



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

TEMA

**“MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
MEDIANTE EL USO DE UN PROGRAMA PARA LA URBANIZACIÓN
TORRES DEL SALADO, UBICADA EN LA VÍA A LA COSTA, CANTÓN
GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS”**

TUTOR

MSC. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

AUTORES

QUINLLÍN SÁNCHEZ JUAN CARLOS

QUINTANA VARGAS JORGE DAVID

GUAYAQUIL

2022

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

“Modelación del sistema de alcantarillado sanitario mediante el uso de un programa para la urbanización torres del salado, ubicada en la vía a la costa, cantón guayaquil, provincia del guayas”

AUTOR/ES:

**QUINLLÍN SÁNCHEZ JUAN
CARLOS**
**QUINTANA VARGAS JORGE
DAVID**

REVISORES O TUTORES:

MSC. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

INGENIERO CIVIL

FACULTAD:

**FACULTAD DE INGENIERÍA
INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA:

INGENIERO CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2022

N. DE PAGES:

56

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Modelación, Alcantarillado sanitario, Servicios básicos, Interagua

RESUMEN:

La Urbanización Torres del Salado, ubicada en el km 11 y medio vía a la costa no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, por lo tanto, la implementación de un recurso que ayude en beneficio de sus habitantes es necesaria.

Para cumplir con el objetivo de nuestra investigación, realizaremos mediante una modelación del sistema a implementar recabando información necesaria obtenidas en campo. Para esta modelación se desarrollará una metodología de trabajo, como topografía del sector el uso de herramientas como Excel y el software que nos facilitará mucho en la obtención y organización de resultados.

En esta propuesta usaremos tipos de investigación cuantitativa y explicativa, se confirmará la hipótesis planteada para el desarrollo de nuestro proyecto al realizar una confrontación de las variables, como también se determinará la variación en la calidad de vida de los habitantes de la urbanización torres del salado mediante la implementación de una modelación de alcantarillado sanitario que recolecte aguas residuales para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes y que las mismas se desarrollen con éxito en el aspecto socio-económico en un ambiente adecuado.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR/ES:

Juan Carlos Quinllín Sánchez

Jorge David Quintana Vargas

Teléfono:

0979805140

0993470158

E-mail:

jquinllins@ulvr.edu.ec

jquintanav@ulvr.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Mg. Ing. Milton Andrade Laborde (Decano)

Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241

E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec

Mg. Alexis Valle Benitez (Director de Carrera)

Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242

E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

Tesis Final

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	5 %	1 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universität Bern Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät Trabajo del estudiante	1 %
2	www.iberdrola.com Fuente de Internet	1 %
3	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %

Firma. _____

Msc. PABLO MARIO PAREDES

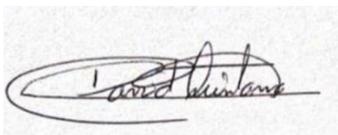
C.C 09911828150

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado JORGE DAVID QUINTANA VARGAS, JUAN CARLOS QUINLLÍN SANCHEZ declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **“Modelación del sistema de alcantarillado sanitario mediante el uso de un programa para la urbanización torres del salado, ubicada en la vía a la costa, cantón guayaquil, provincia del guayas”** Corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

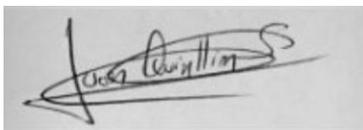
Autor



Firma:

JORGE DAVID QUINTANA VARGAS

C.I. 0250255536



Firma:

JUAN CARLOS QUINLLÍN SÁNCHEZ

C.I. 0952269884

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **“MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MEDIANTE EL USO DE UN PROGRAMA PARA LA URBANIZACIÓN TORRES DEL SALADO, UBICADA EN LA VÍA A LA COSTA, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS”**, Designado por el Consejo Directivo de la Facultad de ingeniería industria y construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **“MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MEDIANTE EL USO DE UN PROGRAMA PARA LA URBANIZACIÓN TORRES DEL SALADO, UBICADA EN LA VÍA A LA COSTA, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS”**, Presentado por el estudiante **JORGE DAVID QUINTANA VARGAS, JUAN CARLOS QUINLLÍN SÁNCHEZ** como requisito previo, para optar al Título de ingeniería civil encontrándose apto para su sustentación.



Firma: _____

PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.C. 09911828150

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, especialmente a mi primo Edison Izurieta que mediante mi proceso como estudiante fue un pilar fundamental que me ha ayudado en todo momento, a mi padre Cesar Augusto Quinllin Escobar desde el cielo por educarme y enseñarme buenos valores y perseverancia en momentos muy difíciles.

También un agradecimiento a los docentes que fueron unos grandes colaboradores para mi enriquecimiento académico y grandes formadores para mi carrera profesional.

Al Ingeniero Pablo Paredes por ayudarnos en nuestra elaboración de tema de tesis y guiarnos en cada paso para la obtención de nuestro título.

Juan Carlos Quinllin

A Dios que me ayudo a seguir adelante y haber culminado mi objetivo.

A mi Familia por siempre creer en mí, que con todo su apoyo me motivo a cumplir una meta más, apoyándome en las buenas y en las malas.

A Toda mi familia que siempre estuvieron apoyándome.

Al Ingeniero Pablo Paredes por guiarnos y brindarnos sus enseñanzas para que el proyecto de titulación este correctamente.

David Quintana Vargas.

DEDICATORIA

Dedico este tema de titulación a mi padre Cesar Augusto y mi abuelo Luis Alfonso, sé que desde allá arriba están muy orgullosos de mí, a mi hermano que ha sido guía y un ejemplo para mí, a mi primo Edisson Izurieta y mi tía Sonia Escobar por siempre ayudarme y aconsejarme.

Juan Carlos Quinllin

A Dios por darme la fuerza en cada etapa de mi vida a pesar de los malos momentos, a mi familia ya que sin ellos nada hubiera sido posible, a mis padres Jorge Quintana y Yolanda Vargas por enseñarme los mejores valores de la vida, a mi hermana Nicol Quintana que siempre me ha apoyado y aconsejado, se lo dedico a Uds. por ser mi pilar fundamental.

Una dedicatoria especial a mi Tía Aida Quintana, a mis primos Diego y Andrés que desde el día uno que comencé con este objetivo siempre me han apoyado, este

Título es de Uds., gracias por todo Familia.

A seguir adelante.

David Quintana Vargas.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE IMAGENES	XI
INDICE DE ANEXOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
Tema:.....	2
1.1 Planteamiento del Problema:	2
1.2. Formulación del Problema:.....	2
1.3. Objetivo General	3
1.4. Objetivos Específicos	3
1.5. Idea a Defender / Hipótesis	3
1.6. Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	3
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.2. Marco conceptual:.....	7
2.2.1. Aguas residuales domésticas.....	7
2.2.2. Aguas residuales industriales.....	8
2.2.3. Sistema de alcantarillado	8
2.2.4. Sistema de alcantarillado y agua potable en la ciudad de guayaquil.....	9
2.2.5. Sistema de alcantarillado de Guayaquil	10
2.2.6. Red de alcantarillado.....	12
2.2.7. Tipos de alcantarillado	13
2.2.8. Parámetros de Diseño del sistema de alcantarillado Sanitario.	15
2.3. Marco Legal.....	19
2.3.1. Normas Nacionales	19
2.3.2. Derechos de la naturaleza	20

2.3.3. Naturaleza y Ambiente	20
CAPÍTULO III	23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1. Enfoque de la investigación:	23
3.2. Alcance de la investigación:	23
3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos:.....	23
3.3.1. Técnicas de Observación	24
3.3.2. Trabajos de campo	24
3.3.3. Procesamiento de datos	25
3.3.4. Descripción del sitio del proyecto	25
3.3.5. Localización.....	25
3.3.6. Criterios de diseño	26
3.4. Presentación y análisis de resultados.....	28
3.5. Información topográfica	31
3.5.1. Cuadro de diámetros de las tuberías	32
3.5.2. Presupuesto	33
3.6. Resultados.....	34
3.6.1. Resultados Hidráulicos de la Red	34
Conclusiones.....	35
Recomendaciones	36
Bibliografía.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (TUBERÍA Y COLECTORES)	18
TABLA 2 COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS.....	27
TABLA 3 ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	27
TABLA 4 TABLA DE DATOS PARA ESTRUCTURA DE SALIDA.....	33

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	7
IMAGEN 2 AGUAS SERVIDAS RESIDUALES.....	8
IMAGEN 3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	9
IMAGEN 4 TUBERÍA PEAD.....	12
IMAGEN 5 RED ALCANTARILLADO SANITARIO.....	13
IMAGEN 6 ALCANTARILLADO SANITARIO.....	13
IMAGEN 7 ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	14
IMAGEN 8 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO.....	15
IMAGEN 9 SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO.....	15
IMAGEN 10 TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
IMAGEN 11 TRABAJO DE CAMPO.....	24
IMAGEN 12 TRABAJO DE CAMPO.....	24
IMAGEN 13 UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DEL SITIO.....	25
IMAGEN 14 SOFTWARE ESPECIALIZADO.....	29
IMAGEN 15 SOFTWARE ESPECIALIZADO.....	30
IMAGEN 16 SOFTWARE ESPECIALIZADO.....	30
IMAGEN 17 SOFTWARE ESPECIALIZADO.....	31
IMAGEN 18 DATOS OBTENIDOS DEL TERRENO.....	31
IMAGEN 19 DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS.....	32
IMAGEN 20 PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	33

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1 BOTÓN DE VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DONDE SE CORRE LOS DATOS DE RESULTADOS	39
ANEXOS 2 MODELACIÓN DEL SISTEMA, SIN NINGÚN ERROR AL PROCESAR LA VALIDACIÓN.....	40
ANEXOS 3 DATOS OBTENIDOS DE LA MODELACIÓN: LONGITUD, PENDIENTE	41
ANEXOS 4 CUADRO DE COTAS PARA COLECTORES	43
ANEXOS 5 PERFIL HIDRÁULICO POZO 32 A POZO 2.....	45

INTRODUCCIÓN

La presente modelación constituye un aporte en la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario para la urbanización de Torres del Salado ubicada en km 11 ½ vía a la costa, Provincia del Guayas. para ayudar y brindar una solución a dicha población para la correcta salida de los respectivos desechos que se producen diariamente.

