resultado indica que, según condiciones teóricas, el desarenador puede remover partículas hasta de 0.03 mm de diámetro. Pero al considerar las condiciones reales tales como flujo no uniforme, corrientes de densidad y velocidad horizontal variable el diámetro máximo posible a remover será de 0.05 mm.

Velocidad horizontal.

$$V_h = \frac{Q}{W} = \frac{v_o L}{H}$$

$$V_h = \frac{0.02346 \text{ m}^3/\text{s}}{1.5 \text{ m} * 3.10 \text{ m}}$$

$$V_h = 0.505 \text{ cm/s}$$

Velocidad horizontal máxima.

$$V_{h \text{ max}} = 20 V_s$$

$$V_{h \text{ max}} = 20 \left(0.245 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \right) =$$

$$V_{h \text{ max}} = 4.9 \text{ cm/s}$$

Velocidad de suspensión máxima:

$$V_r = \sqrt{\frac{8k}{f} g(\rho_s - \rho)d}$$

$$V_r = \sqrt{\frac{8(0.04)}{0.03} (981(\rho_s - \rho)d)}$$

$$V_r = 293 \text{ cm/s}$$

Condiciones de operación de los módulos.

Para conocer la operación de los módulos se utilizará el caudal medio diario del año de inicio del estudio (2019) = 11.60 lt/s.

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

$$\theta = \frac{57.45 \text{ m}^3}{0.0116 \text{ m}^3/\text{s}} = 4952.6 \text{ seg} = 1.37 \text{ h}$$

$$q = \frac{Q}{A_s}$$

$$q = \frac{0.0116 \text{ m}^3/\text{s}}{38.3 \text{ m}^2} * 86400 = 26.17 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$$

El valor de q de cumplir el siguiente parámetro $15 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d} \leq q \leq 80 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$

Caudal de operación.

Cuando uno de los módulos sale de operación ya sea por emergencia o mantenimiento, el módulo que quede en funcionamiento debe garantizar que a la planta de tratamiento llegue el caudal máximo diario proyectado más el consumo de la planta de purificación.

Caudal de operación = 35.20 Lt/s + 1.1 Lt/s = 36.3 Lt/s.

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

$$\theta = \frac{57.45 \text{ m}^3}{0.0363 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\theta = 1582.6 \text{ seg} = 0.44 \text{ h}$$

$$q = \frac{Q}{A_s}$$

$$q = \frac{0.0363 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{38.3 \text{ m}^2} * 86400$$

$$q = 81.9 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$$

En esta condición temporal, es posible que se presente una disminución en la eficiencia del desarenado.

Cálculo de los elementos del desarenador.

Vertedero de salida.

Altura del vertedero

$$H_V = \left(\frac{Q}{1,84 B} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_V = \left(\frac{0.02346 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,84 * 3.10\text{m}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_V = 0.026 \text{ m}$$

Velocidad del vertedero.

$$V_V = \frac{Q}{B * H_V}$$

$$V_V = \frac{0.02346 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3.10\text{m} * 0.02346 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$V_V = 0.32 \text{ m/s}$$

La velocidad sobre la cresta del vertedero debe ser mayor de 0,3 m/s para poder aplicar la ecuación de alcance horizontal.

Pantalla de salida.

$$\text{Profundidad} = \frac{H}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Distancia al vertedero de salida} = 15 \cdot H_v = 0.39 \text{ m}$$

Pantalla de entrada.

$$\text{Profundidad} = \frac{H}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Distancia a la cámara de aquietamiento} = L/4 = 12.4/4 = 3.10 \text{ m}$$

Almacenamiento de lodos.

Relación longitud: Prof. Lodos = 10

$$\text{Profundidad máxima} = \frac{L}{10} = \frac{12.40}{10} = 1.24 \text{ m}$$

Profundidad máxima adoptada = 1.00 m

Profundidad mínima adoptada = 0.80 m

$$\text{Distancia del punto de salida a la cámara de aquietamiento} = \frac{L}{3} = \frac{12.4}{3} = 4.13 \text{ m}$$

$$\text{Distancia del punto de salida al vertedero de salida} = \frac{2L}{3} = \frac{2(12.4)}{3} = 8.3 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente transversal} = \frac{\text{profundidad máxima} - \text{prof. mínima}}{\text{dist. cámara de aquietamiento}} = \frac{1.00 - 0.80}{3.10} = 6.7\%$$

Pendiente longitudinal en (L/3)

$$\text{pendiente long} = \frac{\text{profundidad máxima} - \text{prof. mínima}}{\text{dist. cámara de aquietamiento}} = \frac{1.00 - 0.80}{4.13} = 4.8\%$$

Pendiente longitudinal en 2L/3

$$= \frac{\text{profundidad máxima} - \text{prof. mínima}}{\text{dist. de salida al vertedero}} = \frac{1.00 - 0.80}{8.3} = 2.4\%$$

Cámara de quietamiento

$$\text{Profundidad} = H/3 = 1.5/3 = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = B/3 = 3.10/3 = 1.03$$

Rebose de la cámara de quietamiento.

Caudal de excesos.

$$Q_{\text{excesos}} = Q_0 - Q$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0.052 \text{ m}^3/\text{s} - 0.033 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0.019 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_e = \left(\frac{Q_{\text{excesos}}}{1.84 L_e} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_e = \left(\frac{0.019 \text{ m}^3/\text{s}}{1.84 (1\text{m})} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.05 \text{ m}$$

$$V_e = \frac{Q_{\text{excesos}}}{H_e L_e}$$

$$V_e = \frac{0.019 \text{ m}^3/\text{s}}{(0.05 \text{ m})(1\text{m})} = 0.40 \text{ m/s}$$

$$X_s = 0.36 * V_e^{\frac{2}{3}} + 0.60 * H_e^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0.36 * 0.40 \text{ m/s}^{\frac{2}{3}} + 0.60 * 0.05 \text{ m}^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0.30 \text{ m}$$

Perfil hidráulico.

Caudal de operación.

$$Q_o = QMD + 1.1 \text{ Lt/S}$$

$$Q_o = 35.20 \text{ lt/s} + 1.1 \text{ Lt/S}$$

$$Q_o = 36.3 \text{ lt/s}$$

Pérdidas a la entrada de la cámara de quietamiento.

$$h_m = k \Delta \frac{V^2}{2g}$$

Debido a la disminución de la velocidad se tomará el factor **k=0.2**

$$Q_o = QMD + 1.1 \text{ Lt/S}$$

Se calcula la velocidad (V_2)

$$V_2 = \frac{Q}{A}$$

$$V_2 = \frac{0.036 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{(1 \text{ m}) * (0.50 \text{ m})}$$

$$V_2 = 0.072 \text{ m/s}$$

Altura máxima.

$$hm = 0.2 * \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \right)$$

$$hm = 0.2 * \left(\frac{(1.42 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (0.072 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2(9.81)} \right)$$

$$hm = 0.021 \text{ m}$$

Pérdidas a la entrada de la zona de sedimentación.

$$h_m = 0.1 * \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \right)$$

$$h_m = 0.1 * \left(\frac{(0.72 \frac{m}{s})^2 - (0.01m/s)^2}{2(9.81)} \right)$$

$$h_m = 0.00005 \text{ m}$$

Pérdidas por las pantallas inicial y final.

Estas pérdidas se calcularían como las pérdidas de un orificio sumergido de grandes dimensiones.

$$Q = C_d * A_o \sqrt{2gh}$$

Para calcular el área del orificio se obtiene con la siguiente expresión:

$$A_o = (0.75m) * (3.10m) = 2.33 \text{ m}$$

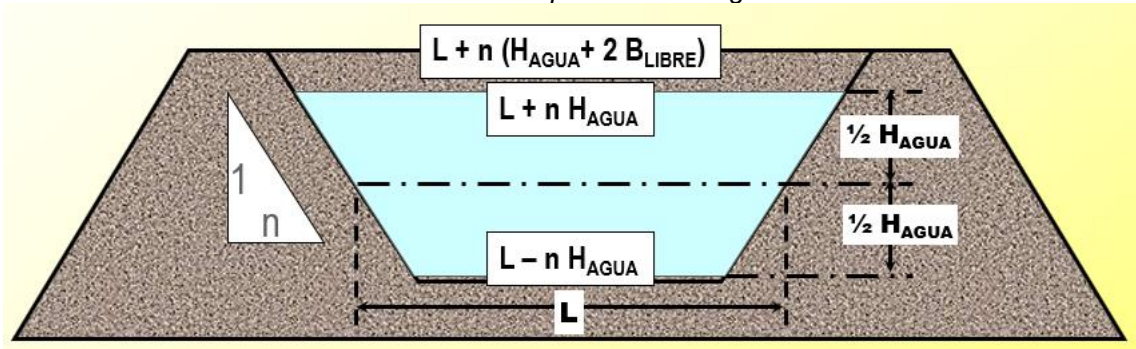
$$H = \left(\frac{1}{2g} \right) \left(\frac{Q_o}{0.6A_o} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{1}{2 \left(\frac{9.81m}{s} \right)} \right) \left(\frac{0.036 \text{ m}^3/s}{0.6 (2.33 \text{ m})} \right)^2$$

$$H = 0.0000337m$$

6.5. Lagunas de estabilización

Gráfico# 36.- Esquema de las lagunas.



Fuente: Ing. David E. Matamoros C., Ph. D.

Diseño de las lagunas de estabilización.

Laguna anaerobia.

DATOS:

Q = caudal proyectado 86.82 lt/s=7505 m³/día.

h =Profundidad 2.5 m

TRH= 3 días

Se calculará el volumen que tendrá la laguna anaerobia.

El diseño que se presenta a continuación estará compuesto por dos lagunas anaerobias por lo tanto el caudal es dividido para dos= 3752 m³/día

$$TDH = \frac{V}{Q}$$

$$V = TDH * Q$$

$$V = 3 \text{ dias} * 3752 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

$$V = 11256 m^3$$

$$V = A * h$$

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

$$A = \frac{11256 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m}}$$

$$A = 4502.4 \text{ m}^2$$

Las dimensiones de las lagunas anaeróbicas son de 67x74 m por 2.5m de profundidad.

La eficiencia de remoción de DBO en esta laguna será de:

$$E = (0.0067t_r^2 + 0.09tr + 0.4157)$$

$$E = (0.0067(3)^2 + 0.09(3) + 0.4157)$$

$$E = 75\%$$

Laguna facultativa.

En esta etapa la materia orgánica es removida por descomposición bacteriana. Su profundidad va desde 1 – 2.5 m.

Tiempo de retención=10 – 30 días

Área de la laguna

$$TDH = \frac{V}{Q}$$

$$V = TDH * Q$$

$$V = 5 \text{ dias} * 3752 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$V = 18760 \text{ m}^3$$

$$V = A * h$$

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

$$A = \frac{18760 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$$

$$A = 9380 \text{ m}^2$$

Se implementará dos lagunas facultativas de 85x110m por 2m de profundidad.

Lagunas de maduración.

DATOS:

Q= caudal proyectado, 86.82 lt/s=7505 m³/día.

h=Profundidad, 1.5 m

Se calcula el volumen que tendrá la laguna de maduración.

$$TDH = \frac{V}{Q}$$

$$V = TDH * Q$$

$$V = 1 \text{ dia} * 7505 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$V = 7505 \text{ m}^3$$

$$V = A * h$$

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

$$A = \frac{7505 \text{ m}^3}{1.5 \text{ m}}$$

$$A = 5003 \text{ m}^2$$

La dimensión de la laguna de maduración es de 72x85 m por 1.5m de profundidad.

CAPITULO VII

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones.

- ❖ En el análisis realizado al sistema de alcantarillado sanitario de San Pedro-Valdivia se ha podido determinar que los diseños iniciales del sistema de alcantarillado sanitario cumplen con las normativas establecidas, más sin embargo la construcción de cajas de inspección no tienen estanqueidad, por lo que permiten el ingreso de aguas de infiltración con arena que son arrastradas y depositadas en tuberías terciarias, tirantes, cámaras, colectores y estación de bombeo, cámara rompe presión y cámara de ingreso de a las lagunas. Ver anexo. En la estación de bombeo se encontró que no está operando automáticamente, lo que permite la sedimentación de sólidos suspendidos en el sistema y producción de malos olores por procesos anaerobios. También se observó que la construcción de las lagunas de estabilización tampoco está de acuerdo con el diseño propuesto y no cumple ninguna norma por lo que debe ser reconstruida en su totalidad como se muestra en el plano.
- ❖ En base al plano ASBUILT proporcionado por el GADM de Santa Elena se realizó la simulación en el software para sistemas de alcantarillado sanitario (SEWERCAD), con las condiciones que expresa la normativa de diseño para alcantarillado sanitario se concluye que ciertos tramos no cumplen los parámetros de las pendientes y velocidades recomendadas.
- ❖ Las bombas sumergibles actuales bombean un caudal máximo de 49.33 lt/seg a una altura de 35.2m y será sostenible hasta el año 2030 en la que se tendrá una población de 14.800 Habitantes. En el 2040 la potencia de cada bomba sumergible será de 40 Hp. Cabe recalcar también que para la población proyectada a 20 años se requiere realizar el redimensionamiento del cárcamo de bombeo y un análisis general por el tiempo de servicio. Del mismo modo en la parte eléctrica se constató que el equipo de bombeo requiere ser encendido y apagado de manera manual lo que esto requiere la necesidad de realizar una intervención. Se

determina que existe la necesidad de implementar el tamizado automático para la remoción de sólidos flotantes, como también la implementación de un tratamiento de olores para mitigar la contaminación ambiental por los gases generados en la estación de bombeo.

- ❖ Se observó que en la cámara de ingreso del caudal proveniente de la línea de impulsión se encuentra obstruida en su totalidad con las arenas y sólidos provenientes de todo el sistema. Del mismo modo se observó que no existe ningún tipo de mantenimiento, lo cual hace que la maleza este en contacto directo con las conexiones entre lagunas ocasionando las obstrucciones de un libre flujo entre ellas. Debido a todo lo descrito anteriormente la eficiencia del sistema es muy baja con un 43%.

