

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Análisis y Planteamiento de Sistema de Alcantarillado utilizando el
Software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores:

Bach. Arteaga Bernabé, Paolo Alexander

Bach. De La Cruz Valiente, Jorge Luis

Asesor:

Ms. Ing. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo

DNI: 32904375

Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

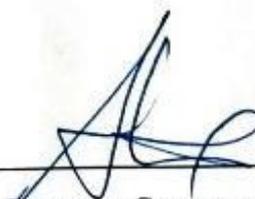


UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Análisis y Planteamiento de Sistema de Alcantarillado utilizando el Software
SewerCAD, A.H. Praderas del Sur – Nuevo Chimbote - 2025”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

REVISADO Y APROBADO POR:



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

Asesor

DNI: 32904375

ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Análisis y Planteamiento de Sistema de Alcantarillado utilizando el Software

SewerCAD, A.H. Praderas del Sur – Nuevo Chimbote – 2025”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera

Presidente

DNI: 32904375

ORCID: 0000-0002-4195-982X

Dr. Atilio Rubén López Carranza

Secretario

DNI: 32965940

ORCID: 0000-0002-3631-2001

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

Integrante

DNI: 32904375

ORCID: 0000-0003-4469-0288



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

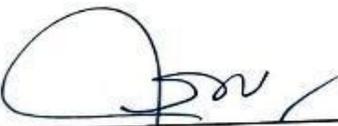
A los 26 días del mes de junio del año dos mil veinticinco, siendo las 14:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 262-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 380-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO UTILIZANDO EL SOFTWARE SEWERCAD, A.H. PRADERAS DEL SUR – NUEVO CHIMBOTE - 2025", presentado por los Bachilleres ARTEAGA BERNABÉ PAOLO ALEXANDER con cód. N° 0202013025 y DE LA CRUZ VALIENTE JORGE LUIS con cód. N° 0202013030, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo según lo establece la T. Resolución Decanal N° 682-2024-UNS-FI, de fecha 24.10.2024.

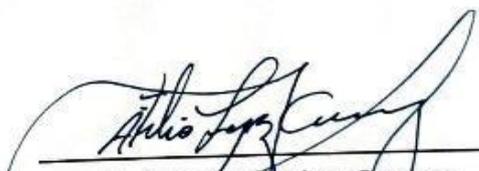
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

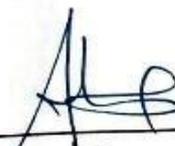
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ARTEAGA BERNABÉ PAOLO ALEXANDER	18	BUENO

Siendo las 15:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 26 de junio de 2025.


Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 26 días del mes de junio del año dos mil veinticinco, siendo las 14:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 262-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 380-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO UTILIZANDO EL SOFTWARE SEWERCAD, A.H. PRADERAS DEL SUR - NUEVO CHIMBOTE - 2025", presentado por los Bachilleres ARTEAGA BERNABÉ PAOLO ALEXANDER con cód. N° 0202013025 y DE LA CRUZ VALIENTE JORGE LUIS con cód. N° 0202013030, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo según lo establece la T. Resolución Decanal N° 682-2024-UNS-FI, de fecha 24.10.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
DE LA CRUZ VALIENTE JORGE LUIS	18	BUENO

Siendo las 15:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 26 de junio de 2025.

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente

Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Turnitin Perú Reportes
Título del ejercicio:	Thesis 16
Título de la entrega:	TESIS_ALCANTARILLADO.FINAL_2_.docx
Nombre del archivo:	TESIS_ALCANTARILLADO.FINAL_2_.docx
Tamaño del archivo:	38.25M
Total páginas:	187
Total de palabras:	21,134
Total de caracteres:	112,119
Fecha de entrega:	29-jun-2025 04:44a. m. (UTC+0200)
Identificador de la entrega:	2688151025



TESIS_ALCANTARILLADO.FINAL_2_..docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

3

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

2%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

1%



Dedicatoria

A mis Padres Haydee Bernabe y Denis Arteaga, de quienes me siento muy eternamente agradecido ya que Lo que vengo logrando es gracias a ellos. A mi hermana, que siempre estuvo conmigo apoyándome y sintiéndose orgulloso en cada logro obtenido en toda mi etapa universitaria. A mi abuelo, que siempre se sintió orgulloso de mi, siempre me brindó buenos consejos, gracias a él sigo adelante.

Arteaga Bernabe Paolo Alexander

A Dios, por haberme dado la vida y todo lo que tengo, ya que sin Él no sería nada, a mi Madre y Padre, por todo sus consejos, esfuerzos y sacrificios, los cuales me han servido para mi formación personal y profesional, a mi familia y amigos, que siempre estuvieron acompañándome en todo este proceso.

De La Cruz Valiente Jorge Luis



Agradecimiento

A Dios, por darme la vida y todo lo que necesito. A mi madre por su amor y sacrificio para poder obtener una carrera profesional. A mis tíos, por ser como mis padres, y estar conmigo en todo momento. A mis hermanos, primos y amigos, que fueron un gran sustento en los momentos difíciles.

Arteaga Bernabe Paolo Alexander

A Dios, por permitirme superar múltiples obstáculos y llegar a esta etapa de mi vida. A mi madre por darme la oportunidad de formarme como profesional. A mis hermanos, por mantenernos unidos y apoyarnos a pesar de la distancia.