La población de la Urbanización de Torres del Salado no cuenta con este servicio de recolección de aguas servidas, que es de suma importancia dentro de toda urbanización, la cual debe constar con un plan de saneamiento estableciendo normativas y soluciones para que así no existan molestias de higiene en la comuna, y poseer una disposición correcta de los residuos.

Para proveer la modelación de alcantarillado sanitario para la urbanización Torres del Salado el objetivo es de mejorar la calidad de vida de los habitantes, para la elaboración del proyecto se describen los parámetros hidráulicos con sus respectivas especificaciones técnicas y, se indican las normativas vigentes para proceder a la modelación del sistema de alcantarillado sanitario.

Se utilizará un software (SEWERGEMS) para la realización y modelación del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, analizando los cálculos hidráulicos ya que el programa evalúa el caudal de cada tramo basado en el caudal entrante y saliente del salto de cálculo previo también posibilita realizar la optimización de diámetros de la red basado en criterios como porcentajes de capacidad de las tuberías, y rangos mínimos y máximos de velocidad, pendiente y cobertura adecuada en los colectores de recolección de agua servida del sistema.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tema:

. “MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MEDIANTE EL USO DE UN PROGRAMA PARA LA URBANIZACIÓN TORRES DEL SALADO, UBICADA EN LA VÍA A LA COSTA, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS”,

1.1 Planteamiento del Problema:

Debido al crecimiento de la población en la mayoría de los municipios de nuestro país, se hace necesario el planteamiento de soluciones de vivienda los cuales deben contar con los servicios públicos necesarios para mejorar la calidad de vida de los usuarios.

La vía a la Costa tiene contrastes. Una fotografía satelital permite ver la delgada línea de asfalto que se ramifica en urbanizaciones privadas desde sus primeros kilómetros. Es también el lindero entre el bosque seco y el manglar, dos importantes ecosistemas para Guayaquil, y de acercamiento a las comunas ancestrales a la urbe. Específicamente el caso de la Urbanización Torres del Salado aportaría solución de vivienda a por lo menos cuatrocientas cincuenta personas, el cual deberá contar con todos los servicios básicos necesarios, por tal razón se hace necesario modelar mediante un programa específico, las redes de alcantarillado sanitario.

1.2. Formulación del Problema:

¿De qué manera este sistema de modelación de alcantarillado sanitario beneficiaría a la población de la urbanización Torres del Salado?

1.3.Objetivo General

Efectuar la modelación del sistema de alcantarillado sanitario empleando un programa para obtener un diseño óptimo para la población de la urbanización Torres del Salado, perteneciente a la ciudad de Guayaquil.

1.4.Objetivos Específicos

Son propósitos parciales que permiten cumplir con el objetivo general.

- Definir los parámetros de diseño del alcantarillado sanitario de La urbanización Torres del Salado.
- Realizar la modelación del sistema de alcantarillado sanitario mediante el uso del programa Sewergems en beneficio de la población de la urbanización Torres del Salado.
- Elaborar el presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario a implementar

1.5. Idea a Defender / Hipótesis

Con esta modelación de diseño de alcantarillado sanitario, la población de la urbanización tendrá mejor calidad de vida y reducirá los índices de contaminación que genera las aguas negras.

1.6.Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Campo:	Educación Superior. Tercer nivel
Área:	Ingeniería Civil
Aspecto:	Investigación Experimental
Tema:	“Modelación del sistema de alcantarillado sanitario mediante el uso de un programa para la urbanización Torres del Salado, ubicada en la vía a la costa, cantón Guayaquil, provincia del Guayas”

Delimitación espacial: Urbanización Torres del salado, ubicado en el Km. 11
½ de la vía a la costa en Guayaquil- Ecuador

Delimitación temporal: 6 meses

Línea de investigación Territorio

Sub línea de investigación Recursos hídricos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

AGUAS RESIDUALES

Se llaman aguas residuales a las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, luego de haber sido utilizadas en diversas actividades domésticas, industriales y comunitarias.

Dependiendo su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios e instituciones, conjuntamente con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación; Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales se pueden clasificar en: (Pillo, 2013)

SOFTWARE SEWERGEMS

Es un programa que nos sirve como herramienta para la simulación de sistemas de alcantarillado incluyendo sus componentes como pozos de mantenimiento, descargas, aliviaderos, coberturas, quebradas, tuberías, entre otros. Esta herramienta nos permite modelar de manera conjunta o separada redes de aguas de lluvias, aguas residuales y combinados. Las aplicaciones de este programa pueden ser varios como: La planificación de la infraestructura, revisión de la capacidad hidráulica de la red, que es en lo que nos concentraremos en este manual. A continuación, se revisarán las ventajas que nos tiene el programa: Nos permite importar la información base desde archivos Shape. La asignación de cargas sanitarias puede realizarse de manera espacial, además, pueden cargarse patrones de comportamiento horario de las descargas a la red. Los caudales de aguas lluvias pueden asignarse manualmente si se desea, o importar las áreas de drenaje al modelo, de igual manera el software permite modelar la hidrología, empleando distintos modelos lluvia escorrentía. En un solo y mismo modelo, podemos tener diferentes escenarios, que pueden ser de eventos de lluvias o caudales sanitarios, con el fin de modelar datos reales de caudales o proyecciones a futuro e identificar

la capacidad hidráulica de cada uno de los tramos de la red. SewerGEMS tiene 2 motores de cálculo: El método implícito (Implicit) cuyo algoritmo es el recomendado por el diseñador del software y, el método explícito (Explicit SWMM 5). Debe tenerse en cuenta que, si se selecciona el método de escorrentía de la EPA SWMM para la cuenca, debe usarse el método de infiltración por defecto especificado en las opciones SWMM, de lo contrario puede emplearse cualquier otro método. En el programa se puede escoger la fecha y la hora de inicio de la simulación, seleccionar el método de fricción para las tuberías que pueden ser: Manning, Hazen-Williams, Darcy-Weisbach o Kutters. El programa utiliza las ecuaciones de Saint Venant para flujo unidimensional no permanente en tuberías o canales abiertos. El algoritmo es el modelo de tránsito de avenidas FLDWAV, el cual está basado en la solución implícita por diferencias finitas de las ecuaciones completas unidimensionales de Saint Venant de flujo no permanente y que permite modelar redes de canales; adicionalmente, este modelo posee algoritmos mejorados para simular flujo mixto y opciones adicionales que disminuyen las dificultades numéricas y aumentar la estabilidad del modelo, de esta manera haciendo más precisos los resultados de la simulación. Para la evaluación de este proyecto se usará el motor implícito.

VENTAJAS DE SEWERGEMS

SewerGEMS simplifica el proceso de modelado para que tenga más tiempo para solucionar problemas de ingeniería de aguas residuales, tales como mejorar la capacidad y limitar los desbordamientos de las alcantarillas, los cuales permiten a los servicios públicos cumplir con la normativa establecida por las autoridades reguladoras.

Durante más de tres décadas, SewerGEMS ha proporcionado a los profesionales de los servicios públicos y aguas residuales herramientas de ingeniería avanzada para planificar, diseñar, mantener y operar sistemas de alcantarillado combinado y sanitario, incluyendo:

- Herramientas para la toma de decisiones de Ingeniería: aproveche las herramientas de gestión de escenarios hipotéticos de SewerGEMS para entender mejor el comportamiento de su sistema de aguas residuales, mejorando la toma de decisiones y el tiempo de respuesta

- Mejora de la precisión del modelo: un modelo bien calibrado reduce los riesgos de tomar decisiones equivocadas, garantizando que el modelo utilice los mejores datos disponibles. Las herramientas de calibración de SewerGems, por ejemplo, la integración de SCADA, le permite confiar en los resultados de su modelo

2.2. Marco conceptual:

Para el avance teórico de la información, planteamos algunos conceptos básicos en función de nuestro tema de modelación de alcantarillado sanitario, lo cual se citará documentos que sirvan como evidencia y fundamentación de la misma.

2.2.1. Aguas residuales domésticas.

Son aquellas aguas utilizadas en las viviendas y provienen de los usos higiénicos, fundamentalmente son residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de las viviendas, estos residuos son también originados en los establecimientos comerciales, públicos y afines. (Pillo, 2013)



Imagen 1 Aguas residuales domésticas.

Elaborado: *Quintana & Quinllín (2021)*

2.2.2. Aguas residuales industriales.

Todas las aguas residuales vertidas procesos industriales, que no sean aguas residuales domesticas ni aguas de escorrentía pluvial



Imagen 2 Aguas servidas residuales.

Fuente: (V.M., 2015)

2.2.3. Sistema de alcantarillado

Según García (2013):

“Se denomina al sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación de aguas residuales. Esta agua pueden ser albañales (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se disponen o tratan”

El alcantarillado se refiere a la infraestructura que transporta las aguas residuales. Abarca componentes tales como desagües que reciben, registros, estaciones de bombeo, desbordamientos de tormenta, y detección de cámaras de alcantarillado combinado o de alcantarillado sanitario. El Alcantarillado termina en la entrada a una planta de tratamiento de aguas residuales o en el punto de descarga en el medio ambiente. El sistema de alcantarillado, la red de tuberías, bombas y tuberías de impulsión se utiliza para la recogida de aguas residuales, de una comunidad. Los modernos sistemas de alcantarillado se enmarcan en dos categorías: las alcantarillas domesticas e industriales y las alcantarillas pluviales.