7.2. Recomendaciones.

- ❖ Con la finalidad de mantener en buen estado el sistema de alcantarillado sanitario es necesario, contar con los profesionales competentes en la rama de la ingeniería civil sanitaria, elaborar un plan de operación y mantenimiento, lo cual permite contar con mejoras continuas y planos actualizados de las redes de alcantarillado en donde se especifiquen diámetros, pendientes y la profundidad en las que se encuentran las tuberías.
- ❖ En base a los colapsos frecuentes que se presentan en diferentes cámaras se debería realizar una limpieza general de todas las cámaras por medio de un robot y un hidrocleaner. De manera especial la cámara A3 ubicada en San Pedro, la cual sufre colapsos cada 2 meses.
- ❖ Por las varias quejas recibidas por los moradores del sector en los momentos de visitas, así como también por las quejas presentadas en el municipio de Santa Elena por la grave contaminación ambiental que genera la estación de bombeo por causa de los gases nauseabundo he insoportable que genera, se recomienda realizar la implementación de un sistema de purificación de olores a base de carbón activado el cual permitirá mitigar en un gran porcentaje este problema grave que vive la población. Como también es necesario la implementación de una rejilla automática.
- ❖ Implementar un nuevo sistema de lagunas de estabilización, lo cual

permitirá incrementar la eficiencia en el tratamiento de las aguas, la misma que se comprobó que es baja con un 43% mediante los análisis realizados en los laboratorios de AGUAPEN E.P.

Biografías.

LOPEZ CUALLA Ricardo. (2003) Elementos de diseño para Acueductos y Alcantarillado. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición

PROAÑO VILLACIS Alex. (2011) Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

CASTILLO LESCANO Jorge. (2015) filtro domiciliario de arena y carbón activado para la Pereira parroquia la avanzada cantón santa rosa provincia de El Oro.

NORMAS EX – IEOS a. Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 Habitantes

MOLINA BRAVO Eduardo (2014). Estudio de impacto ambiental de la planta de tratamiento de la comuna valdivia. MAE-204-CI.

METCALF Y EDDY (1996). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición.

Texto unificado de la legislación del medio ambiente secundaria (TULMAS)

Ley de Gestión Ambiental. Ley de Prevención y control de la Contaminación ambiental

SERRA BIGAS. Elvira (2004) Evaluación de los problemas de olores en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

ROMERO ROJAS Jairo Alberto (2013). Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de Diseño.

ALVIS YEPEZ Cristhian. (2015) Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias

Revista de Arquitectura e Ingeniería 2011 vol.5 N°3.

CORTEZ MARTINEZ Facundo (2015) Optimización en el diseño de lagunas de estabilización con programa no lineal.

ANEXOS

TABLAS

Tabla 1.- Periodo de diseño.

COMPONENTE	VIDA ÚTIL EN (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducción de hierro dúctil	40 a 50
Conducción de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	
de hierro dúctil	40 a 50
de asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo a especificaciones del fabricante

Tabla 2.-Rango de contaminación típica de las aguas residuales

CONTAMINANTES	UNIDADES	FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Sólidos totales	mg/lt	1200	720	2350
Disueltos totales	mg/lt	850	500	250
Suspendidos totales	mg/lt	350	220	100
DBO	mg/lt	400	220	110
Nitrógeno	mg/lt	85	40	20
Amoniaco Libre	mg/lt	50	25	12
Fosforo	mg/lt	20	10	6
Alcalinidad	mg/lt	200	100	50
Grasa	mg/lt	150	100	50

Fuente: Metcalf & Eddie, 1996

Tabla 3.- Niveles de instrucción escolar en el cantón Santa Elena

NIVELES DE INSTRUCCIÓN EN EL CANTÓN SANTA ELENA	
Nivel de instrucción más alto al que asiste o asistió	casos
Ninguno	4247
Centro de Alfabetización (EBA)	1440
Preescolar	1448
Primario	58467
Secundario	25528
Educación Básica	15738
Bachillerato - Educación Media	6623
Ciclo Postbachillerato	1101
Superior	8363
Postgrado	505
Se ignora	3127
Total	126587

Fuente: INEC VII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda.

Tabla 4.- Uso y cobertura de los suelos en el Cantón Santa Elena.

Unidad de Uso o Cobertura Vegetal	Año 2000 (Ha)	%	Año 2008 (Ha)	%	Diferencia (Ha)	%
ÁREA POBLADA	2.516,48	0,70%	5.894,76	1,64%	3.378,28	134,25
ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL	4.035,47	1,12%	5.368,89	1,49%	1.333,42	33,04
ARTIFICIAL (agua)	3.493,58	0,97%	4.268,47	1,19%	774,89	22,18
NATURAL (agua)	1.292,20	0,36%	653,50	0,18%	-638,70	49,43
BOSQUE NATIVO	141.456,76	39,32%	112.731,18	31,34%	-28.725,58	20,31
VEGETACIÓN ARBUSTIVA	159.661,01	44,39%	154.658,81	42,99%	-5.002,20	3,13
INFRAESTRUCTURA	55,17	0,02%	226,13	0,06%	170,96	309,87
CULTIVOS	33.130,75	9,21%	52.645,78	14,63%	19.515,03	58,90
PASTIZAL	13.315,28	3,70%	22.684,87	6,31%	9.369,59	70,37
VEGETACIÓN HERBACEA	757,68	0,21%	599,04	0,17%	-158,64	-20,94
TOTAL	359.714,38	100%	359.731,42	100%		

Fuente: MAGAD 2.012-Elaborado por: Equipo Técnico PD y OT-GADM Santa Elena 2014.

Tabla 5.- Amenazas de inundación en las comunas San Pedro y Valdivia.

Terremotos	Las dos comunas	Baja
Tsunami	Las dos comunas	Alta
Sequia (fenómeno de la niña)	Las dos comunas	Media
Inundaciones (fenómeno del niño)	Las dos comunas	Baja
Tormentas (fenómeno del niño)	Las dos comunas	Media
Amenazas Antropológicas		
Quema	bosque seco	Baja
Tala	Zona boscosa	Baja
Caza	Zona boscosa	Baja
Contaminación	Las dos comunas	Baja

Fuente: MAGAP 2.012- Elaborado por equipo técnico PD y OT- GADM Santa Elena 2014.

Tabla 6.- Ríos del cantón Santa Elena.

RIOS DEL CANTON SANTA ELENA		
N°	Nombre	Extensión
1	Rio Zapotal	37.38
2	Rio Asogmones	31.26
3	Rio Javita	29.79
4	Rio Juan Montalvo	27.62
5	Rio Tambo	26.87
6	Rio Camarona	22.37
7	Rio Balsas	21.2
8	Rio Grande	20.89
9	Rio Ayampe	20.37
10	Rio de Las Varas	19.48
11	Rio Nuevo	19.09
12	Rio El Bedén	17.72
13	Rio de Las Negras	17.51
14	Rio Tambiche	16.69
15	Rio La Naranja	14.76
16	Rio Hondo	14.7
17	Rio de La Tapada	14.59
18	Rio Pepita Colorada	14.43
19	Rio Seco	14.24
20	Rio Chipanga	14.23
21	Rio Valdivia	13.6

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2014-2019. CLIRSEN 2012

Tabla 7.- Coordenadas de las redes colectoras y línea de impulsión

.PTS	ESTE	NORTE			
1	530542	9785262	29	530582	9785168
2	530541	9785264	30	530586	9785157
3	530528	9785276	31	530579	9785161
4	530459	9785254	32	530792	9785702
5	530465	9785532	33	530785	9785400
6	530473	9785520	34	530718	9785371
7	530667	9785521	35	530651	9785341
8	530607	9785517	36	530600	9785313
9	530596	9785417	37	530736	9785403
10	530455	9785428	38	530708	9785407
11	530811	9785593	39	530658	9785409
12	530507	9785424	40	530596	9785415
13	530372	9784919	41	530465	9784908
14	530347	9784825	42	530452	9784910
15	530327	9784746	43	530433	9784772
16	530446	9785350	44	530389	9784782
17	530414	9785121	45	530370	9784785
18	530395	9785024	46	530377	9784784
19	530302	9784655	47	530352	9784792
20	530474	9785624	48	531556	9787738
21	530524	9785616	49	531598	9787569
22	530622	9785609	50	531566	9787525
23	530635	9785718	51	531176	9786999
24	530694	9785711	52	531574	9786457
25	530484	9784982	53	531660	9786264
26	530417	9784912	54	531065	9785470
27	530419	9784912	55	530475	9785254
28	530533	9785175	56	530485	9785249
			57	530479.6	9785241

Fuente: Levantamiento topográfico. por J. Malisa y K. Malavé 2020

Tabla 8.- Niveles de servicio potencialmente apropiados según la población

No. DE HABIR.	NIVEL DE SERVICIO	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0 – 250	la	AP DE	- Grifos públicos - vehículos repartidores - letrinas sin arrastre de agua
251 – 500	lb	AP DE	- grifos públicos y unidades de agua - letrinas sin arrastre de agua
501 – 2 500	IIa	AP DE	- conexiones domiciliarias, 1 grifo por casa - letrinas con o son arrastre de agua
> 2 500	IIb	AP DRL	- conexiones domiciliarias, más de 1 grifo por casa. - alcantarillado sanitario.
SIMBOLOGÍA			
AP: sistema de abastecimiento de agua potable DE: sistema de disposición de excretas DRL: sistema de disposición de residuos líquidos.			

Fuente: Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

Tabla 9.- Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple: Con uniones de mortero.	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 – 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Tabla 10.- percepción de olores en los sistemas de tratamiento.

SISTEMA DE TRATAMIENTO	ESCALA DE OLOR
Lodos activados	1
Zanja de oxidación	1
SBR	2
Laguna aireada	2
Laguna Facultativa	3
Laguna de estabilización	3
Humedales	3

CRITERIOS EVALUATIVOS	ESCALA ASHRAE
Sin olor o justo reconocible	0
olor ligero	1
olor moderado	2
Olor intenso	3

Fuente: Entomología y control de plagas. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Universidad de Valencia.

Tabla 11.- Olores y sus Características asociadas con el manejo de Aguas Residuales

Componente	Fórmula Química	Peso Molecular	Umbral en ppm _v	Característica
Amoniaco	NH ₃	17	46.8	Picante, irritante
Cloro	Cl ₂	71	0.314	Picante, sofocante
Cloro fenol	C ₆ H ₄ OH		0.00018	Olor medicinal
Butanil Mercaptano	CH ₃ -CH=CH-CH ₂ -SH	90,19	0.000029	Olor a zorrillo
Dimetilo de Azufre	CH ₃ -S-CH ₃	62	0.0001	Vegetales
Difenilo de Azufre	(C ₆ H ₅) ₂ S	186	0.0047	Desagradable
Etil Mercaptano	CH ₃ CH ₂ -SH	62	0.00019	Vegetales Podridos
Sulfuro de Etilo	(C ₂ H ₅) ₂ -SH		0.000025	Olor Nauseabundo
Sulfuro de Hidrógeno.	H ₂ S	34	0.00047	Huevos podridos
Indol	C ₈ H ₆ NH	117	0.0001	Materia Fecal, nauseabundo
Metil Amina	CH ₃ NH ₂	31	21	Pescado podrido
Metil Mercaptano	CH ₃ SH	48	0.0021	Vegetales Podridos
Escatol	C ₉ H ₉ N	131	0.019	Materia Fecal, Nauseabundo
Dióxido de Azufre	SO ₂	64,07	0.009	Picante, irritante
Tiocresol	CH ₃ -C ₆ H ₄ -SH	124	0.000062	Olor a zorrillo, Rancio
Trimetilamina	(CH ₃) ₃ N	59	0.0004	Picante, Olor a pescado.

Tabla 12.- Fuentes de Olores en los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Ubicación	Fuente/Causa	Potencial de Olor
Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.		
Válvulas de Liberación de Aire	Acumulación de gases liberados por las aguas residuales.	Alto
Tubos para el Acceso de Limpieza	Acumulación de gases liberados por las aguas residuales.	Alto
Pozos	Acumulación de gases liberados por las aguas residuales.	Alto
Descarga de Aguas Residuales Industriales	Acumulación de gases liberados por las aguas residuales.	Variable
Estaciones de Bombeo de Agua Residual	Cámara séptica de depósitos de agua residual, sólidos y suciedad.	Alto
Instalaciones de Tratamiento de Aguas Residuales.		
Puntos de Captación	Los olores son generados por el sistema de recolección debido a la turbulencia y los puntos de transferencia de agua residual.	Alto
Instalaciones de Barrido	Materia putrefacta removida por barrido.	Alto
Pre aireación	Genera compuestos de olores producidos por el sistema de recolección de aguas residuales.	Alto
Extractor de Polvo	Materia orgánica removida con polvo.	Alto
Cuencas de Estabilización de Flujo	Condiciones sépticas en la superficie de las cuencas debido a la acumulación de suciedad y depósitos de sólidos.	Alto
Instalaciones de Recepción y Manipulación	Compuestos de olores que pueden ser liberados a la sección séptica de recepción, especialmente cuando el contenido de ésta se transfiere.	Alto
Reciclos	Reciclo de Biosólidos en las instalaciones de procesamiento.	Alto

Tabla 13. Métodos Empleados para Controlar los Gases Malolientes encontrados en los sistemas de Aguas Residuales.

Métodos	Descripción y aplicación
Métodos físicos	
Adsorción en Carbón Activado	Los gases mal olientes pueden pasarse a través de lechos de carbón activado para eliminar olores. La regeneración del carbón activado puede emplearse para reducir costos.
Adsorción sobre arena o suelo o filtros de compost.	Los gases mal olientes pueden pasarse a través de arena o lechos de compostaje. Los gases procedentes de las estaciones de bombeo pueden descargarse al terreno circundante o a lechos especialmente diseñados que contienen arena o suelo.
Dilución con aire inodoro	Los gases se pueden mezclar con fuentes de aire puro para reducir los olores de la unidad. Alternativamente, los gases se pueden descargar a través de chimeneas elevadas para conseguir la dilución y dispersión atmosférica.
Agentes enmascarantes	Se pueden añadir productos perfumados para eliminar o enmascarar los olores desagradables generados en las estaciones de tratamiento. En algunos casos el olor del agente enmascarante es peor que el original. La eficiencia de los enmascarados es limitada.
Inyección de Oxígeno	La inyección de oxígeno (tanto de aire como de oxígeno puro) en el agua residual para controlar condiciones anaerobias se ha probado que es efectiva.