Imagen 3 Sistema de alcantarillado.

Fuente: (Diaz, 2020)

2.2.4. Sistema de alcantarillado y agua potable en la ciudad de guayaquil

EMAPAG-EP es la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil. Fue creada en el año 2012, y tiene como objetivo controlar y regular los servicios de agua potable, alcantarillados sanitario y pluvial, que son operados por la concesionaria Interagua.

Antes de la concesión, en la década de los años noventa, los servicios otorgados por la entonces Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, eran deficientes en calidad, presión y continuidad. Por ello, se tomó la decisión de concesionar los servicios a la empresa privada mediante un concurso público internacional y, paralelamente, se ejecuta un plan maestro de mejoramiento, que permite llegar a un 63% de cobertura en agua potable y a un 50% de cobertura en alcantarillado sanitario en el 2001, cuando se firmó la concesión que tiene una vigencia de 30 años.

Actualmente, la cobertura de estos servicios en Guayaquil es del 95% en agua potable y 90% en alcantarillado sanitario, lo cual acerca a la ciudad al cumplimiento del ODS 6: ‘Agua Limpia y Saneamiento’ de las Naciones Unidas, que propone que hasta 2030, todos cuenten con agua y saneamiento.

El avance hacia este logro implica la puesta en marcha de un plan estratégico con metas quinquenales, cuya ejecución se inició con la Concesión, además de formas innovadoras de financiamiento nacional e internacional, a fin de no poner en riesgo la calidad de vida, la salud y el ambiente de las personas.

Este plan estratégico está enmarcado en las metas establecidas en el ODS 6, esto es:

Lograr el acceso universal y equitativo de agua potable y alcantarillado sanitario, a un precio asequible.

Lograr el tratamiento de aguas residuales, cumpliendo con la calidad del efluente en la norma ambiental vigente, y aumentando el reciclado y la reutilización sin riesgos.

- Lograr el acceso universal y equitativo de agua potable y alcantarillado sanitario, a un precio asequible.
- Lograr el tratamiento de aguas residuales, cumpliendo con la calidad del efluente en la norma ambiental vigente, y aumentando el reciclado y la reutilización sin riesgos.
- Proteger la fuente de abastecimiento, preservando la calidad de agua y reduciendo la contaminación.
- Implementar la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) a todos los niveles para alcanzar la Gobernanza del Agua.

La GIRH requiere desarrollarse dentro del marco de tres aspectos importantes: ambiente propicio, instituciones sólidas e instrumentos de gestión.

En tanto, la asignación presupuestaria municipal anual de 40 millones de dólares y el prestigio obtenido, permiten a EMAPAG-EP realizar gestiones y conseguir líneas de crédito con la banca nacional y multilateral de crédito internacional, con condiciones financieras concesionales para el cumplimiento de estas metas, que en su planificación incluye un Sistema Integral de Tratamiento de Aguas Residuales con cuatro modernas plantas que beneficiarán a 3.010.000 habitantes de Guayaquil.

2.2.5. Sistema de alcantarillado de Guayaquil

Típicamente las redes del sistema público de alcantarillado Guayaquil se componen de los siguientes elementos:

- Conexión intradomiciliaria: Es el conjunto de tuberías que permiten la descarga de las aguas servidas del predio y se concentran en la caja intradomiciliaria.

- Conexión al usuario: Es el tramo de tubería que se instala entre la caja domiciliar y el límite de fábrica del predio (típicamente entre la caja intradomiciliaria y la caja domiciliar).
- Caja domiciliar: Es la caja instalada sobre la acera pública y que recibe las descargas de los predios. Puede ser unifamiliar o bifamiliar.
- Ramal domiciliar: Es la tubería instalada sobre la acera y que interconecta las cajas domiciliarias para llevar la descarga hasta los pozos de inspección.
- Tirante: Es el tramo de tubería que va desde la última caja de un ramal domiciliar y descarga al pozo de inspección en la vía pública.
- Pozo de inspección: Es la estructura que sirve de punto de enlace o conexión para las redes matrices instaladas al nivel de la vía y a la vez recibe las descargas desde las cajas domiciliarias.
- Colectores: Son tramos de tubería instalados sobre la vía pública, van de pozo a pozo y transportan las aguas servidas hasta sus puntos de disposición final.

Los materiales de la red existente es en su gran mayoría hormigón –simple y armado, y en un menor grado tuberías plásticas, las cuales se vienen utilizando mayormente en las últimas décadas. Se han encontrado evidencias de ductos construidos con bloques y mortero en la parte más antigua de la ciudad, pero no se encuentran operativos. Los pozos son en su mayoría construidos de bloques de ladrillo, aunque en las últimas décadas se construyen de hormigón armado en sitio o eventualmente con prefabricados de hormigón armado. Los diámetros de la red pueden variar de la siguiente manera:

- Para los ramales domiciliarios, que comprenden aproximadamente el 87% de la red, el diámetro va desde 150 mm (6”) y hasta 200 mm (8”).
- Para los colectores secundarios, que comprenden aproximadamente el 6% de la red, el diámetro va desde 150 mm (6”) y hasta 400 mm (16”).
- Para los colectores matrices, que comprenden aproximadamente el 3% de la red, el diámetro va desde 450 mm (18”) y hasta 2,40 m (60”).

- Para los tirantes, que comprenden aproximadamente el 4% de la red, el diámetro va desde 150 mm (6”) y hasta los 300 mm (12”).



Imagen 4 Tubería PEAD.

Elaborado: *Quintana & Quinllín (2022)*

2.2.6. Red de alcantarillado

Se denomina red de alcantarillado o red de saneamiento al sistema de estructuras y tuberías conectadas entre sí, para recoger y transportar aguas residuales y pluviales de una población desde el sitio que se generan hasta el lugar de descarga. Estas redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que la mayoría de casos funcionan a presión atmosférica, por gravedad. En pocas ocasiones, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Generalmente son conductos de sección circular, ovalada o compuesta, y van colocadas bajo las vías. (Pillo, 2013)



Imagen 5 Red alcantarillado sanitario.

Fuente: (Paraguay, 2018)

2.2.7. Tipos de alcantarillado

De acuerdo al origen de las aguas residuales los sistemas de alcantarillado se clasifican en: (Pillo, 2013)

2.2.7.1. Alcantarillado Sanitario

Sistema de alcantarillado para la recolección de aguas residuales de cualquier origen (Abril, 2012)



Imagen 6 Alcantarillado Sanitario.

Fuente: (Diaz, 2020)

2.2.7.2. Alcantarillado pluvial

Sistema de alcantarillado destinado a la recolección de aguas lluvias.

(Abril, 2012)



Imagen 7 Alcantarillado pluvial.

Fuente: (Dávila, 2017)

2.2.7.3. Alcantarillado Combinado

Es el sistema de alcantarillado diseñado para la recolección, transporte y evacuación tanto de aguas residuales domésticas como aguas lluvias y en ciertos casos aguas residuales industriales. La principal ventaja de este sistema en relación con los anteriores es que tiene autodepuración, es decir que se lavan cuando llueve.

(Suaz, 2016)

2.2.7.4. Sistema de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado se clasifican en:

2.2.7.4.1. Sistema de alcantarillado Separado

Estos sistemas están conformados por dos redes independientes, la primera red recoge aguas residuales domésticas y aguas industriales; y, la segunda red recoge aguas de escorrentía pluvial. (Pillo, 2013)



Imagen 8 Sistema de alcantarillado separado.

Fuente: (Steph, 2021)

2.2.7.4.2. Sistema de alcantarillado Combinado

Conducen simultáneamente las aguas residuales domésticas y las aguas de escorrentía pluvial. (Pillo, 2013)

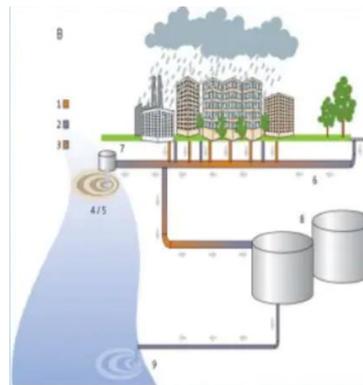


Imagen 9 Sistema de alcantarillado combinado.

Fuente: (Paredes, 2010)

2.7.7.4.3. Sistemas de alcantarillado Mixtos

Son una combinación de los dos sistemas de alcantarillado anterior dentro de una misma área determinada; es decir, un área tiene alcantarillado separado y otra, combinado. (Pillo, 2013)

2.2.8. Parámetros de Diseño del sistema de alcantarillado Sanitario.

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, se deben considerar los siguientes parámetros que influirán directamente en el proyecto. (Pillo, 2013)

2.2.8.1.Periodo de Diseño

Se considera a este periodo como el tiempo en el cual un sistema de alcantarillado sanitario funcionara adecuadamente y se hace referencia a condiciones futuras como es la población futura a servir luego de determinado tiempo y factores que afectan directamente en la durabilidad del sistema como son el desgaste, la erosión y la corrosión. Debido a los factores mencionados, se estima que el período adoptado para el diseño oscila entre los 15 y 25 años, que es un parámetro recomendado en la mayoría de proyectos de diseños sanitarios. (Pillo, 2013)

2.2.8.2.Población de Diseño

La población de diseño se la ha determinado en base de la línea arquitectónica del sector de vía a la costa, urbanización torres del salado que consta de:

2.2.8.3.Criterios de Diseño

Para obtener la información básica y determinar de los criterios de diseño en la red de alcantarillado sanitario, se tomó en consideración la Norma CO.10.07-601. Eliminación de aguas residuales en el área urbana del Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias.

2.2.8.3.1. Determinación del Caudal de Diseño del Alcantarillado Sanitario

Las aguas servidas están constituidas por aguas residuales domésticas y contribución por infiltración; las aguas por conexiones erradas no se las ha considerado en el proyecto debido a que se han tomado todas las previsiones necesarias para evitar el ingreso de las mismas al sistema de alcantarillado sanitario.

El caudal de infiltración es aquel debido a la presencia de aguas subterráneas a imperfección de las juntas de la tubería o colectores, penetra por ellos, aportando al caudal normal de circulación en sistema de alcantarillado sanitario. (INEN, 1983)

$$QD = Q_{maxh} + Q_i$$

Donde,

QD: Caudal de diseño

Q_{maxh}: Caudal de aguas residuales domesticas

Q_i: Caudal por infiltración

2.2.8.3.2. Caudal de aguas residuales Domésticas

El punto de partida para determinar el caudal de aguas residuales es el caudal medio diario, el cual se lo define como la contribución durante un periodo de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año. Cuando no es posible determinar este dato se considera con base en el consumo de agua potable obtenida del diseño del acueducto. El caudal medio diario se lo calcula al final y al principio del periodo de diseño en función de la población y la dotación adoptada para el sistema de agua potable. Este caudal se multiplica por un coeficiente de retorno C y se lo divide para 86400.

El coeficiente de retorno es la fracción porcentual del consumo total de agua potable que es usada en el hogar y que se convierte en agua residual, el coeficiente de retorno que se considera para el proyecto es del 80%.

El consumo o dotación de agua potable es la cantidad de agua asignada a cada Habitante se asume el valor de la dotación de agua potable asignado por Interagua, el mismo que se considera de 160 litros/personas/día.

$$Q_{md} = \frac{CR * C * P}{86400}$$

Q_{md}= Caudal medio diario de aguas residuales domesticas en Lt/s.

CR= Coeficiente de retorno

C= Consumo neto o dotación de agua potable L/Hab*día

P= Población

2.2.8.4. Coeficiente de Rugosidad

Para el cálculo hidráulico se aplicará la fórmula de Manning, con su respectivo coeficiente de rugosidad.

Tabla 1 Coeficiente de rugosidad (Tubería y Colectores)

MATERIAL	Velocidad máxima a tubo lleno m/s	Coefficiente de rugosidad
<i>Tuberías</i>		
De hormigón simple con uniones de mortero	3,5	0,013
Comuniones mecánicas	4,0	0,013
De hormigón armado	6,0	0,013
De Asbesto-cemento	4,5	0,011
De P.V.C.	4,5	0,011
<i>Colectores</i>		
De hormigón ciclópeo	4,5	0,017
De hormigón simple	5,5	0,015
De hormigón armado	7,0	0,015

Fuente: Normas INEN 1 752

2.2.8.5. Colectores

Es la tubería que recoge las aguas negras de las atarjeas. Puede terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento. No es admisible conectar los albañales directamente a un colector; en estos casos el diseño debe prever atarjeas paralelas a los colectores. (Almeida, 2020)

2.2.8.6. Conexión Domiciliaria

Tramo de tubería y accesorios que evalúan aguas servidas y/o aguas lluvias, desde las edificaciones hasta el ramal principal de alcantarillado.

2.2.8.7. Punto de Descarga

Sitio en el que se descarga el sistema de aguas servidas, lluvias o residuales

2.2.8.8. Población de Saturación

Totalidad de habitantes que tendrá el proyecto de urbanización cuando llegue a su máximo desarrollo. Está relacionado con las características o tipo de urbanización.

2.2.8.9. Pozo de Revisión

Estructura que permite el acceso desde la calle al interior de un sistema de alcantarillado para la revisión o limpieza de los conductos. Los pozos de alcantarillado sanitario deberán ubicarse de tal manera que se evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos. Si esto es inevitable, se diseñarán tapas herméticas especiales que impidan la entrada de la escorrentía superficial.

2.3. Marco Legal

2.3.1. Normas Nacionales

La Constitución Política de la República del Ecuador, publicada en el R.O. N° 449 del 20 de octubre del 2008 contempla disposiciones del Estado sobre el tema ambiental. La Constitución establece en el Título II, Capítulo segundo (Derechos del buen vivir), sección segunda (Ambiente Sano) lo siguiente:

Art.14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art.15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

2.3.2. Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art.72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art.73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art.74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

2.3.3. Naturaleza y Ambiente

Art.395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional. 3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. 108 En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en

materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales. 109

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos. Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptado por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación:

Esta investigación se basará en un enfoque cuantitativo, ya que aplicaremos mediante tablas y representaciones gráficas por medio de un programa y una libreta topográfica, para luego procesar y ordenar toda la información obtenida en campo con los diferentes estudios.

3.2. Alcance de la investigación:

Esta investigación tendrá como fin un alcance explicativo. Se logrará la verificación de la hipótesis planteada al realizar una confrontación de las variables, como también se determinará la variación en la calidad de vida de los habitantes de la urbanización Torres del Salado mediante la implementación de una modelación de alcantarillado sanitario que recolecte aguas residuales para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes y que las mismas se desarrollen con éxito en el aspecto socio-económico en un ambiente adecuado.

3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos:



Imagen 10 Técnicas de la investigación.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

3.3.1. Técnicas de Observación

Para este estudio usaremos la técnica de observación ya que mediante la vista haremos un registro visual de lo que ocurre en una situación real y como herramientas a implementar utilizaremos equipos de medición y un software para el ordenamiento de la información obtenida en campo.

3.3.2. Trabajos de campo

Dentro del trabajo de campo, se estuvo presente para realizar las inspecciones necesarias del sector, y se pudo conocer detalladamente todos los procesos que conforman para el levantamiento topográfico. El instrumento que utilizamos es la estación total que consiste en hacer una medición y una representación gráfica de la realidad del diseño de una obra.

A partir de la información que nos dio este estudio de campo, se pudo recopilar información necesaria la cual nos ayudará para nuestro propósito de realizar la modelación del sistema de alcantarillado sanitario y así cumplir con el objetivo.



Imagen 11 Trabajo de campo.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)



Imagen 12 Trabajo de campo.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

3.3.3. Procesamiento de datos

En la presente investigación, para el procesamiento de datos llevaremos a cabo toda la información obtenida con su respectiva topografía al software AutoCAD el cual nos ayudará con el diseño de nuestro plano, y a su vez el uso de la herramienta Excel para los diferentes cálculos y tabulaciones el cual nos brindará un mayor entendimiento. Dentro de la misma usaremos el software SewerGEMS con el cual llevaríamos a cabo la modelación del sistema de alcantarillado sanitario.

3.3.4. Descripción del sitio del proyecto

La población objeto de estudio serán los 450 habitantes de la urbanización torres del salado.

La necesidad actual de dicha población es la falta de servicios básicos como la red de alcantarillado sanitario, con la construcción de este servicio mejorará la calidad de vida e incrementará notablemente la salubridad de las personas de la zona.

Las calles de ingreso al sector de estudio cuentan con un 85% de pavimento flexible (Asfalto) y hormigón simple en aceras y bordillos, y a su vez cuentan con el servicio de agua potable.

3.3.5. Localización

Coordenadas Geográficas

2°10'53" S 79°58'47" W



Imagen 13 Ubicación Georreferenciada del sitio.

Fuente: Google Earth

3.3.6. Criterios de diseño

3.3.6.1. Caudal de aguas residuales domesticas

Caudal medio diario es el promedio consumido por una población durante un día, se considera como 70 -80% del caudal obtenido en base a la dotación de agua potable del periodo de diseño.

Consumo del agua según La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal, limpieza del hogar) es de 50 l/Hab-día. (ambientum, n.d.)

$$Q_{md} = \frac{CR * C * P}{86400}$$

Q_{md} = Caudal medio diario de aguas residuales domesticas en Lt/s.

CR= Coeficiente de retorno = 80%

C= Consumo neto o dotación de agua potable L/Hab*día

P= Población

$$Q_{md} = \frac{0.8 * 160 * 450}{86400} = 0,67 \text{ lt/s} * 86400 \text{ s} = 55,26 \text{ lt/dia}$$

3.3.6.2. Coeficiente de retorno

Es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Cuando no se conoce la información se puede utilizar como guía los rangos de valores de la siguiente tabla.

Tabla 2 Coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas

**Coeficiente de retorno de aguas servidas
domésticas**

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.7-0.8
Medio alto y alto	0.8-0.85

Fuente: Reglamento RAS 2000

El nivel de complejidad del sistema a realizar es medio, por lo cual se ha estimado como 0.8

3.3.6.2.1. Caudal de diseño

Es importante definir el número de habitantes, su capacidad económica para determinar como un nivel bajo y el grado de exigencia técnica que se requiera, según la siguiente tabla.

Tabla 3 Asignación del nivel de complejidad del sistema

Asignación del nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Población	Capacidad económica
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Media
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: Reglamento RAS 2000, titulo D

Se tiene los niveles de complejidad, nivel y la capacidad económica es bajo porque la población es menor a 2500 habitantes.

El caudal de aguas residuales domesticas es aquel que proveniente del retorno del agua consumida en zonas residenciales, comerciales, públicas o similares. El agua de uso doméstico comprende actividades de: limpieza, higiene, consumo

humano, culinarias, evacuación de residuos y riego de jardines; dentro de las aguas residuales domésticas se consideran a los comercios, en los cuales el agua residual producida depende de la actividad que se realice. (Montesdeoca López & Ocaña Segovia, 2019)

Caudal de infiltración Este caudal se refiere a la cantidad de agua que ingresa a la red de alcantarillado desde el subsuelo; esta infiltración se debe a defectos en tuberías, uniones de tuberías y conexiones entre tuberías y pozos de revisión. (Montesdeoca López & Ocaña Segovia, 2019)

Estos aportes son en función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas, se Considera 1 l/s*km debido a la tubería nueva.

$$QD = Q_{maxh} + Q_i$$

Donde,

QD: Caudal de diseño

Q_{maxh}: Caudal de aguas residuales domesticas

Q_i: Caudal por infiltración (1 l/s*km por considerarse tubería nueva PVC)

$$QD = \frac{0,67lt}{s} + \frac{1lt}{s*km} = 0,67lt/s*km$$

3.4. Presentación y análisis de resultados

A continuación, se realiza un detalle del proceso a seguir, iniciando desde la apertura del programa hasta la culminación de los datos requeridos.