**Anexo 1. Resultado del Análisis de las aguas residuales del afluente y efluente.
Realizado en el laboratorio de AGUAPEN E.P.**



Aguapen-EP Empresa Pública Municipal Mancomunada		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL			
REPORTE DE ANÁLISIS					
MUESTRA: Afluente, Sistema Lagunar Valdivia				Codigo de Muestra: LCAR-19-95	
Lugar: Valdivia					
Fecha de Muestreo: 24 noviembre 2019				Fecha de inicio : 24 noviembre 2019	
Responsable del muestreo: Blgo. Byron Suárez, Sr. Ivan Chalen				Fecha de término : 3 diciembre 2019	
Responsable del Análisis: Blgo. Byron Suárez					
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	RESULTADO	*Límite máximo permisible de Descarga.	
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	20,170	30	
Compuesto Fenólicos	Fenoles	mg/l	0,000	0,2	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5	mg/l	118,000	100	
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	450,000	200	
Hidrocarburos Totales de Petróleo	HTP	mg/l	19,540	20	
Tensoactivos-Detergentes	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,100	0,5	
Cianuros	Cn ⁻	mg/l	0,001	0,1	
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1300,000	1000	
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0,000	5	
Nitrógeno de Amoníaco	NH ₃	mg/l	-	30	
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	-	50	
Sulfatos	SO4-2	mg/l	200,000	1000	
Sulfuros	S ⁻	mg/l	1,067	0,5	
Fósforo Total	P	mg/l	17,000	10	
Cloro Residual in situ	CL	mg/l	-	0,5	
Potencial de Hidrógeno, in situ	pH	-	8,050	6 - 9	
Temperatura insitu	°C	-	24,400	condición natural ± 3	
Color Real	Unidades de Pt-Co	UCLPt dil 1:20	Inapreciable	inapreciable en dilución: 1/20	
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	-	130	
Sólidos Totales	ST	mg/l	2182,000	1600	
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,040	0,5	
Plata	Ag	mg/l	-	0,1	
Cobre	Cu	mg/l	0,012	1	
Zinc	Zn	mg/l	0,000	5	
Hierro	Fe	mg/l	3,140	10	
Aluminio	Al	mg/l	0,006	5	
Boro	B	mg/l	-	2	
Estaño	Sn	mg/l	-	5	
Plomo	Pb	mg/l	-	0,2	
Arsénico	As	mg/l	0,000	0,1	
Bario	Ba	mg/l	-	2	
Cadmio	Cd	mg/l	-	0,02	
Cobalto	Co	mg/l	2,386	0,5	
Manganeso	Mn	mg/l	1,082	2	
Mercurio	Hg	mg/l	-	0,005	
Níquel	Ni	mg/l	0,189	2	
Selenio	Se	mg/l	-	0,1	
Pesticidas-Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	-	0,05	
Pesticidas-Organofosforados	Especies totales	mg/l	-	0,1	
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1100000,000	2000	
Material Flotante	Visible	N/A	Ausencia	Ausencia	
PARAMETRO ADICIONALES					
Óxigeno Disuelto	OD	mg/l	0,350		
Salinidad	Partes por mil	‰	2,220		

Tabla 9. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce - Anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua Edición Especial N° 387 - Registro Oficial - Miércoles 4 noviembre 2015

Realizado por:	Blgo. Byron Suárez Montenegro Analista de Aguas Residuales	
Revisado por:	Q.F. Héctor Chaux C. Coordinador de Producción	

Aguapen-EP Empresa Pública Municipal Montevideo		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL		MUNICIPIO DE MONTEVIDEO	
REPORTE DE ANÁLISIS					
MUESTRA: Efluente, Sistema Lagunar Valdivia				Codigo de Muestra: LCAR-19-096	
Lugar: Valdivia					
Fecha de Muestreo: 24 noviembre 2019				Fecha de inicio : 24 noviembre 2019	
Responsable del muestreo: Blgo. Byron Suárez, Sr. Ivan Chalen				Fecha de término : 3 diciembre 2019	
Responsable del Análisis: Blgo. Byron Suárez					
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	RESULTADO	*Límite máximo permisible de Descarga.	
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	25,150	30	
Compuesto Fenólicos	Fenoles	mg/l	0,000	0,2	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5	mg/l	67,000	100	
Demanda Química de Oxígeno	DOO	mg/l	290,000	200	
Hidrocarburos Totales de Petróleo	HTP	mg/l	20,570	20	
Tensoactivos-Detergentes	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,000	0,5	
Cianuros	Cn	mg/l	0,006	0,1	
Cloruros	Cl-	mg/l	376,500	1000	
Fluoruros	F	mg/l	1,410	5	
Nitrógeno de Amoníaco	NH ₃	mg/l	-	30	
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	-	50	
Sulfatos	SO ₄ -2	mg/l	136,000	1000	
Sulfuros	S-	mg/l	0,499	0,5	
Fósforo Total	P	mg/l	15,000	10	
Cloro Residual in situ	CL	mg/l	-	0,5	
Potencial de Hidrógeno, in situ	pH	-	8,230	6 - 9	
Temperatura insitu	°C	°C	25,200	condición natural ± 3	
Color Real	Unidades de Pt-Co	UCLPt dil 1:20	Inapreciable	Inapreciable en dilución: 1/20	
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	-	130	
Sólidos Totales	ST	mg/l	364,000	1600	
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,069	0,5	
Plata	Ag	mg/l	-	0,1	
Cobre	Cu	mg/l	0,019	1	
Zinc	Zn	mg/l	0,000	5	
Hierro	Fe	mg/l	0,320	10	
Aluminio	Al	mg/l	0,002	5	
Boro	B	mg/l	-	2	
Estaño	Sn	mg/l	-	5	
Plomo	Pb	mg/l	-	0,2	
Arsénico	As	mg/l	0,000	0,1	
Bario	Ba	mg/l	-	2	
Cadmio	Cd	mg/l	-	0,02	
Cobalto	Co	mg/l	0,990	0,5	
Manganeso	Mn	mg/l	0,549	2	
Mercurio	Hg	mg/l	-	0,005	
Níquel	Ni	mg/l	0,167	2	
Selenio	Se	mg/l	-	0,1	
Pesticidas-Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	-	0,05	
Pesticidas-Organofosforados	Especies totales	mg/l	-	0,1	
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	110000,000	2000	
Material Flotante	Visible	N/A	Ausencia	Ausencia	
PARAMETRO ADICIONALES					
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	4,78		
Salinidad	Partes por mil	‰	1,91		

Tabela 9. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce - Anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Edición Especial N° 387 - Registro Oficial - Miércoles 4 noviembre 2015

Realizado por:	Blgo. Byron Suárez Montenegro Analista de Aguas Residuales	
Revisado por:	Q.F. Héctor Chaux C. Coordinador de Producción	

Anexo 2:

NP 3171 SH 3~ 275

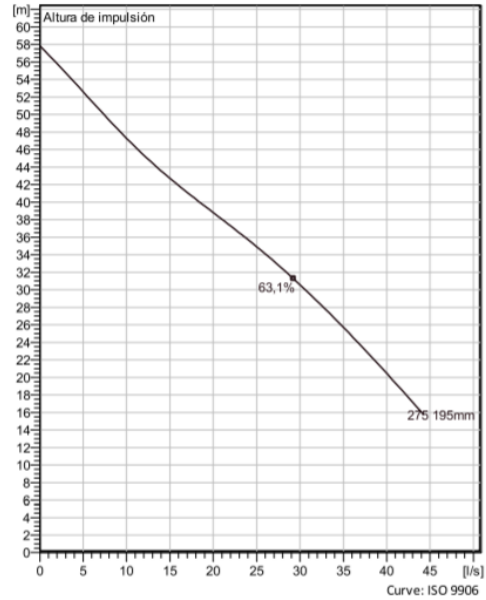
Sistema de autolimpieza del impulsor de canal semiabierto, ideal para bombeos de aguas residuales. Con posibilidad de añadir el sistema guide-pin para mejor la resistencia de posibles atascos. Un modulo basado en un diseño que permite la adaptación.



Especificación técnica



Curves according to: Aguas residuales, prefiltrados [100%], 20 °C, 998 kg/m³, 1 mm²/s



Configuración

Motor number N3171.181 25-18-2AA-W 22KW	Tipo de instalación P - Semipermanente, húmeda
Impeller diameter 195 mm	Discharge diameter 100 mm

Pump information

Impeller diameter 195 mm
Discharge diameter 100 mm
Inlet diameter 100 mm
Maximum operating speed 2930 rpm
Number of blades 2

Materials

Rodete Grey cast iron

Proyecto	BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s	Creado por	EDWIN MALISA	Ultima actualización	3/2/2020
Bloque	0	Creado el	3/2/2020		

NP 3171 SH 3~ 275

Especificación técnica



Motor - General

Motor number N3171.181 25-18-2AA-W 22KW	Fases 3~	Velocidad nominal 2930 rpm	Potencia nominal 22 kW
Aprobación No	Nº de polos 2	Corriente nominal 67 A	Variante de estator 2
Frecuencia 50 Hz	Tensión nominal 230 V	Clase de aislamiento H	Type of Duty S1

Motor - Technical

Factor de potencia - 1/1 Load 0,91	Rendimiento del motor - 1/1 Load 90,0 %	Total moment of inertia 0,0754 kg m ²	Máx. arranques / h 30
Factor de potencia - 3/4 Load 0,89	Rendimiento del motor - 3/4 Load 91,5 %	Corriente arranque, arranque directo 480 A	
Factor de potencia - 1/2 Load 0,82	Rendimiento del motor - 1/2 Load 92,0 %	Corriente arranque, arranque estrella-triángulo 160 A	

Proyecto	BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s	Creado por	EDWIN MALISA	Ultima actualización	12/2020
Bloque	0	Creado el	3/2/2020		

NP 3171 SH 3~ 275

Performance curve

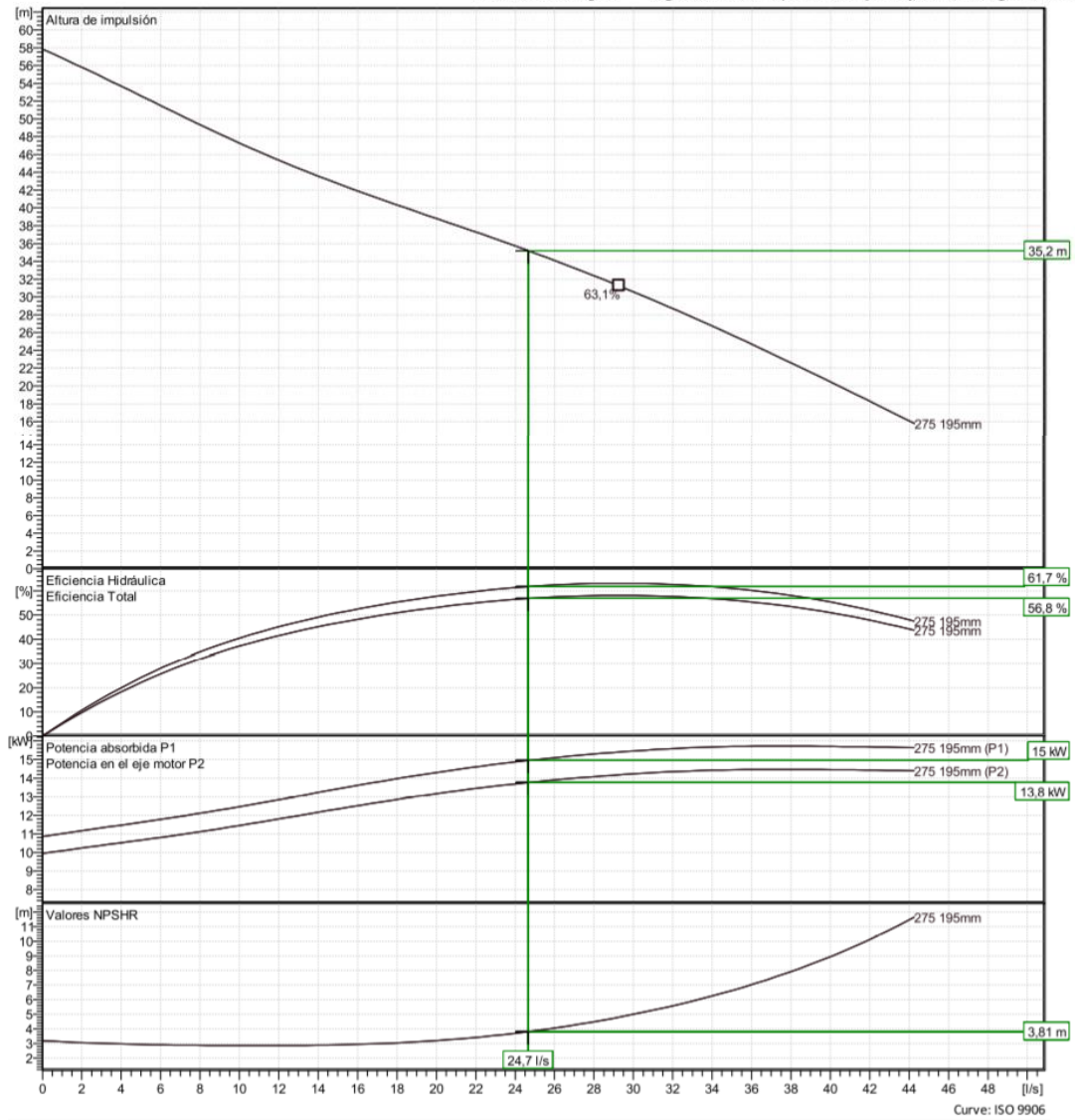


Punto de funcionamiento

Caudal
24,7 l/s

Altura impulsión
35,2 m

Curves according to: Aguas residuales, prefiltrados [100%], 20 °C, 998 kg/m³, 1 mm²/s



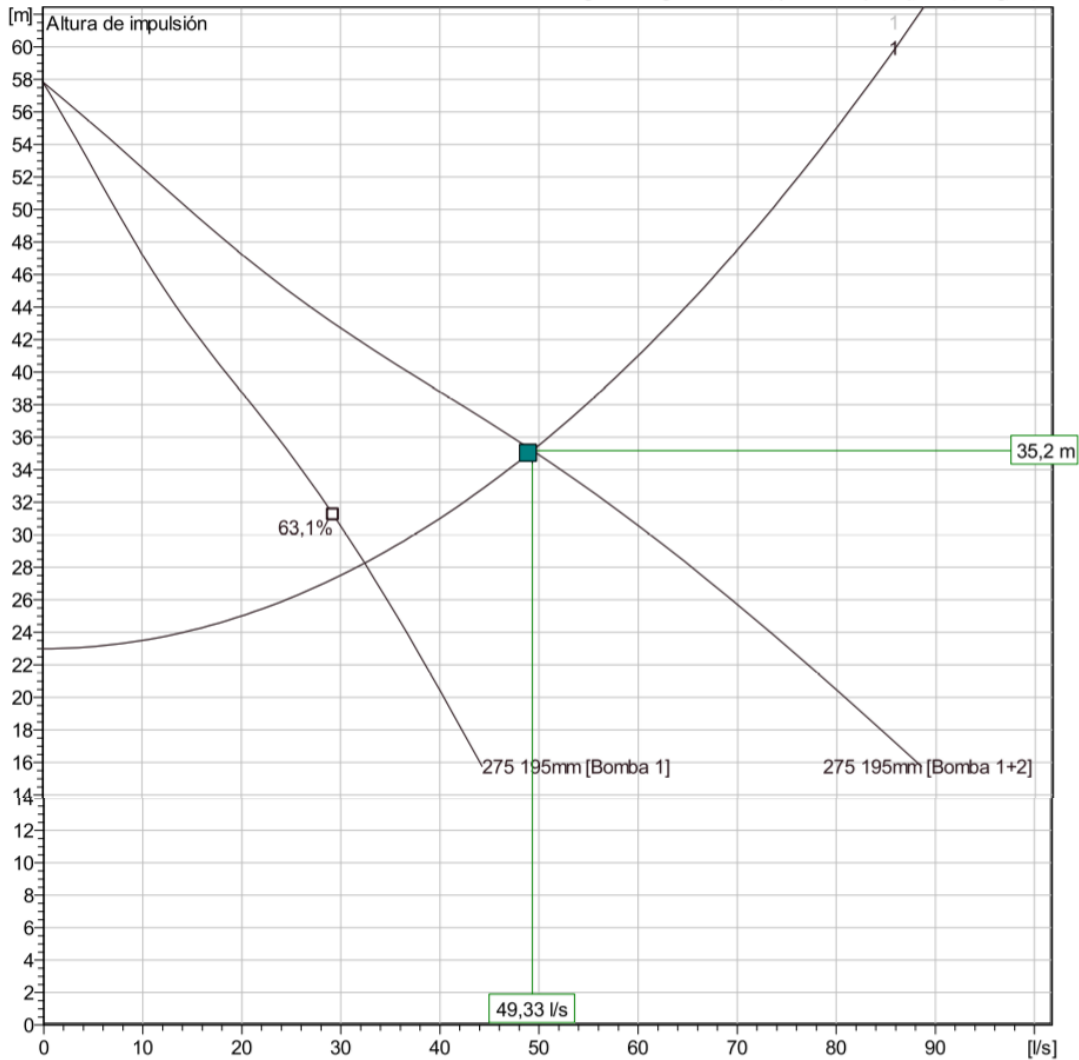
Proyecto BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s Creado por EDWIN MALISA Ultima actualización 02/2020
 Bloque 0 Creado el 3/2/2020

NP 3171 SH 3~ 275

Duty Analysis



Curves according to: Aguas residuales, prefiltrados [100%], 20 °C, 998 kg/m³, 1 mm²/s



Curve: ISO 9906

Operating characteristics

Pumps/Systems	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Rend. hidr.	Especificar energía	NPSHr
2 / 1	24,7 l/s	35,2 m	13,8 kW	49,3 l/s	35,2 m	27,5 kW	61,7 %	0,168 kWh/m ³	3,81 m
1 / 1	32,4 l/s	28,3 m	14,4 kW	32,4 l/s	28,3 m	14,4 kW	62,5 %	0,134 kWh/m ³	5,72 m

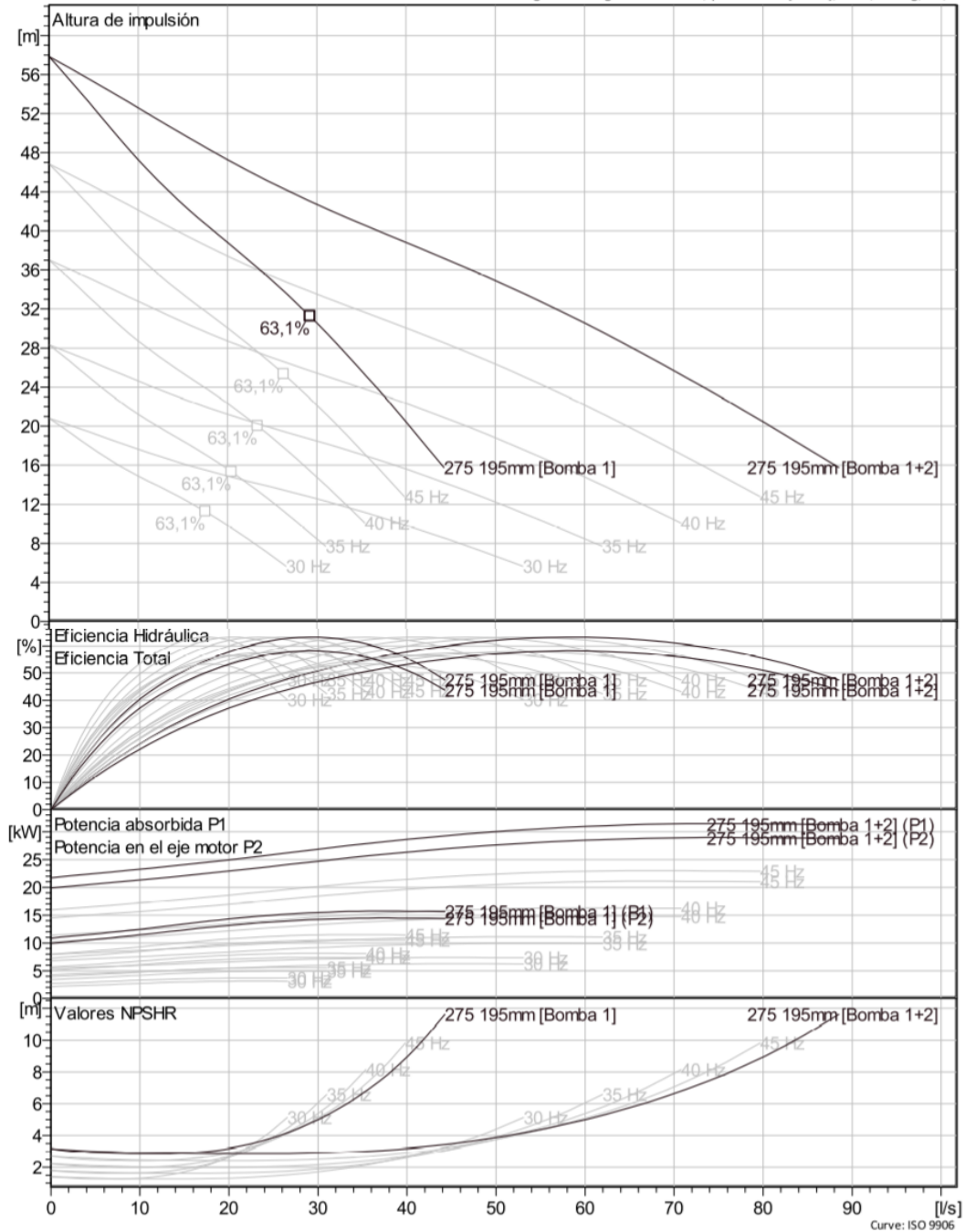
Proyecto	BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s	Creado por	EDWIN MALISA	Ultima actualización	12/2020
Bloque	0	Creado el	3/2/2020		

NP 3171 SH 3~ 275

VFD Curve



Curves according to: Aguas residuales, prefiltrados [100%], 20 °C, 998 kg/m³, 1 mm²/s

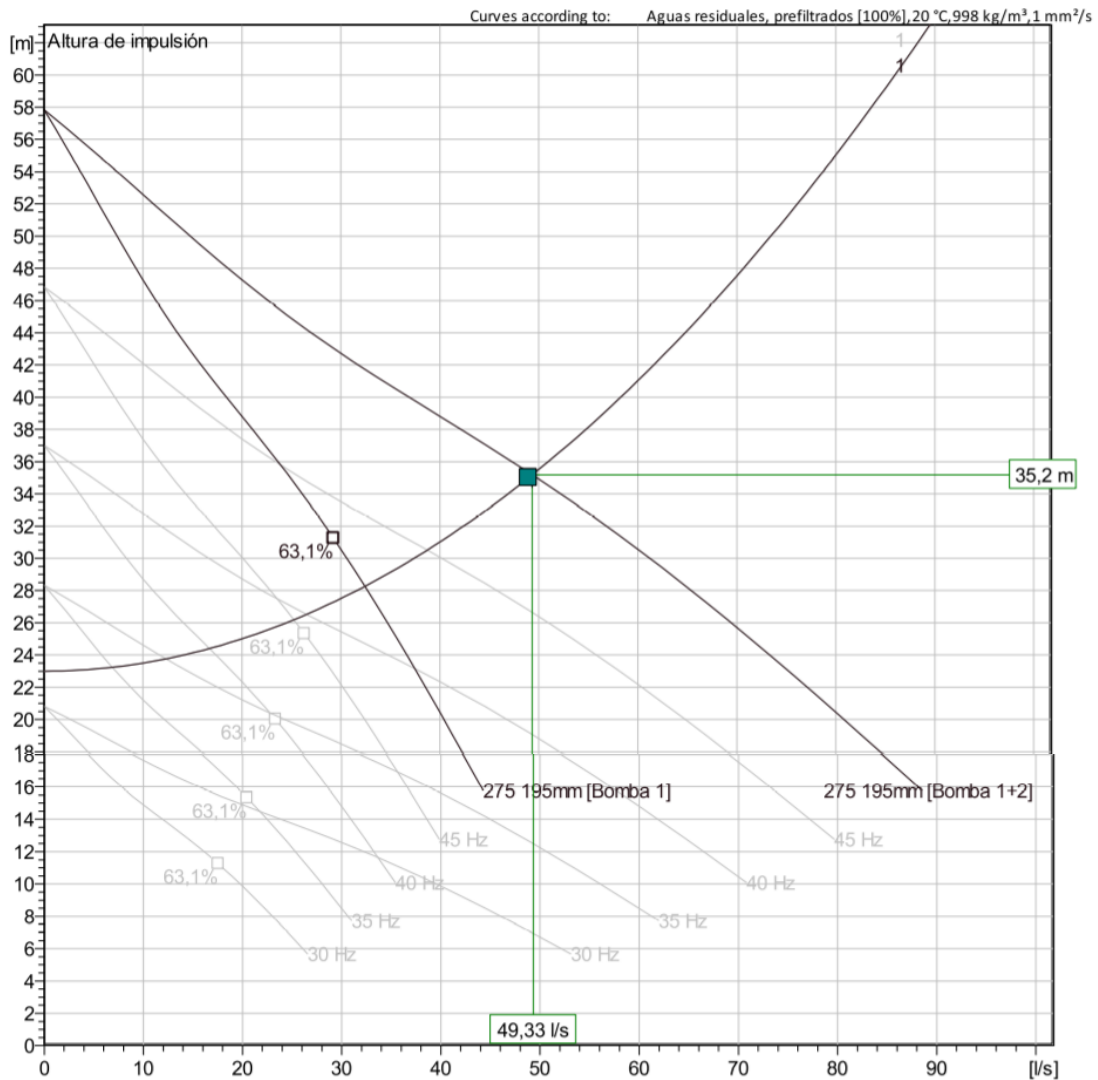


Curve: ISO 9906

Proyecto	BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s	Creado por	EDWIN MALISA	Ultima actualizaci	3/2/2020
Bloque	0	Creado el	3/2/2020		

NP 3171 SH 3~ 275

VFD Analysis



Curve: ISO 9906

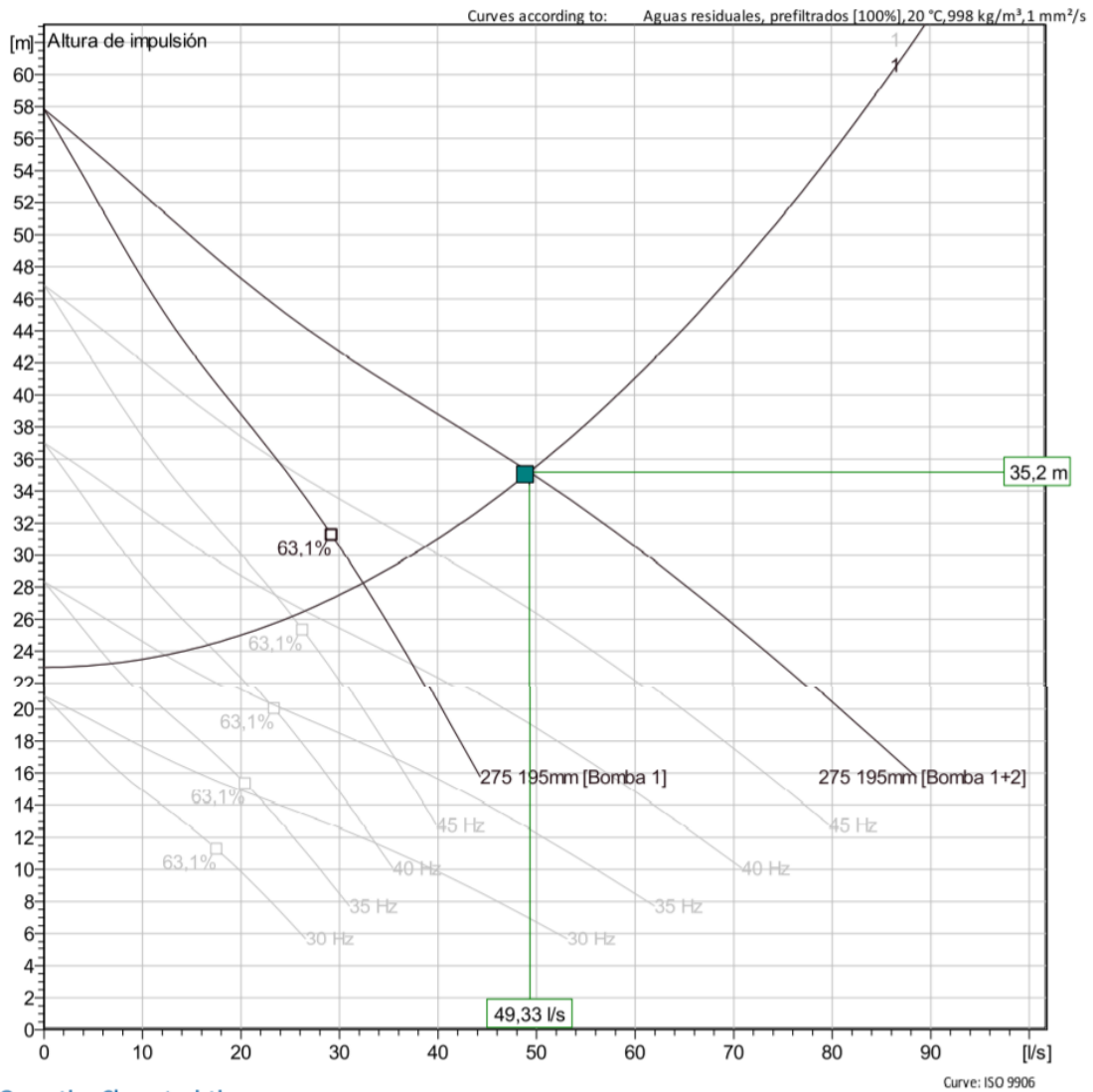
Operating Characteristics

Pumps/Syste s	Frecuencia	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Rend. hidr.	Especific energía	NPSHr
2 / 1	50 Hz	24,7 l/s	35,2 m	13,8 kW	49,3 l/s	35,2 m	27,5 kW	61,7 %	0,168 kWh/m ³	3,81 m
2 / 1	45 Hz									
2 / 1	40 Hz									