A lo largo de este proceso se usan datos que serán presentados con su debida justificación, para la modelación del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudadela Torres del Salado.

El área de estudio corresponde a la ciudadela Torres del Salado

- **Modelación**

Para este proceso se utilizó un software especializado en la modelación de toda la red de alcantarillado sanitario.

Nota: la versión de **Sewergems** utilizado para la modelación fue: Connect Edición **versión** 10.00.00.40

Paso 1: Como primer paso se abre el programa y se crea un nuevo modelo hidráulico.

Paso 2: A continuación, se selecciona el botón **Tools** ya que es necesario cambiar las unidades al sistema internacional (diámetro, profundidad (m), elevación, longitud media, pendiente de la tubería, fuerza de tracción kg/m2,) ya que viene datos predeterminados.

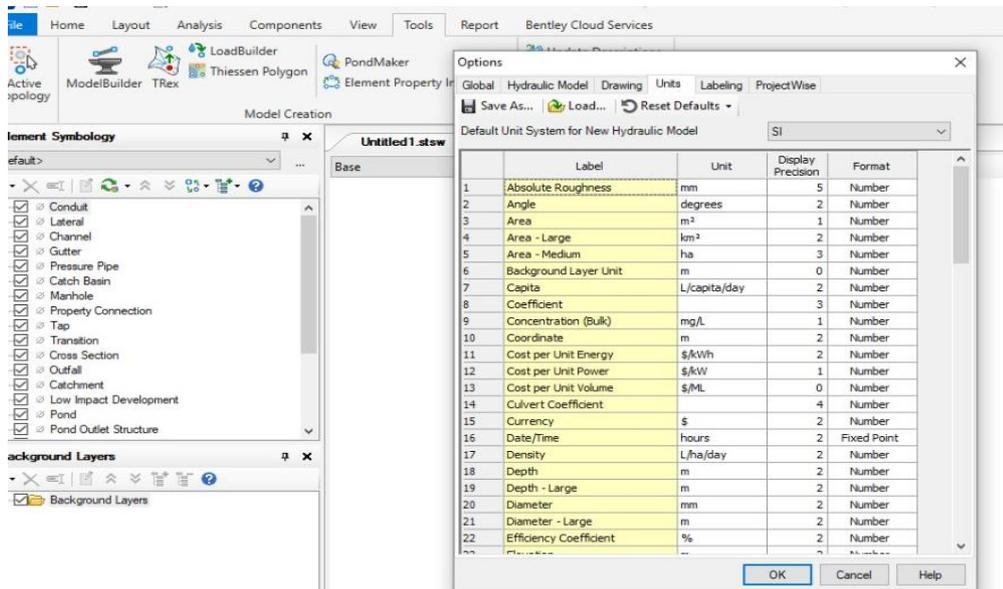


Imagen 14 Software especializado.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

Paso 3: Luego, se realiza clic en **Home** luego **Opciones de cálculo** con esto el programa no permitirá usar datos innecesarios.

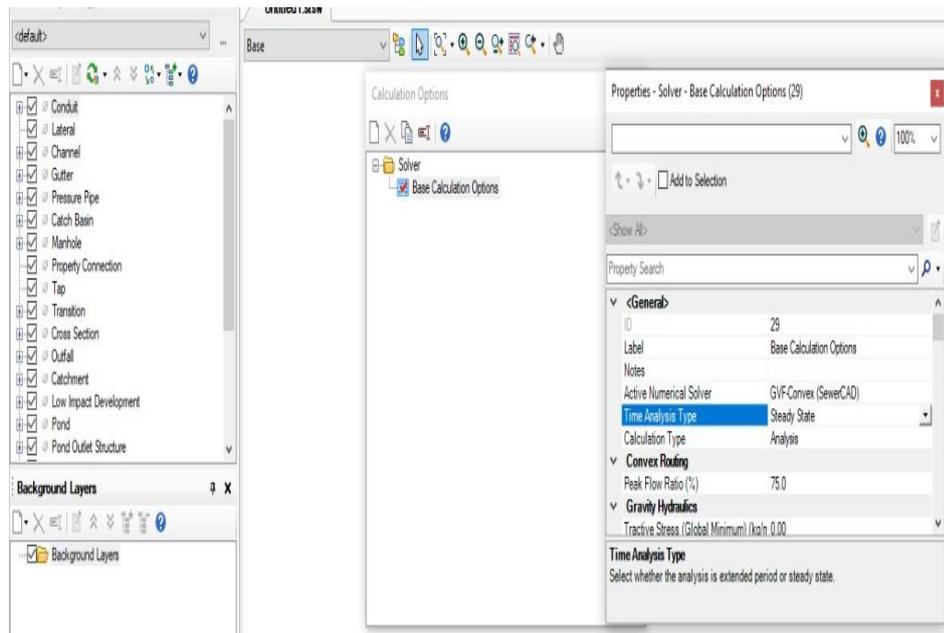


Imagen 15 Software especializado.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

Paso 4: Posteriormente se crea un prototipo nuevo, para que las tuberías que se creen tomen esas características, el tipo de conducto a utilizar y se define el tipo de material (PVC) con su respectivo diámetro (250)

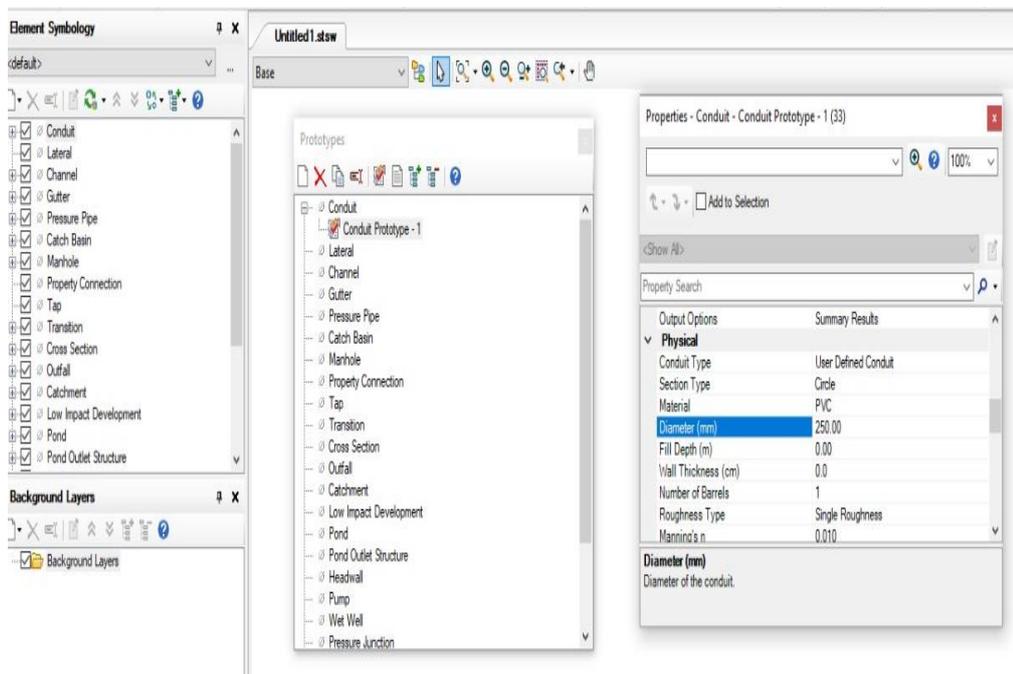


Imagen 16 Software especializado.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

Paso 5: Finalmente, se importa el diseño del AutoCAD y se le añade los conectores y punto de salida o descarga.

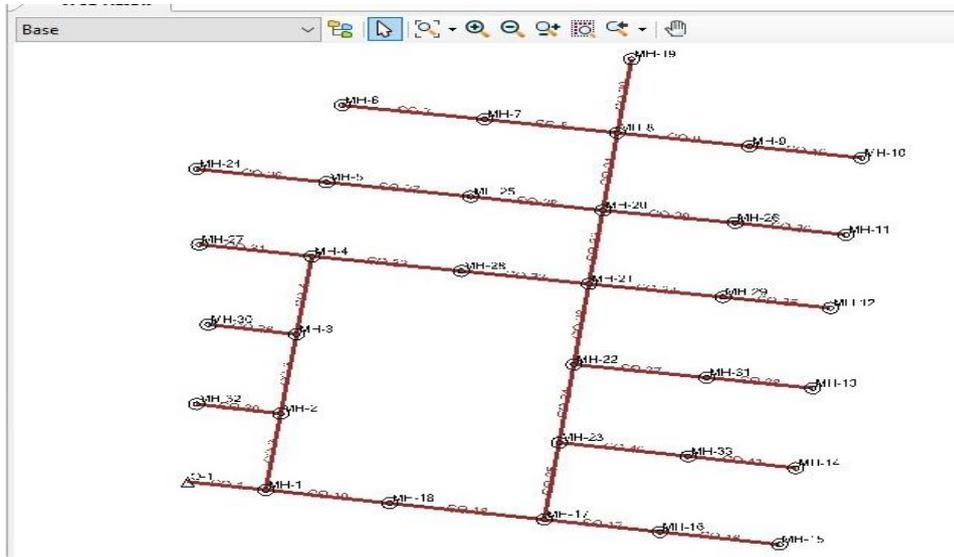


Imagen 17 Software especializado.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

3.5. Información topográfica

Se elaboró una tabla en Excel con los datos que se obtuvieron en terreno para la utilización en el software.