Proyecto	BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s	Creado por	EDWIN MALISA	Ultima actualización	2/2020
Bloque	0	Creado el	3/2/2020		

NP 3171 SH 3~ 275

VFD Analysis



Operating Characteristics

Pumps/Syste s	Frecuencia	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Rend. hidr.	Especific energía	NPSHr
2 / 1	35 Hz									
2 / 1	30 Hz									
1 / 1	50 Hz	32,4 l/s	28,3 m	14,4 kW	32,4 l/s	28,3 m	14,4 kW	62,5 %	0,134 kWh/m ³	5,72 m

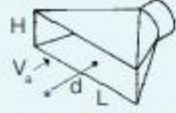
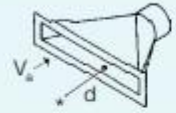
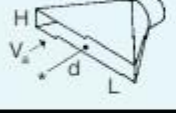
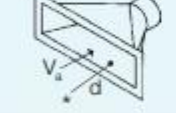
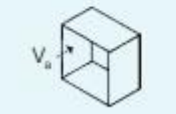
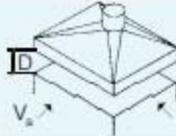
Proyecto	BOMBEO AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA Q=48.96 l/s	Creado por	EDWIN MALISA	Ultima actualización	02/2020
Bloque	0	Creado el	3/2/2020		

Anexo 3: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	50,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	100,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	80,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: Norma de calidad del agua libro Vi, Anexo 1

Anexo 4. Fórmulas de diseño de campanas para captación de aire.

CAPTACION DE AIRE CONTAMINADO			
TIPO DE BOCA	ABERTURA	DIMENS.	CAUDAL NECESARIO
 V_a = Velocidad aire captación	RANURA	$\frac{H}{L} \leq 0,2$	$Q = 13500 V_a Ld$
	RANURA CON BRIDA	$\frac{H}{L} \leq 0,2$	$Q = 10000 V_a Ld$
	A CANTO VIVO	$\frac{H}{L} \geq 0,2$	$Q = 3600 V_a (10 d^2 + S)$ $S = L \times H$
	CANTO CON BRIDA	$\frac{H}{L} \geq 0,2$	$Q = 2750 V_a (10 d^2 + S)$ $S = L \times H$
	CABINA	De acuerdo a la función	$Q = 3600 V_a S$
	CAMPANA	De acuerdo a la función	$Q = 5000 V_a PD$ $P = \text{Perímetro [m]}$

Fuente: Salvador Escoda 2010

ANEXO 5

User Notifications

Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	93
Label	VALD-32
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	42
Label	SAN P-7
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	180
Label	PVC-3
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	81
Label	VALD-26
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	36
Label	SAN P-4
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44040
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	36
Label	SAN P-4
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum velocity constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	34
Label	SAN P-3
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation

Message Id	44040
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	34
Label	SAN P-3
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum velocity constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	79
Label	VALD-25
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	77
Label	VALD-24
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	75
Label	VALD-23
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	73
Label	VALD-22
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	71
Label	VALD-21
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	66
Label	SAN P-19
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	64

Label	SAN P-18
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	62
Label	SAN P-17
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	105
Label	ADI-38
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	103
Label	ADI-37
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	101
Label	ADI-36
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	99
Label	ADI-35
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	185
Label	PVC-6
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44040
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	185
Label	PVC-6
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum velocity constraint.
Source	Hydraulics Validation

Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	96
Label	VALD-34
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation
Message Id	44038
Scenario	Base
Element Type	Conduit
Element Id	95
Label	VALD-33
Time	(N/A)
Message	Conduit does not meet minimum slope constraint.
Source	Hydraulics Validation

ANALISIS AASS. SAN PEDRO-VALDIVIA
 TESIS-UPSE CON BOMBEO FEBRERO.stsw
 2/3/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods
 Solution Center
 27 Siemon Company Drive Suite 200 W
 Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

Bentley SewerCAD V8i (SELECTseries 5)
 [08.11.05.58]
 Page 1 of 1

Pipe Report

Subnetwork Summary

Subnetwork Gravity
Subnetwork Subnetwork

Pipe Report

Label	Time (Maximum Flow) (hours)	Flow (Maximum) (L/s)	Velocity (Maximum Calculated) (m/s)	Depth (Average End) / Rise (Maximum) (%)
PVC-5	0,000	1,58	0,63	21,5
S. P. SECUN-14	0,000	1,30	0,74	16,0
S. P. SECUN-15	0,000	1,76	1,00	21,9
S. P. SECUN-16	0,000	4,62	1,31	25,6
SAN P-3	0,000	0,95	0,41	14,8
SAN P-4	0,000	1,55	0,45	18,4
SAN P-7	0,000	2,43	0,48	19,5
PVC-6	0,000	3,48	0,41	26,4
SAN P-17	0,000	9,35	0,68	26,0
SAN P-18	0,000	10,94	0,70	28,8
SAN P-19	0,000	12,30	0,68	41,4
ADI-35	0,000	2,34	0,51	23,0
ADI-36	0,000	3,53	0,55	29,4
ADI-37	0,000	6,24	0,72	34,2
ADI-38	0,000	7,10	0,78	35,9
ADI-39	0,000	8,53	1,04	29,8
ADI-40	0,000	9,26	1,92	46,6
V. SECUN-30	0,000	3,04	0,73	24,7
V. SECUN-31	0,000	4,09	1,25	43,6
PVC-3	0,000	1,40	0,47	18,4
PVC-4	0,000	2,70	0,95	31,0
VALD-20	0,000	2,39	0,64	22,8
VALD-21	0,000	3,74	0,66	29,1
PVC-2	0,000	1,35	0,55	24,0
VALD-22	0,000	6,61	0,64	29,3
VALD-23	0,000	10,45	0,77	33,5
VALD-24	0,000	12,00	0,71	30,8
VALD-25	0,000	14,34	0,71	32,5
VALD-26	0,000	16,36	0,84	36,3
VALD-32	0,000	22,92	0,71	30,5
VALD-33	0,000	25,13	0,77	29,9
VALD-34	0,000	27,39	1,13	34,1
BOMBEO	0,000	48,96	3,35	28,3

Node Report

Subnetwork Summary

Subnetwork Gravity
Subnetwork Subnetwork

Node Report

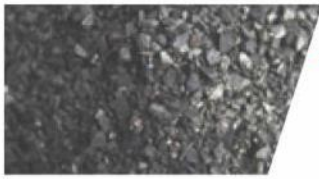
Label	Time to Maximum Hydraulic Grade (hours)	Hydraulic Grade (Maximum) (m)	Depth (Maximum) (m)	Pressure (Maximum) (kPa)
PZ-A8-4	0,000	5,155	0,03	(N/A)
PZ-A8-1	0,000	5,904	0,03	(N/A)
PZ-A8-2	0,000	5,455	0,03	(N/A)
PZ-A8-3	0,000	4,393	0,05	(N/A)
PZ-A4	0,000	3,437	0,03	(N/A)
PZ-A5	0,000	3,182	0,03	(N/A)
PZ-A6	0,000	2,907	0,04	(N/A)
PZ-A7	0,000	2,667	0,06	(N/A)
PZ-A8	0,000	2,405	0,07	(N/A)
PZ-A9	0,000	2,172	0,08	(N/A)
PZ-A10	0,000	1,981	0,09	(N/A)
PZ-C1	0,000	5,940	0,04	(N/A)
PZ-C2	0,000	5,735	0,05	(N/A)
PZ-C3	0,000	5,531	0,07	(N/A)
PZ-C4	0,000	5,359	0,07	(N/A)
PZ-C5	0,000	5,071	0,07	(N/A)
PZ-C6	0,000	4,888	0,08	(N/A)
PZ-B8-1	0,000	4,147	0,05	(N/A)
PZ-B8-2	0,000	3,560	0,05	(N/A)
B4-1	0,000	4,369	0,03	(N/A)
B4-2	0,000	4,043	0,04	(N/A)
PZ-B1	0,000	4,241	0,04	(N/A)
PZ-B2	0,000	3,701	0,05	(N/A)
B3-1	0,000	3,830	0,03	(N/A)
PZ-B3	0,000	3,466	0,07	(N/A)
PZ-B4	0,000	3,201	0,08	(N/A)
PZ-B5	0,000	2,907	0,09	(N/A)
PZ-B6	0,000	2,793	0,10	(N/A)
PZ-B7	0,000	2,607	0,10	(N/A)
PZ-B8	0,000	2,341	0,12	(N/A)
PZ-B9	0,000	2,242	0,12	(N/A)
PZ-B10	0,000	2,126	0,12	(N/A)
PZ-AB11	0,000	1,947	0,16	(N/A)
E. B.	0,000	0,070	0,07	(N/A)

Pond Report

Subnetwork Summary

Subnetwork Gravity
Subnetwork Subnetwork

ANEXO 6



Carbón activado

Carvapur

Carbón activado granular para la retención de vapores orgánicos

Carvapur es un carbón activado altamente microporoso, que tiene la propiedad de adsorber de manera preferencial moléculas orgánicas cuyo peso molecular esté entre 55 y 250. Dichas moléculas tienden a ser volátiles, por lo que típicamente se encuentran presentes en aire y otros gases.

Se fabrica a partir de concha de coco y se activa térmicamente, obteniendo así una enorme área superficial que le brinda una alta capacidad de adsorción.

Típicamente, retiene entre 0.2 y 0.8 Kg. de contaminantes por kg. de carbón. **Carvapur** tiene una alta dureza y por lo tanto no se pulveriza durante su manejo.

Se fabrica en distintos rangos de tamaños de partícula, entre los que destacan el 14x30 y el 4x10. Se recomienda que la velocidad superficial del aire o del gas que se purifica con este carbón esté entre 10 y 30 m/min, y que el tiempo de contacto en cama vacía sea superior a 0.1 segundos.

Entre las principales aplicaciones de este producto están: respiradores, control de contaminantes industriales, incineradores, acondicionamiento de aire, deodorización de refrigeradores, recuperación de solventes, campanas de cocina, purificación de aire comprimido (tanques de buceo y hospitales), boquillas de cigarrillos, cánisters de automóviles y purificación de gases industriales, tales como gas carbónico, hidrógeno, helio, acetileno y monóxido de carbono.

Especificaciones

Especificación	Valor	Norma
Número de yodo (mg/g mín.)	400	ASTM D-4607
Área superficial (m ² /g, mín.)	500	BET
Contenido de cenizas (% , máx.)	3.0	ASTM D-2866
Densidad aparente (g/cm ³)	0.50 - 0.56	ASTM D-2854
Dureza (% , mín.)	98	ASTM D-3802
Tamaño de partícula (US Std. sieve)	4x10	ASTM D-2862
Radio medio de poro (nm)	0.78	Adsorción de N ₂
% de partículas mayores a la malla mayor (% , máx.)	10	--
% de partículas menores a la malla menor (% , máx.)	5	--
Humedad (% , máx.)	5	ASTM D-2867

Presentación: Saco de 25 kg.

Carbotecnia

Calle B 2105 Int. A
Col. El Tigre
Zapopan, Jalisco, México
Teléfono 3834.0906 | E-Mail: ventas@carbotecnia.com.mx
www.carbotecnia.info

Elaboró: GGC, 2017
Revisó: GGC, octubre 2017

FOTOGRAFIAS.

Foto #1: Levantamiento topográfico de la red de alcantarillado Sanitario.



Foto #2: Nivelación de las cámaras principales de la red de alcantarillado Sanitario.



Foto #3: Entrevista con los moradores de las comunas acerca de las molestias que actualmente ocasiona el sistema de bombeo.



Foto #4: Estado actual de las tapas de H.S. de las cámaras principales.



Foto #5: Inspección de cámaras principales de la red de alcantarillado.



Foto #6: Estado de las cámaras de inspección.



Foto #7: Inspección y ubicación de ventosas.

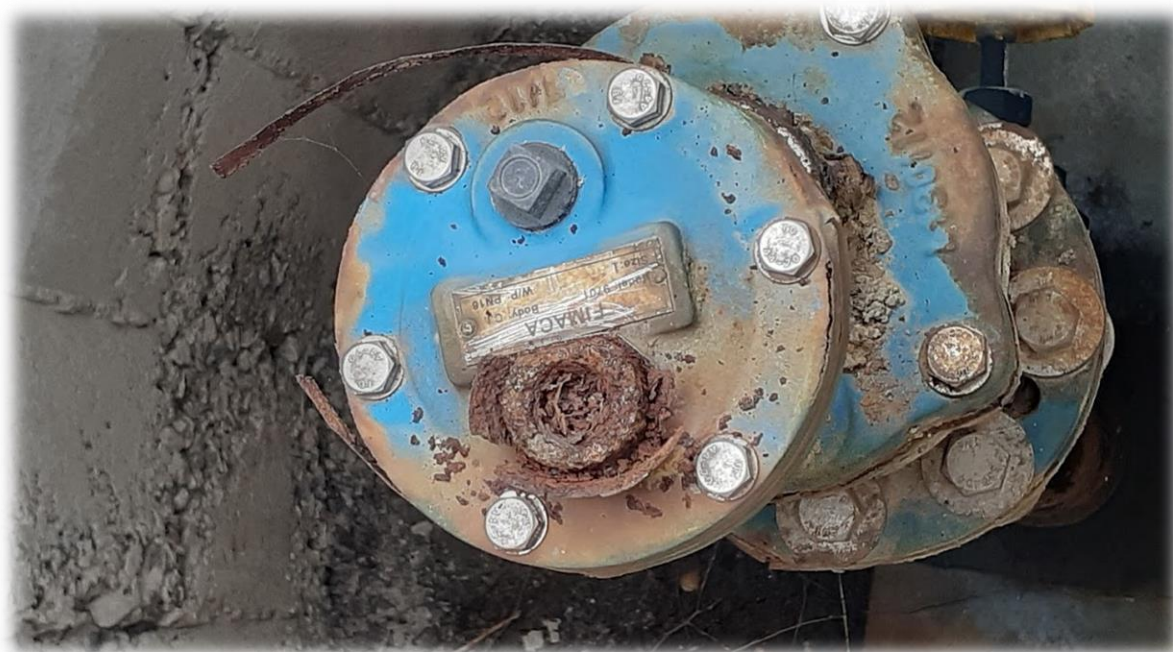


Foto #8: Laguna anaerobia.



Foto #9: Sedimentación en las orillas de la laguna anaerobia.



Foto #10: Agua residual filtrada a lado de las lagunas.



Foto #11: Limpieza de las cámaras que ingresan el agua residual a las lagunas de estabilización.



Foto #12: Estado actual de la cámara de ingreso de agua a las lagunas de estabilización.



Foto #13: Presencia de sólidos suspendidos en la laguna de maduración.



Foto #14: Visita e inspección a la estación de bombeo con el Ing. Richard Ramírez tutor de tesis.



Foto #15: Presencia de flóculos suspendidos en la laguna de maduración.





Foto #16: Poleas para la extracción de la bomba.



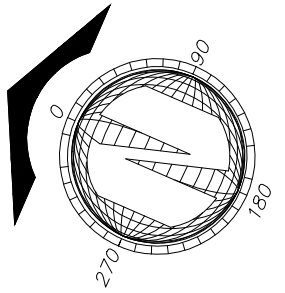
Foto #17: Tablero de control de bombas.



Foto #18: Visita e inspección al desarenador implementado en las lagunas de estabilización de Santa Elena.



**COMUNA
(VALDIVIA)
2010**



SIMBOLOGIA :

- CAMARA DE PROYECTO
- COLECTOR AASS PROYECTO
- LINEA DE IMPULSION
TUBERIA DE 250mm PVC
DE 1mpa
- T=3.00 COTA TERRENO NATURAL
- COLECTOR TERCIARIO
- CAJA DE REGISTRO Y TIRANTE
- A1 CODIGO DE IDENTIFICACION
"CAMARAS"
- 5.00 COTA INVERT PROYECTO
- DIAMETRO DE TUBERIA

NOTA: LA RED TERCEARIA O RAMAL DOMICILIARIO SERA INSTALADA CON UNA PENDIENTE MINIMA DEL 0.5% Y UN DIAMETRO DE 160mm (6") PVC DOBLE PARED ESTRUCTURAL EXCEPCION DE LOS QUE SE INDICAN.

NOTA: LA CAJA DOMICILIARIA DE ARRANQUE O INICIO DEL RAMAL, TENDRA UNA PROFUNDIDAD DE 0.60m DESDE EL NIVEL DE LA ACERA

NOTA: LOS TIRANTES SERAN DE PVC DOBLE PARED ESTRUCTURAL, E INSTALADOS CON UNA PENDIENTE MINIMA DEL 1% Y CON UN Ø DE 200mm (8")

ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS PARA COLECTORES:
LAS TUBERIAS DE H.S. SERAN DESDE Ø200mm
A Ø400mm

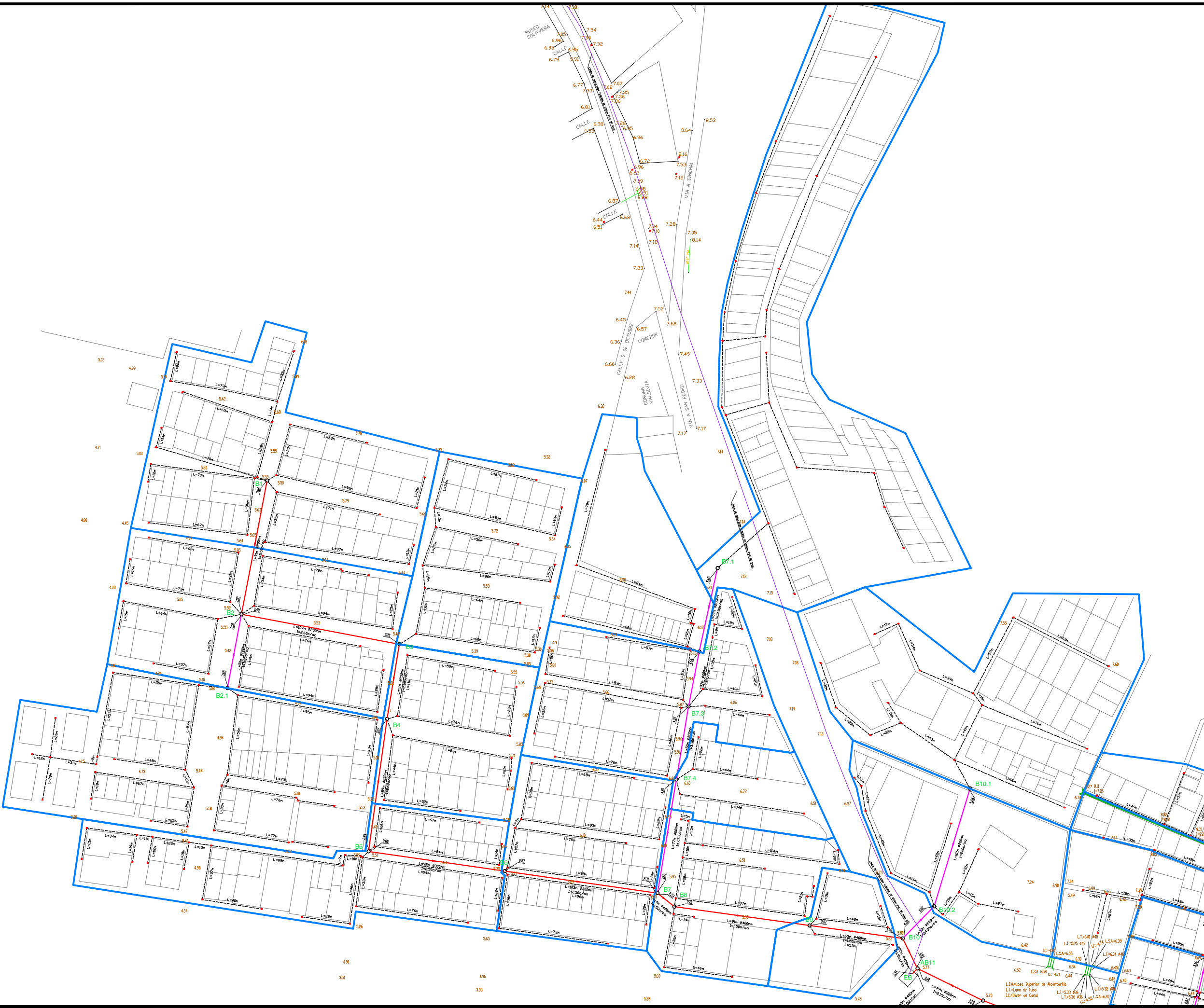
COMUNA VALDIVIA

PARROQUIA MANGLAR ALTO
CANTON SANTA ELENA

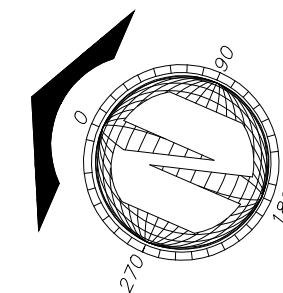
FUNDACION COASTMAN












DISEÑO	ING. LUIS RAMIREZ REG. PROF. 99.2388	FECHA	ENE 2010
REVISÓ	ING. WALTER BAJAÑA REG. PROF. 99.1673	ESCALA	1:1300
PLANO	PLANO GENERAL SISTEMA AASS	NUMERO DE LAMINA	1-2
DIBUJO	RONALD LOOR LOPEZ		



**COMUNA
(SAN PEDRO)
2010**



SIMBOLOGIA :

-  CAMARA DE PROYECTO
-  COLECTOR AASS PROYECTO
-  LINEA DE IMPULSION TUBERIA DE 250mm PVC DE 1mpa
-  COTA TERRENO NATURAL
-  COLECTOR TERCIARIO
-  CAJA DE REGISTRO Y TIRANTE
-  CODIGO DE IDENTIFICACION "CAMARAS"
-  COTA INVERT PROYECTO
-  DIAMETRO DE TUBERIA

NOTA: LA RED TERCEARIA O RAMAL DOMICILIARIO SERA INSTALADA CON UNA PENDIENTE MINIMA DEL 0.5% Y UN DIAMETRO DE 160mm (6") PVC DOBLE PARED ESTRUCTURAL EXCEPCION DE LOS QUE SE INDICAN.

NOTA: LA CAJA DOMICILIARIA DE ARRANQUE O INICIO DEL RAMAL, TENDRA UNA PROFUNDIDAD DE 0.60m DESDE EL NIVEL DE LA ACERA

NOTA: LOS TIRANTES SERAN DE PVC DOBLE PARED ESTRUCTURAL, E INSTALADOS CON UNA PENDIENTE MINIMA DEL 1% Y CON UN Ø DE 200mm (8")

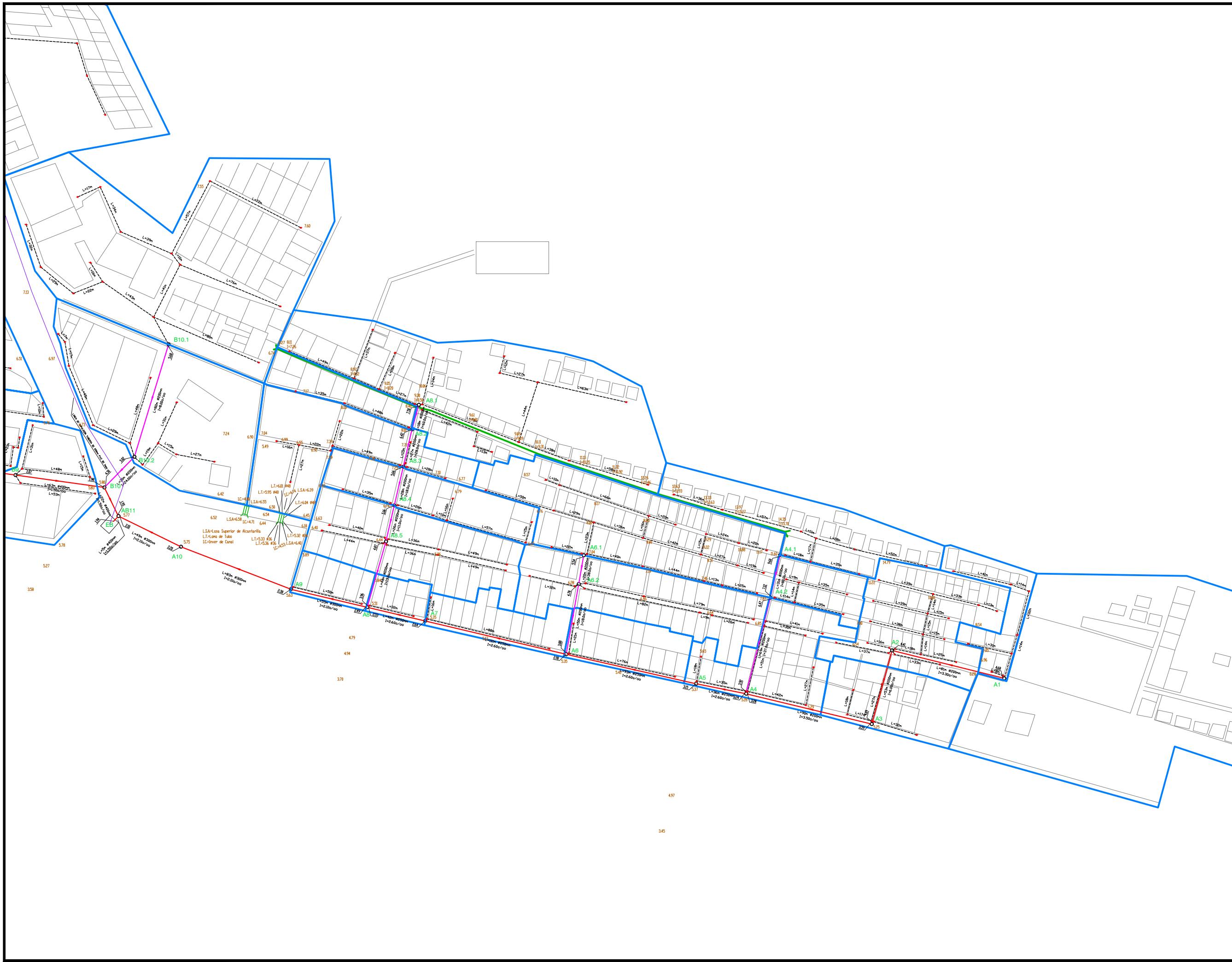
ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS PARA COLECTORES:
LAS TUBERIAS DE H.S. SERAN DESDE Ø200mm
A Ø400mm