Identificador	Cota de Terreno (m)	Cota de Invert (m)
MH1	22.55	19.5
MH2	22.51	21.8
MH3	22.51	21.6
MH4	22.51	21.5
MH5	22.7	21.6
MH6	22.7	22.1
MH7	22.65	21.8
MH8	22.5	21.5
MH9	22.65	20.8
MH10	22.9	20.6
MH11	22.9	20.6
MH12	22.8	20.6
MH13	22.75	20.5
MH14	22.5	19.8
MH15	22.45	20.53
MH16	22.51	20.43
MH17	21.6	20.1
MH18	21.4	19.7
MH19	22.5	21.8
MH20	22.45	21.25
MH21	22.4	21
MH22	22.4	20.8
MH23	22.3	20.4
MH24	22.8	21.8
MH25	22.51	21.47
MH26	22.65	20.8
MH27	23	21.82
MH28	22.5	21.3
MH29	22.6	20.8
MH30	22.75	21.7
MH31	22.52	20.6
MH32	22.63	22
MH33	22.51	20

Imagen 18 Datos obtenidos del terreno.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

Tomando en cuenta la elevación del terreno se ha colocado el nodo de descarga en la parte más baja. Luego, se procede con el ingreso de las cotas al igual que los pozos de revisión.

3.5.1. Cuadro de diámetros de las tuberías

TABLA DE TUBERIAS DE CONDUCCION	
ELEMENTO	DIAMETRO
CO-1	250MM
CO-2	250MM
CO-3	250MM
CO-4	250MM
CO-20	250MM
CO-21	250MM
CO-22	250MM
CO-23	250MM
CO-24	250MM
CO-25	250MM
CO-18	250MM
CO-19	250MM
CO-7	200MM
CO-8	200MM
CO-9	200MM
CO-10	200MM
CO-16	200MM
CO-17	200MM
CO-26	200MM
CO-27	200MM
CO-28	200MM
CO-29	200MM
CO-30	200MM
CO-31	200MM
CO-32	200MM
CO-33	200MM
CO-34	200MM
CO-35	200MM
CO-36	200MM
CO-37	200MM
CO-38	200MM
CO-39	200MM
CO-40	200MM
CO-41	200MM

Imagen 19 Diámetros de las tuberías.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

Tabla 4 Tabla de Datos para estructura de Salida

Tabla de Datos Para Estructura de Salida			
Identificador	Cota de terreno (m)	Cota de fondo	Tipo de condición fontera
OFF-1	22.6	22.5	Descarga Libre

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

3.5.2. Presupuesto

Para la modelación, se realizó un presupuesto referencial considerando el diseño obtenido que se pudo observar y contemplar en sitio.

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
"MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MEDIANTE EL USO DE UN PROGRAMA PARA LA URBANIZACION TORRES DEL SALADO,UBICADA EN LA VIA A LA COSTA, CANTON GUAYAQUIL,PROVINCIA DEL GUAYAS"					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Preparacion de sitio,replanteo de la obra para instalacion de tuberias	m2	1526.65	0.7	\$ 1,068.66
2	Excavación a maquina mayor a 2.00m hasta 3.50 profundidad, incluye desalojo	m3	114.72	8.75	\$ 1,003.80
3		m3			
5	Perfilada de pavimento flexible(asfalto)	m	33.88	2.43	\$ 82.33
6	Rotura de carpeta asfaltica de e=0,05m A 0,10m	m2	14.4	3.71	\$ 53.42
7	Replanteo de H.S de fc= 140 kg/cm2	m3	1.21	99.46	\$ 120.35
8	Rotura de hormigon simple en acera de e=0,10m con compresor	m2	600	19.67	\$ 11,802.00
9	Rotura de bordillo y cuneta 0,40m *0,20m	m	600	14.95	\$ 8,970.00
10	Relleno compactado mecanicamente cascajo importado	m3	19.64	12.59	\$ 247.27
11	Material de base clase I	m3	2.88	22.56	\$ 64.97
12	Material de sub-base clase I	m3	2.88	21.32	\$ 61.40
13	Hormigon simple de fc=280kg/cm2	m3	10	298.64	\$ 2,986.40
14	Suministro e instalacion de tuberia PVC D=250 mm	m	460.45	6.47	\$ 2,979.11
15	Suministro e instalacion de tuberia PVC D=200 mm	m	957	4.22	\$ 4,038.54
16	Caja domiciliaria de H.S 210kg/cm2 incluye instalacion de tapa de H.D de 0.50m*0.50m	U	120	152.91	\$ 18,349.20
17	Pozo de revision H.S de 280kg/cm2 h=3.00m	U	33	478.96	\$ 15,805.68
18	Reposicion de carpeta asfaltica	m2	14.4	17.34	\$ 249.70
19	Reposicion de pavimento rigido de 4,5 MPA fc=310kg/cm2	m2	600	198.7	\$119,220.00
20	Reposicion de bordillo y cuneta 0,40m *0,20m	m	600	35.31	\$ 21,186.00
21	Costo total de seguridad fisica, industrial y señalización	Global	1	10170	\$ 10,170.00
22					\$ -
					\$ -
				COSTO TOTAL	\$218,458.82
				12% IVA	\$ 26,215.06
				TOTAL	\$244,673.88

Imagen 20 Presupuesto Referencial.

Elaborado: Quintana & Quinllín (2022)

3.6.Resultados

3.6.1. Resultados Hidráulicos de la Red

En cuanto concluye la modelación, se observan los resultados obtenidos.

El reporte de la modelación se presenta en los anexos.

Conclusiones

Finalmente, el uso de esta herramienta de modelación es de gran ayuda, ya que con esta se puede optimizar tiempo y precisión de resultados.

El buen uso de este programa, además se destaca la facilidad y rapidez con la cual se puede diseñar y modelar cualquier sistema de alcantarillado, ya que cuando se validan los datos el mismo software notifica algún valor faltante para su cálculo correcto.

El diseño cumple con las condiciones hidrosanitarias requeridas por lo tanto proporciona el servicio adecuado a los habitantes de la ciudadela torres del salado, ya que si se llega a dar la ejecución de dicho proyecto se cuenta con un presupuesto referencial.

Recomendaciones

Como recomendación del uso del software, el mismo que tiene dos motores de cálculo: el motor implícito sería el adecuado por el fabricante, ya que este motor es el que da el valor más cercano al real. El segundo motor es explícito: que al correrlo se obtienen resultados cercanos a los resultados teóricos.

Como recomendación a la ciudadanía del sector, a realizar un buen uso del sistema de alcantarillado, evitando botar desperdicios inadecuados en el interior de sus viviendas, para evitar así un taponamiento de los colectores de recolección de las aguas servidas.

Tomar en cuenta el impacto ambiental que genera en la parte constructiva que sería la más perjudicial, por lo cual el constructor deberá tomar todas las medidas necesarias para evitar cualquier daño ambiental en el sitio del proyecto.

Bibliografía

- Propia. (2021). *Aguas residuales domesticas*. Guayaquil.
- V.M., M. (24 de 02 de 2015). *microcom*. Obtenido de aguasresiduales:
<https://www.aguasresiduales.info/revista/articulos/tratamiento-de-aguas-residuales-industriales-mediante-reactores-anaerobios-de-alta-eficacia>
- Diaz, Y. (08 de 05 de 2020). *loja para todos*. Obtenido de loja.gob.ec:
<https://www.loja.gob.ec/noticia/2020-05/construyen-sistema-de-alcantarillado-en-puerto-seco-comercial>
- PROPIA. (s.f.).
- Paraguay, m. d. (04 de 07 de 2018). *iagua*. Obtenido de iagua:
<https://www.iagua.es/noticias/mopc/continuan-trabajos-rehabilitacion-red-alcantarillado-sanitario-asuncion>
- Almeida, K. J. (2020). *UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*. Obtenido de "DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CIUDADELA "EL CENTENARIO DE LA CIUDAD DE CALCETA":
<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2418/1/18%20KARLA%20JUSTINA%20PINARGOTE%20ALMEIDA.pdf>
- Suaz, J. (14 de 03 de 2016). <https://es.slideshare.net>. Obtenido de slideshare:
<https://es.slideshare.net/joshuasuz/tipos-alcantarillado-sanitario-ing-elder-josue-martinez-la-paz-honduras>
- Pillo, J. C. (2013). *Respositorio ulvr*. Obtenido de
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1506/1/T-ULVR-1414.pdf>
- Valdivieso, A. (s.f.). *iagua*. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial>
- Paredes, R. (16 de 11 de 2010). *slideshare*. Obtenido de slideshare:
<https://es.slideshare.net/richarparedesm/richar-paredes-muoz-servicios-pulicos>
- Steph. (s.f.). *scribd*. Obtenido de alcantarillado separado:
<https://es.scribd.com/presentation/330351169/ALCANTARILLADO-SEPARADO>
- INEN. (28 de 1 de 1983). *normalizacion.gob.ec*. Obtenido de INEN:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1752.pdf>
- Earth, G. (s.f.). Obtenido de Google Earth:
<https://earth.google.com/web/search/Urbanizaci%20c3%b3n+Torres+del+Salado,+Guayaquil/@-2.1807769,-79.9788627,23.9305194a,1615.05406176d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCfoqKE8k9kBAEfsqKE8k9kDAGUb8F0kIAUBAIdzYFiLqj1TA>

Sarmiento Abril, P. P. (09 de 2012). *Sarmiento Abril, Pierre Patrick*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/767>

ambientum. (s.f.). Obtenido de ambientum:

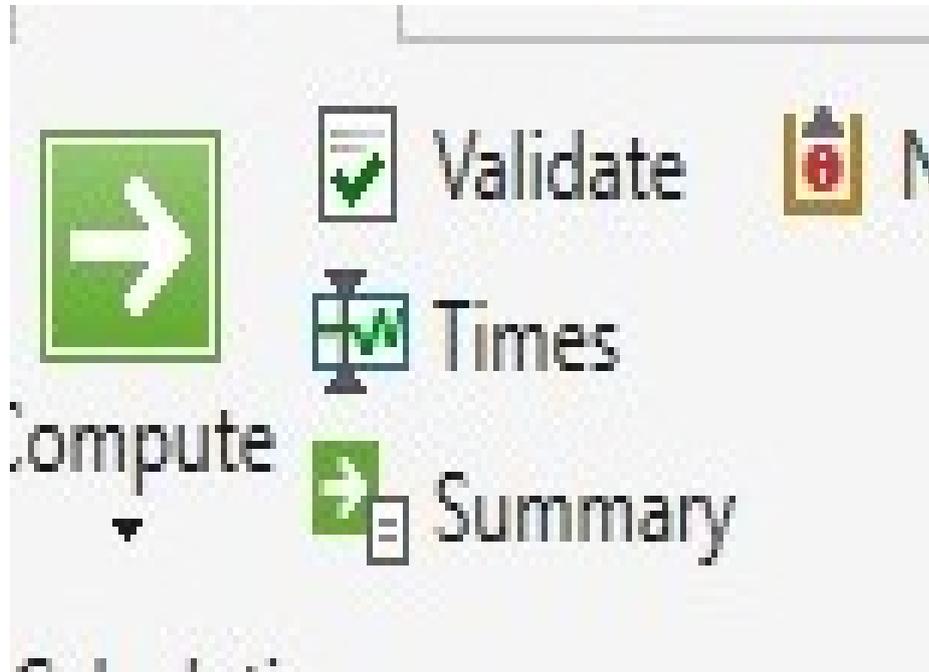
https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp

Montesdeoca López, J. A., & Ocaña Segovia, J. A. (04 de 06 de 2019). Obtenido de pontifica universidad catolica del ecuador:

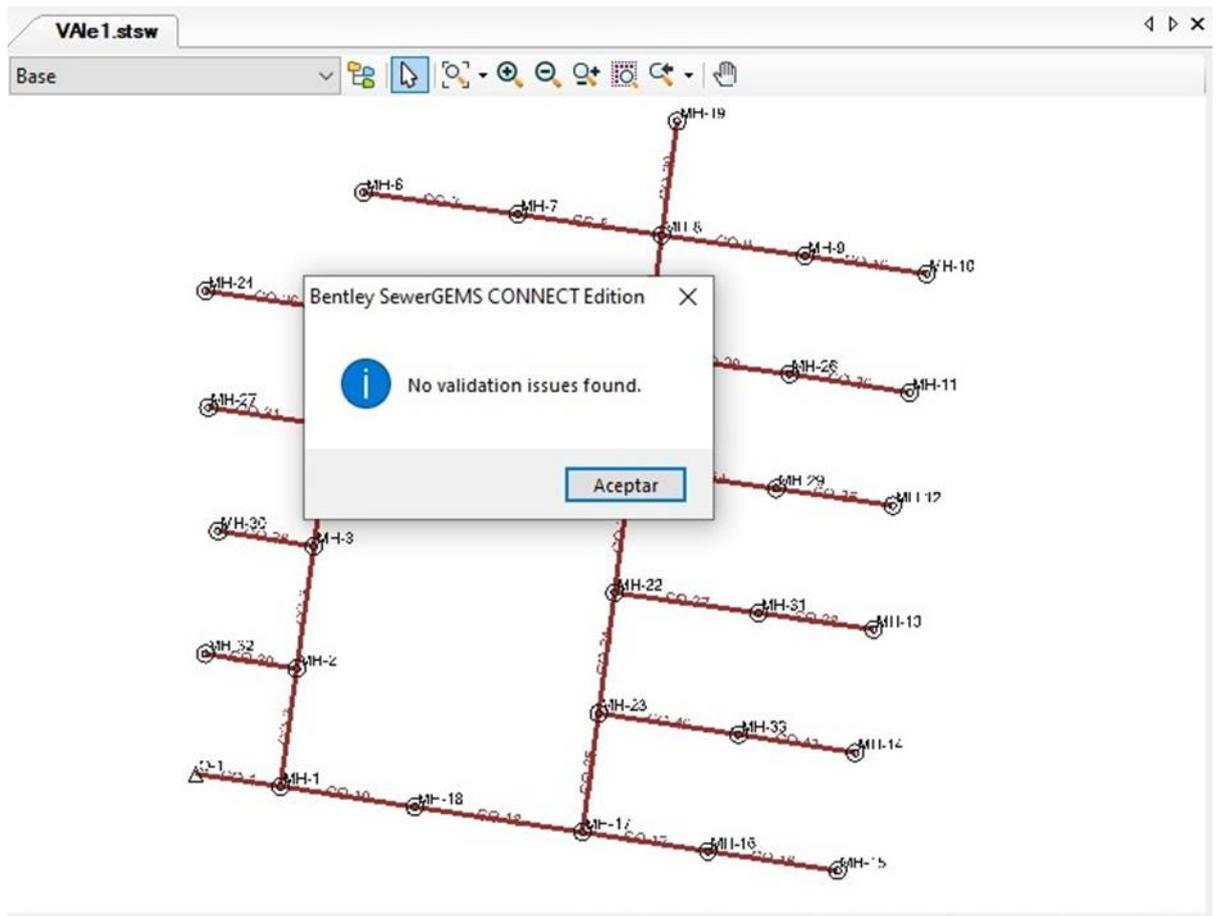
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16647>

ANEXOS

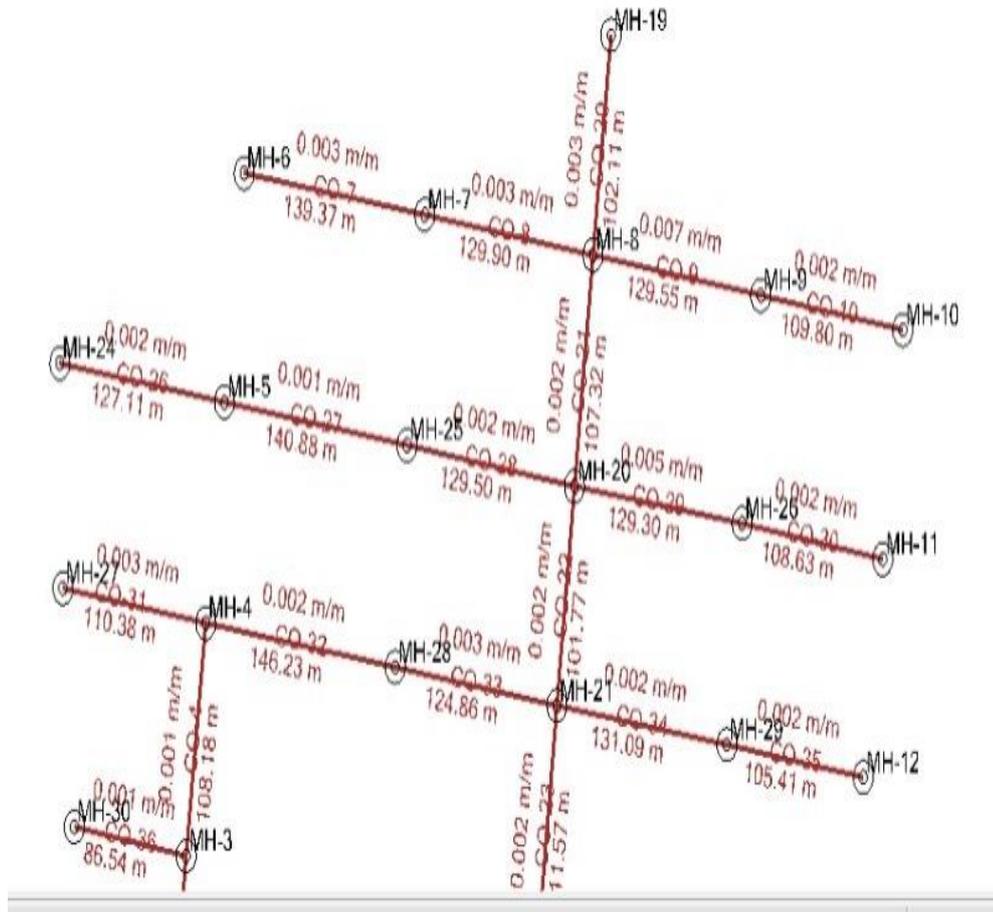
Anexos 1 Botón de validación del programa donde se corre los datos de resultados