COMUNA SAN PEDRO
PARROQUIA MANGLAR ALTO
CANTON SANTA ELENA

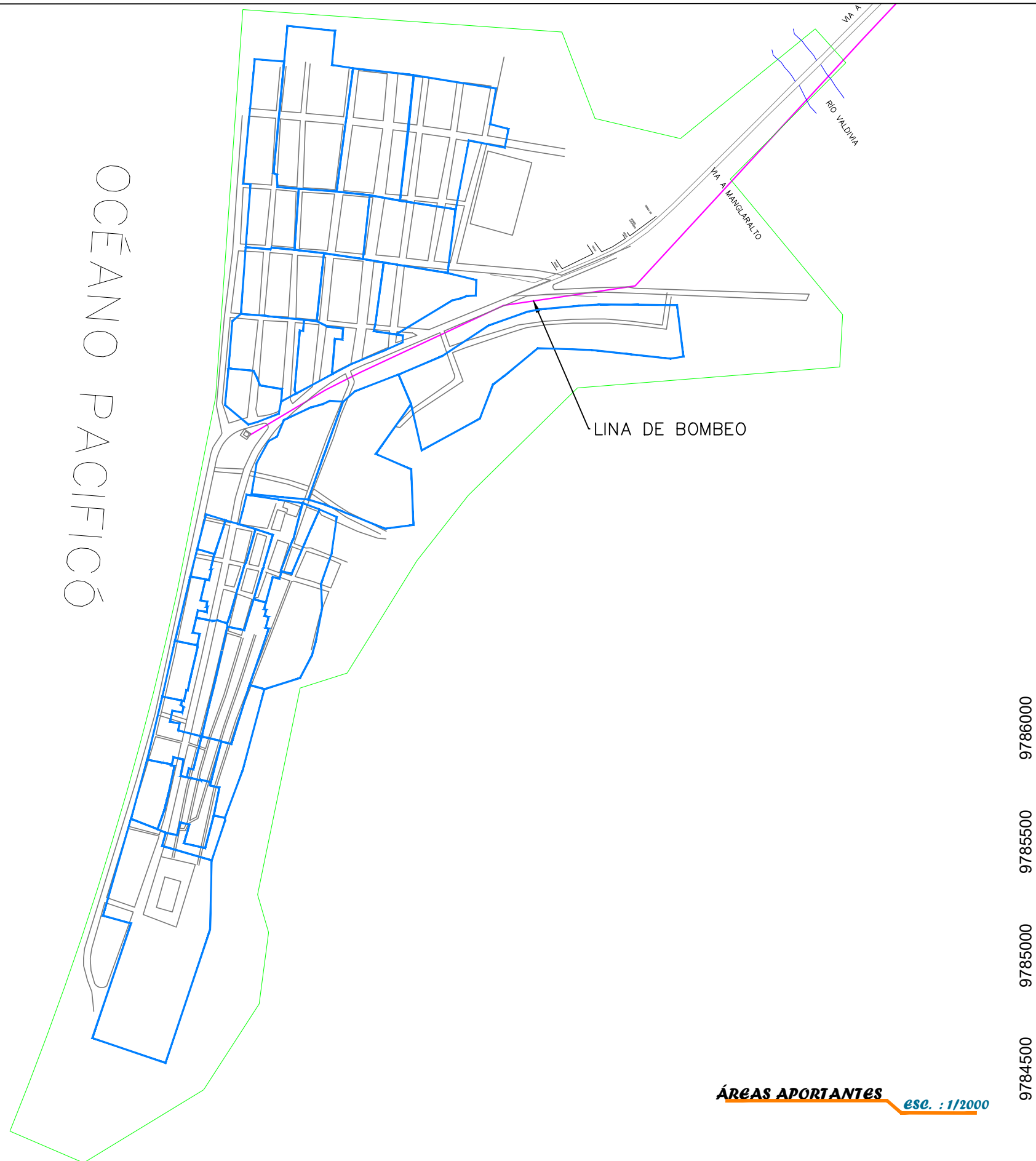
FUNDACION COASTMAN



DISEÑO: ING. LUIS RAMIREZ REG. PROF. 99-2388	
REVISÓ: ING. WALTER BAJAÑA REG. PROF. 99-1673	
PLANO: PLANO GENERAL SISTEMA AASS	FECHA: ENE 2010
ESCALA: 1:1300	
DIBUJO: RONALD LOOR LOPEZ	
NUMERO DE LAMINA: 1-2	

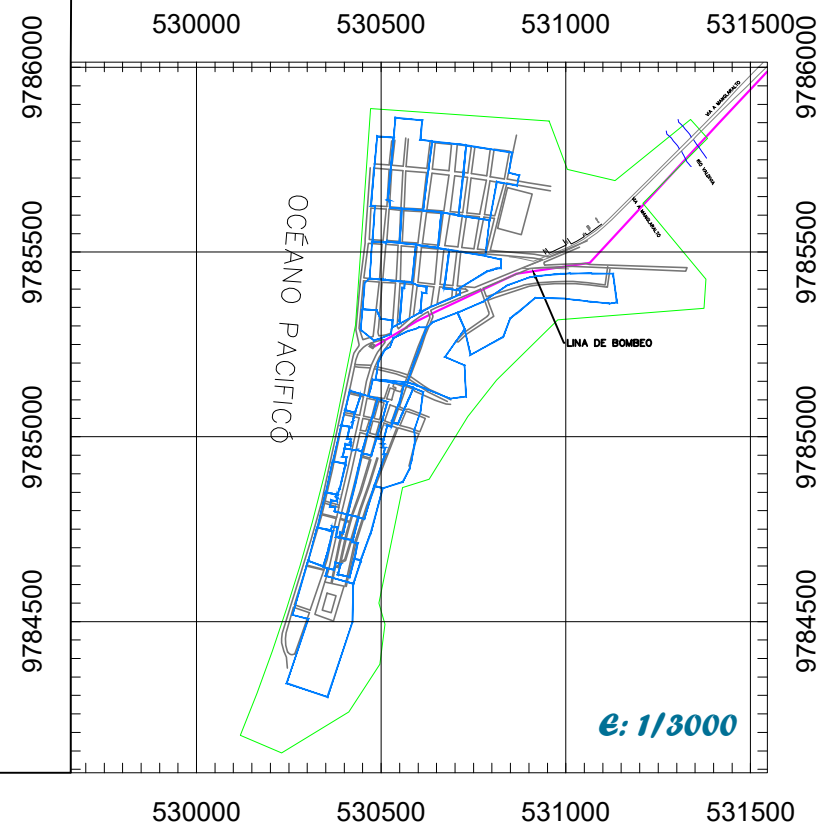


OCEANO PACIFICO



SIEMBOLOGIA

Área aportación	
Área de proyecto	
Línea de bombeo	



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO: EVALUACION Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA.

REALIZADO POR: **Srta. Kelly Fernanda Malavé Sánchez**
Sr. Edwin Javier Malisa Medina

TUTOR: **Ing. Ramírez Palma Richard I.**

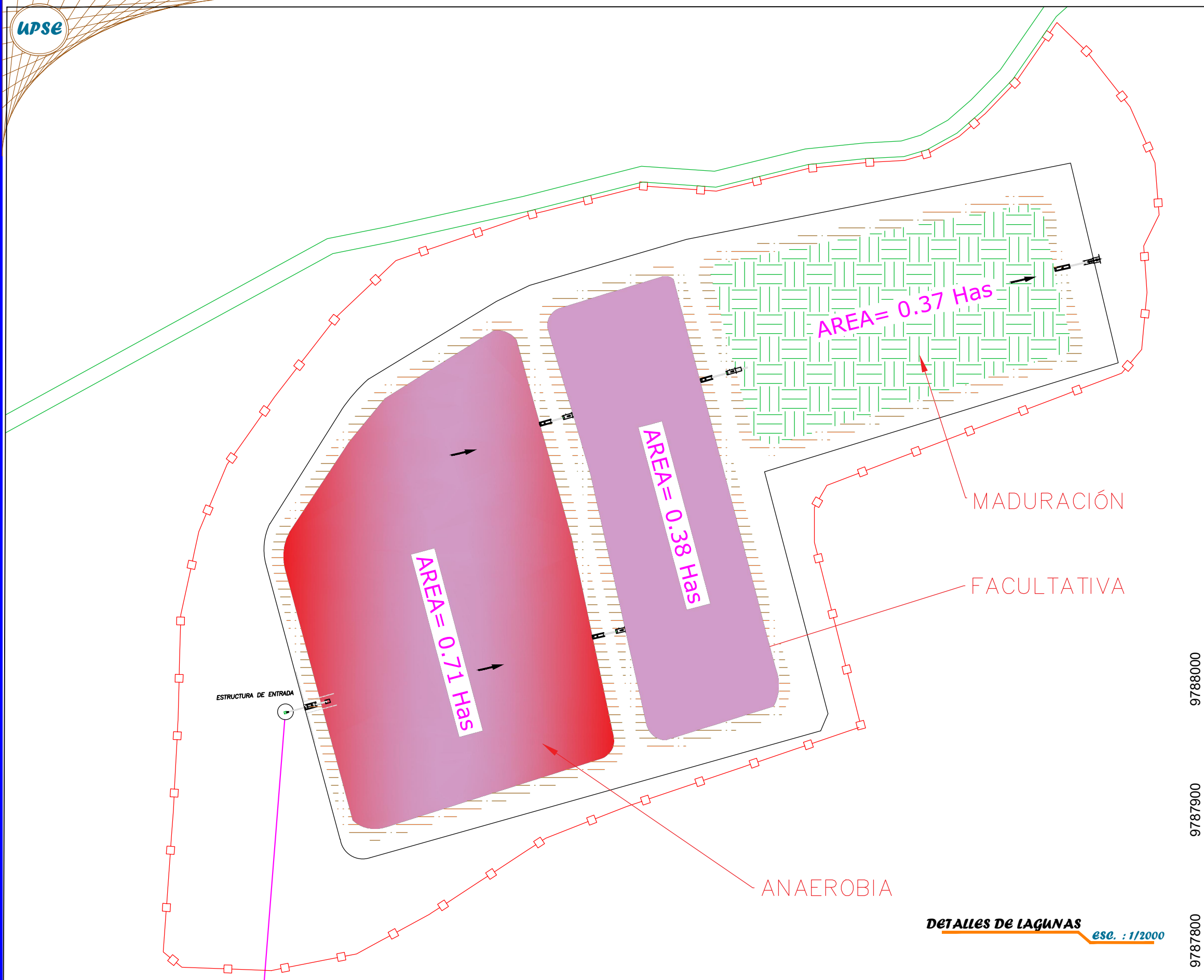
REVISOR:
 APROBADO:

CONTIENE: **ÁREAS APORTANTES A LOS COLECTORES**

LAMINA: **PL-01**

SECTOR: COMUNA SAN PEDRO - VALDIVIA
 CANTÓN: SANTA ELENA
 PROVINCIA: SANTA ELENA

ESCALA: INDICADA
 AÑO: 2020

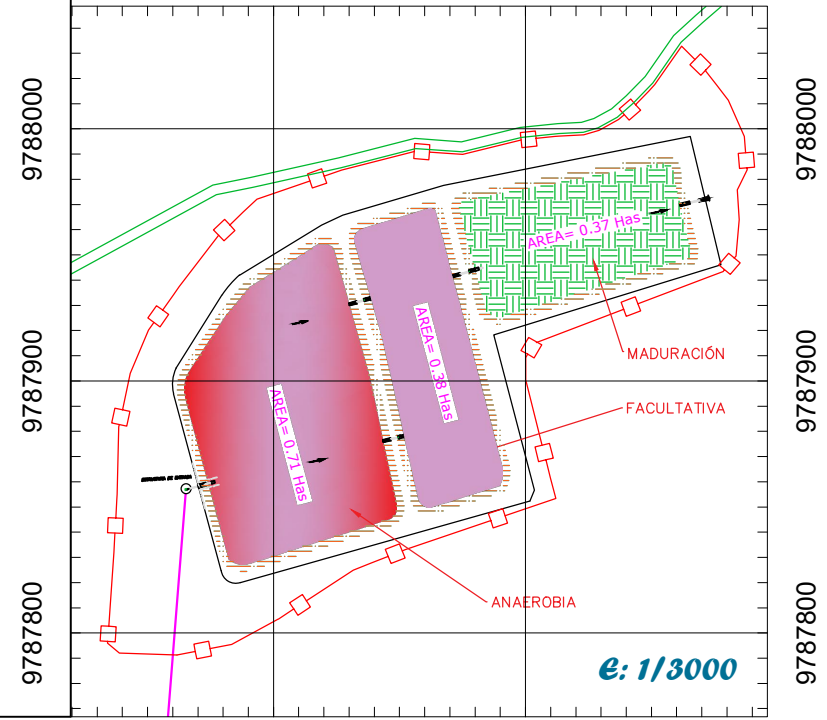


DETALLES DE LAGUNAS *esc. : 1/2000*



CUADRO DE ÁREAS	
Maduración	0.71 has
Facultativa	0.38 has
Maduración	0.37 has

531600 531700



531600 531700



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO: EVALUACION Y PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COMUNAS SAN PEDRO-VALDIVIA DEL CANTÓN SANTA ELENA.

REALIZADO POR: **Srta. Kelly Fernanda Malavé Sánchez**
Sr. Edwin Javier Malisa Medina

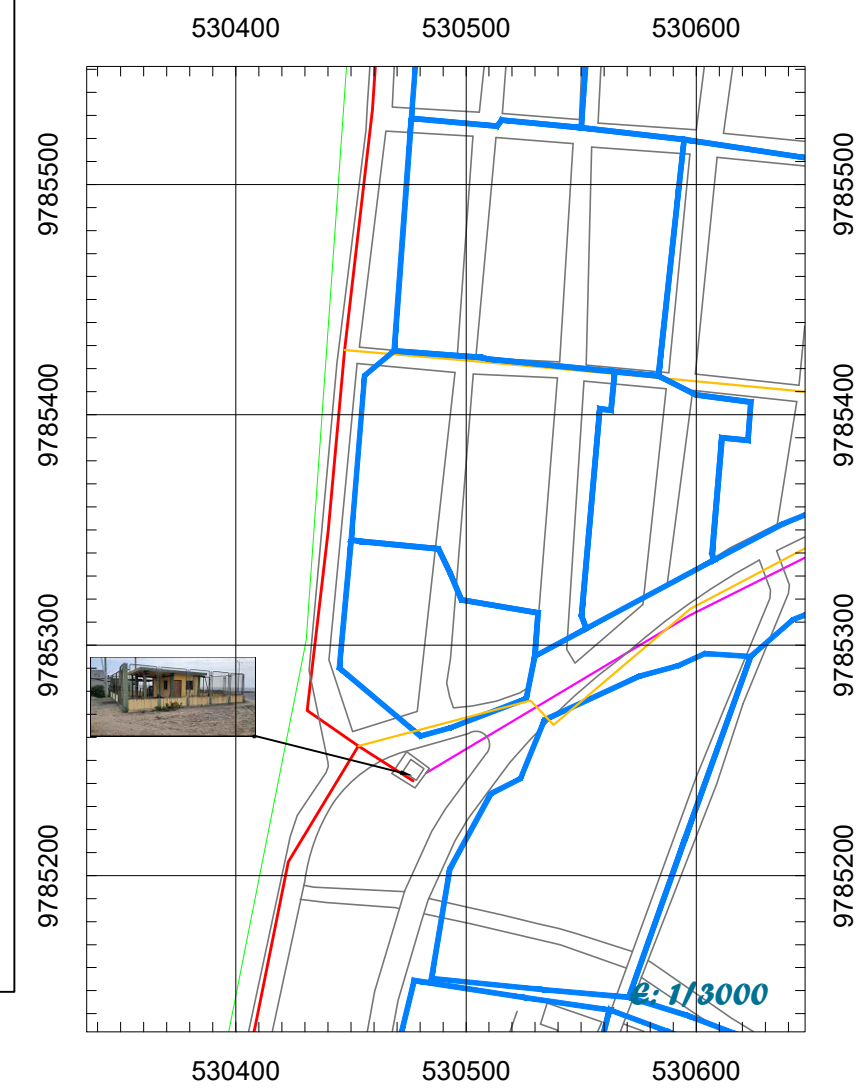
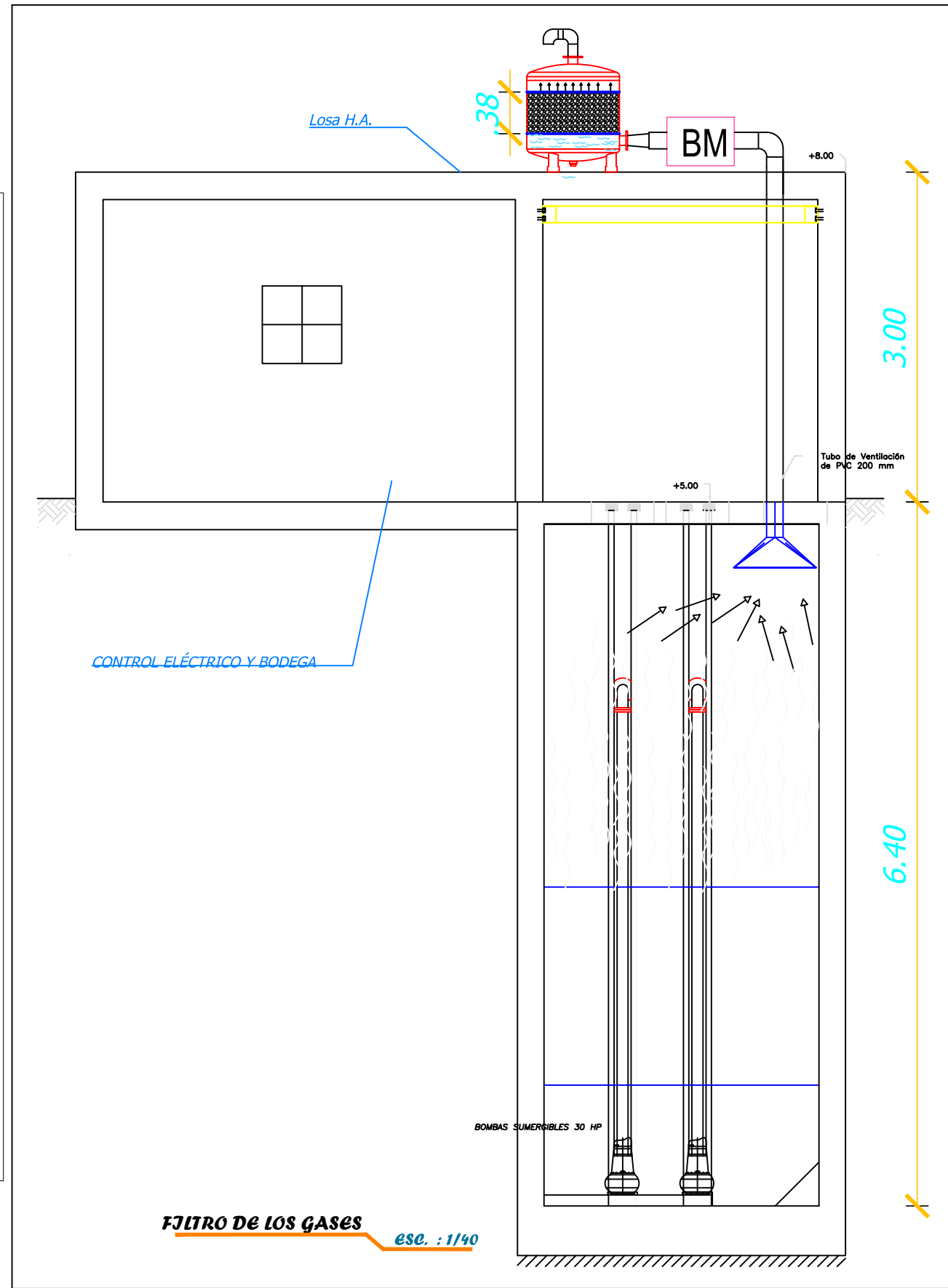
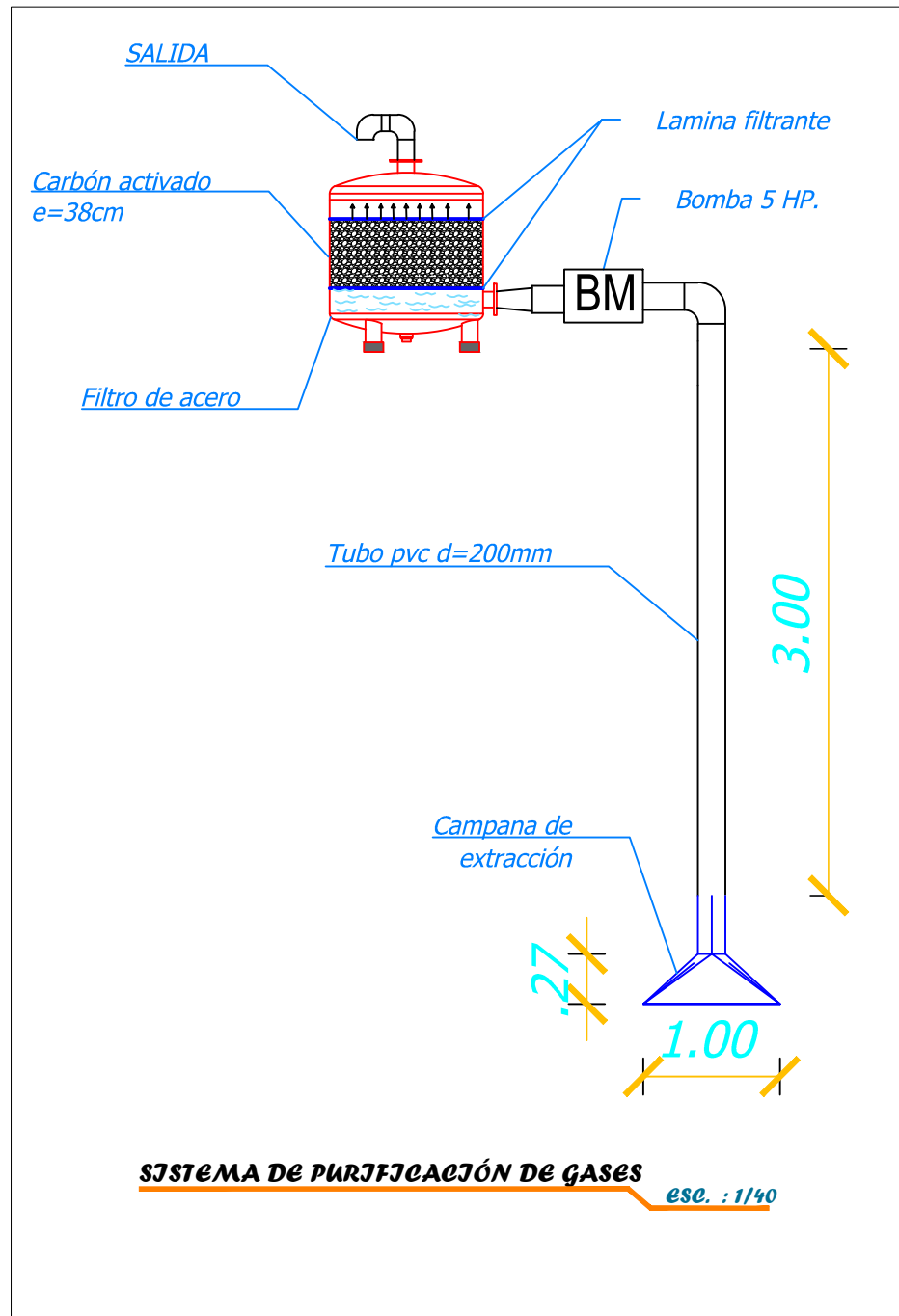
TUTOR: **Ing. Ramírez Palma Richard I.**

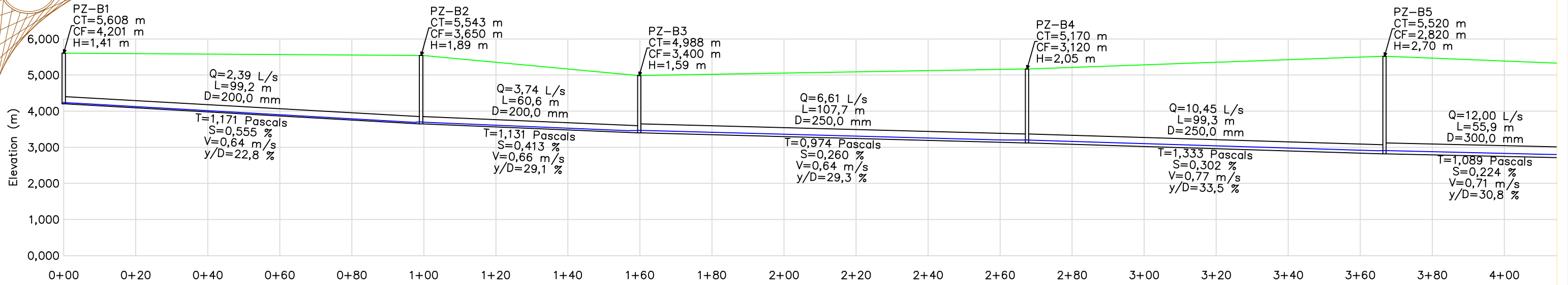
CONTIENE: **UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE LAS LAGUNAS**

SECTOR: COMUNA SAN PEDRO - VALDIVIA
 CANTÓN: SANTA ELENA
 PROVINCIA: SANTA ELENA

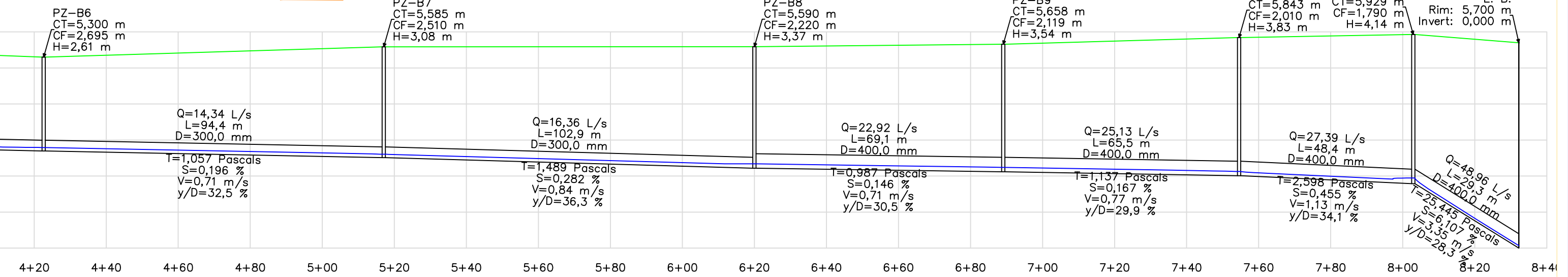
ESCALA: INDICADA
 AÑO: 2020

PL-01

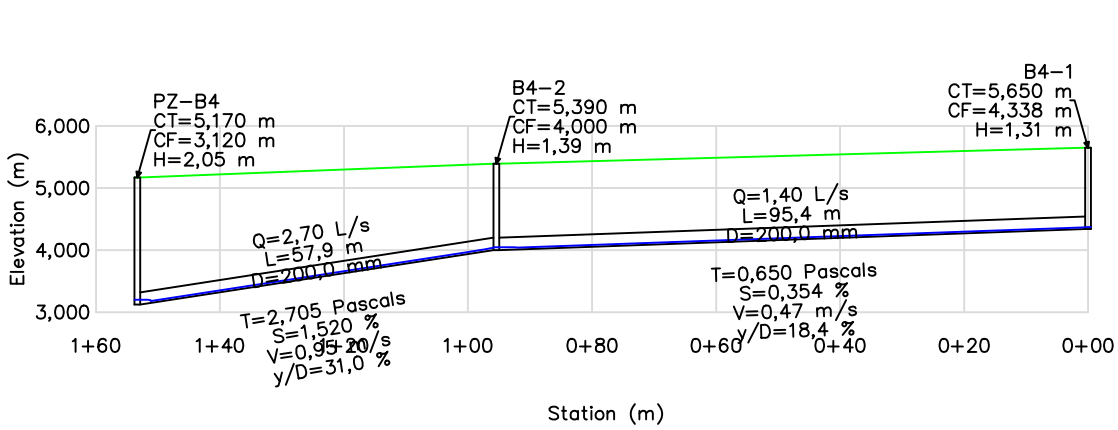




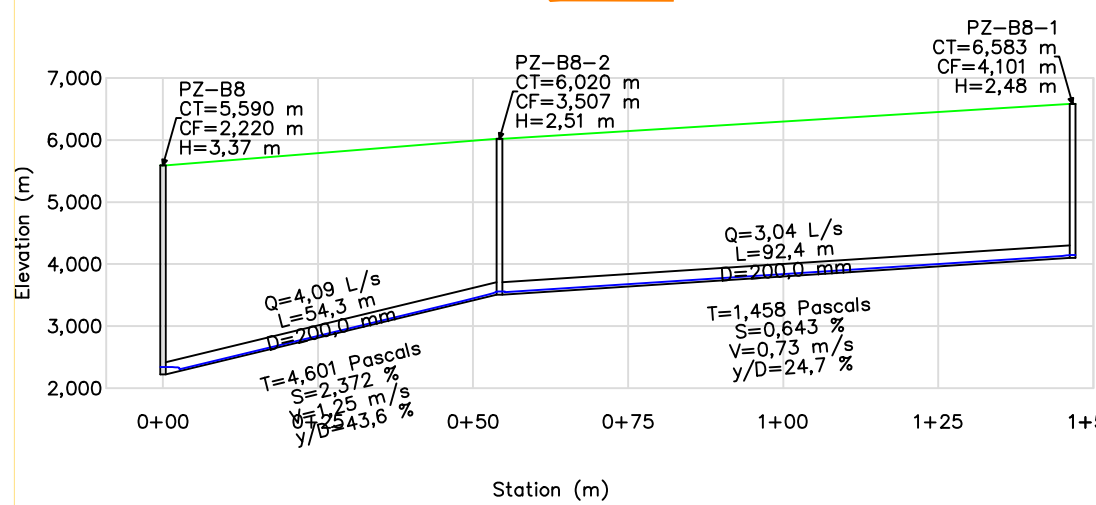
PERFIL PRINCIPAL VALDIVIA (PARTE 2) ESC. : 1/3500



PERFIL 1 RAMAL SECUNDARIO VALDIVIA ESC. : 1/4000



PERFIL 2 RAMAL SECUNDARIO VALDIVIA ESC. : 1/4000



PERFIL 3 RAMAL SECUNDARIO VALDIVIA ESC. : 1/4000