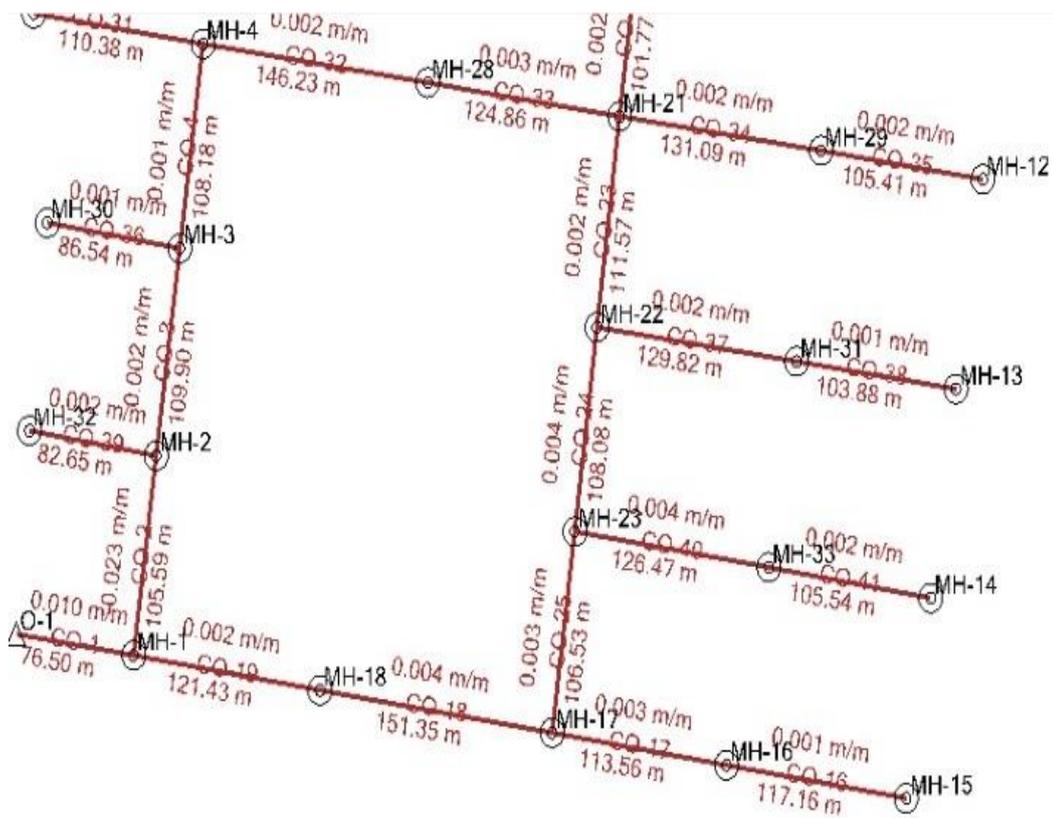
Elaborado por: Quintana & Quinlín



Elaborado por: Quintana & Quinlín



Elaborado por: Quintana & Quinlín



Elaborado por: Quintana & Quinlín

Anexos 4 Cuadro de cotas para colectores

	ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)
33: CO-1	33	CO-1	O-1	<input checked="" type="checkbox"/>	20.50	MH-1	<input checked="" type="checkbox"/>	19.50	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	76.50
35: CO-2	35	CO-2	MH-1	<input checked="" type="checkbox"/>	19.50	MH-2	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	105.59
37: CO-3	37	CO-3	MH-2	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	MH-3	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	109.90
39: CO-4	39	CO-4	MH-3	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	MH-4	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	108.18
45: CO-7	45	CO-7	MH-6	<input checked="" type="checkbox"/>	22.10	MH-7	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	139.37
47: CO-8	47	CO-8	MH-7	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	MH-8	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	129.90
49: CO-9	49	CO-9	MH-8	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	MH-9	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	129.55
51: CO-10	51	CO-10	MH-9	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	MH-10	<input checked="" type="checkbox"/>	20.60	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	109.80
63: CO-16	63	CO-16	MH-15	<input checked="" type="checkbox"/>	20.53	MH-16	<input checked="" type="checkbox"/>	20.43	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	117.16
65: CO-17	65	CO-17	MH-16	<input checked="" type="checkbox"/>	20.43	MH-17	<input checked="" type="checkbox"/>	20.10	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	113.56
67: CO-18	67	CO-18	MH-17	<input checked="" type="checkbox"/>	20.10	MH-18	<input checked="" type="checkbox"/>	19.70	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	151.35
68: CO-19	68	CO-19	MH-18	<input checked="" type="checkbox"/>	19.70	MH-1	<input checked="" type="checkbox"/>	19.50	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	121.43
70: CO-20	70	CO-20	MH-19	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	MH-8	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	102.11
72: CO-21	72	CO-21	MH-8	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	MH-20	<input checked="" type="checkbox"/>	21.25	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	107.32
74: CO-22	74	CO-22	MH-20	<input checked="" type="checkbox"/>	21.25	MH-21	<input checked="" type="checkbox"/>	21.00	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	101.77
76: CO-23	76	CO-23	MH-21	<input checked="" type="checkbox"/>	21.00	MH-22	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	111.57
78: CO-24	78	CO-24	MH-22	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	MH-23	<input checked="" type="checkbox"/>	20.40	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	108.08
79: CO-25	79	CO-25	MH-23	<input checked="" type="checkbox"/>	20.40	MH-17	<input checked="" type="checkbox"/>	20.10	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	106.53
81: CO-26	81	CO-26	MH-24	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	MH-5	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	127.11
83: CO-27	83	CO-27	MH-5	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	MH-25	<input checked="" type="checkbox"/>	21.47	<input checked="" type="checkbox"/>	122.00	140.88

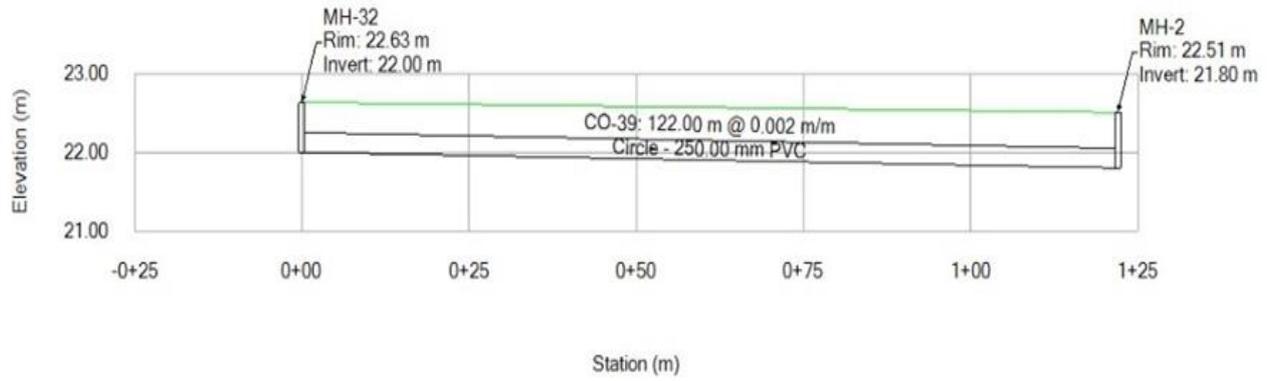
34 of 34 elements displayed

Elaborado por: Quintana & Quinllín

	ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?
76: CO-23	76	CO-23	MH-21	<input checked="" type="checkbox"/>	21.00	MH-22	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	<input checked="" type="checkbox"/>
78: CO-24	78	CO-24	MH-22	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	MH-23	<input checked="" type="checkbox"/>	20.40	<input checked="" type="checkbox"/>
79: CO-25	79	CO-25	MH-23	<input checked="" type="checkbox"/>	20.40	MH-17	<input checked="" type="checkbox"/>	20.10	<input checked="" type="checkbox"/>
81: CO-26	81	CO-26	MH-24	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	MH-5	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	<input checked="" type="checkbox"/>
83: CO-27	83	CO-27	MH-5	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	MH-25	<input checked="" type="checkbox"/>	21.47	<input checked="" type="checkbox"/>
84: CO-28	84	CO-28	MH-25	<input checked="" type="checkbox"/>	21.47	MH-20	<input checked="" type="checkbox"/>	21.25	<input checked="" type="checkbox"/>
86: CO-29	86	CO-29	MH-20	<input checked="" type="checkbox"/>	21.25	MH-26	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	<input checked="" type="checkbox"/>
87: CO-30	87	CO-30	MH-26	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	MH-11	<input checked="" type="checkbox"/>	20.60	<input checked="" type="checkbox"/>
89: CO-31	89	CO-31	MH-27	<input checked="" type="checkbox"/>	21.82	MH-4	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	<input checked="" type="checkbox"/>
91: CO-32	91	CO-32	MH-4	<input checked="" type="checkbox"/>	21.50	MH-28	<input checked="" type="checkbox"/>	21.30	<input checked="" type="checkbox"/>
92: CO-33	92	CO-33	MH-28	<input checked="" type="checkbox"/>	21.30	MH-21	<input checked="" type="checkbox"/>	21.00	<input checked="" type="checkbox"/>
94: CO-34	94	CO-34	MH-21	<input checked="" type="checkbox"/>	21.00	MH-29	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	<input checked="" type="checkbox"/>
95: CO-35	95	CO-35	MH-29	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	MH-12	<input checked="" type="checkbox"/>	20.60	<input checked="" type="checkbox"/>
97: CO-36	97	CO-36	MH-30	<input checked="" type="checkbox"/>	21.70	MH-3	<input checked="" type="checkbox"/>	21.60	<input checked="" type="checkbox"/>
99: CO-37	99	CO-37	MH-22	<input checked="" type="checkbox"/>	20.80	MH-31	<input checked="" type="checkbox"/>	20.60	<input checked="" type="checkbox"/>
100: CO-38	100	CO-38	MH-31	<input checked="" type="checkbox"/>	20.60	MH-13	<input checked="" type="checkbox"/>	20.50	<input checked="" type="checkbox"/>
102: CO-39	102	CO-39	MH-32	<input checked="" type="checkbox"/>	22.00	MH-2	<input checked="" type="checkbox"/>	21.80	<input checked="" type="checkbox"/>
104: CO-40	104	CO-40	MH-23	<input checked="" type="checkbox"/>	20.40	MH-33	<input checked="" type="checkbox"/>	20.00	<input checked="" type="checkbox"/>
105: CO-41	105	CO-41	MH-33	<input checked="" type="checkbox"/>	20.00	MH-14	<input checked="" type="checkbox"/>	19.80	<input checked="" type="checkbox"/>

Elaborado por: Quintana & Quinlín

Anexos 5 Perfil Hidráulico pozo 32 a pozo 2



Elaborado por: Quintana & Quinlín