De La Cruz Valiente Jorge Luis



Índice General

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	25
1.1 Descripción y Formulación del Problema.....	25
1.1.1 Descripción	25
1.1.2 Formulación del Problema.....	28
1.2 Objetivos.....	29
1.2.1 Objetivo General.....	29
1.2.2 Objetivos Específicos.....	30
1.3 Formulación de la Hipótesis	30
1.4 Justificación e Importancia	30
1.4.1 Justificación	30
1.4.2 Importancia	31
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	33
2.1 Antecedentes	33
2.1.1 Internacionales	33
2.1.2 Nacionales.....	34
2.1.3 Locales.....	35
2.2 Marco Conceptual.....	38
2.2.1 Sistema de Alcantarillado	38
2.2.2 Aguas Residuales	38
2.2.3 Colector.....	38



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

2.2.4	Caudal de Diseño	38
2.2.5	Planta de Tratamiento	39
2.2.6	Tipos de Sistemas de Alcantarillado	39
2.2.7	Secciones Típicas para Alcantarillas.....	41
2.2.8	Tubería en Red de Alcantarillado	42
2.2.9	Componentes de una Red de Alcantarillado	44
2.2.10	Parámetros de Diseño	46
2.2.11	Propiedades Hidráulicas para los Conductores	53
2.2.12	Criterios de Dimensionamiento hidráulico	56
2.2.13	Cámaras de Inspección	58
2.2.14	Cámaras de Inspección	59
2.2.15	Software SewerCAD.....	60
2.2.16	Estudio de Caso: Praderas del Sur, Nuevo Chimbote.....	63
	CAPÍTULO III METODOLOGÍA	64
3.1	Enfoque.....	64
3.2	Alcance	65
3.3	Diseño de la Investigación	65
3.4	Población.....	66
3.5	Muestra	66
3.6	Operacionalización o Categorización de Variables	67
3.6.1	Variables	67



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

3.6.2	Definición Conceptual	67
3.6.3	Definición Operacional	68
3.7	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	68
3.8	Técnicas de Análisis de Resultados	69
	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
4.1	Resultados	71
4.1.1	Características Demográficas	71
4.1.2	Características Topográficas	73
4.1.3	Componentes del sistema de alcantarillado	74
4.1.4	Parámetros de Diseño	75
4.1.5	Modelado del Sistema de Alcantarillado en el Programa SewerCAD	79
4.1.6	Contrastación de hipótesis	89
4.2	Discusión	90
4.2.1	Análisis comparativo	90
	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1	Conclusiones	91
5.2	Recomendaciones	93
	CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
	CAPÍTULO VII ANEXOS	99



Índice de Tablas

Tabla 1 <i>PERÚ: Población sin alcantarillado ni otras formas de disposición sanitarias de excretas, 2014 -2023.....</i>	25
Tabla 2 <i>Tubería utilizado en el sistema de alcantarillado.....</i>	43
Tabla 3 <i>Componentes de la Red de Alcantarillado.....</i>	44
Tabla 4 <i>Periodos de Diseño.....</i>	47
Tabla 5 <i>Dotación de agua para habilitaciones urbanas (l/hab/día)</i>	49
Tabla 6 <i>Coeficiente de variación del consumo de agua</i>	50
Tabla 7 <i>Coeficiente de la rugosidad de Manning.....</i>	54
Tabla 8 <i>Distancias máximas de acuerdo al diámetro de tubería</i>	60
Tabla 9 <i>Cuadro comparativo de programas para diseño de redes de agua potable</i>	61
Tabla 10 <i>Población Total 2005 - 2017</i>	72
Tabla 11 <i>Resumen del método geométrico, tasa de crecimiento</i>	72
Tabla 12 <i>Red del Sistema de alcantarillado</i>	74
Tabla 13 <i>Periodos de Diseño.....</i>	75
Tabla 14 <i>Resultados de las tuberías</i>	79
Tabla 15 <i>Resultados de buzones</i>	83
Tabla 16 <i>Data del censo en las Mz. A, B, C, D, E y F.....</i>	105
Tabla 17 <i>Data del censo en las Mz. G, H, J, K, L y M.....</i>	106
Tabla 18 <i>Data de Puntos Topográficos</i>	120



Índice de Figuras

Figura 1 Pozos sépticos instalado en la frontera con el A.H. los Conquistadores.....	27
Figura 2 Pozos sépticos instalado en las calles del A.H. Praderas de Sur.....	28
Figura 3 Secciones Típicas de Alcantarillado.	41
Figura 4 Sección transversal de un muro laminar.....	55
Figura 5 Red Final de Alcantarillado	73
Figura 6 Trazado del sistema de alcantarillado en el programa AutoCAD.....	78
Figura 7 Análisis Hidráulico del Sistema de Alcantarillado	85
Figura 8 Dirección del flujo del Sistema de Alcantarillado.....	86
Figura 9 Tuberías 15,34 y 39 con velocidades de 0.72, 1.31 y 1.05 m/s.	87
Figura 10 Punto de descarga a un buzón existente diseñado por Seda Chimbote	88
Figura 11 Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. B Lt. 8.....	107
Figura 12 Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. A Lt. 12.....	107
Figura 13 Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. G Lt. 22	108
Figura 14 Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. A Lt. 4.....	108
Figura 15 Mapa Departamental del Perú.....	111
Figura 16 Mapa Provincial de Áncash	111
Figura 17 Mapa Distrital de la Provincia de Santa.....	112
Figura 18 Mapa de Localización del A.H. praderas del Sur	112
Figura 19 Estación total marca TOPCON 05-105	114
Figura 20 Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur	116
Figura 21 Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur	116
Figura 22 Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur	117
Figura 23 Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur	117
Figura 24 Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur	118



Figura 25 <i>Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur</i>	118
Figura 26 <i>Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur</i>	119
Figura 27 <i>Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur</i>	119
Figura 28 <i>Superficie de terreno del A.H. praderas del sur</i>	128
Figura 29 <i>Trazado de tuberías de redes del sistema de alcantarillado</i>	129
Figura 30 <i>Colocación de puntos para las conexiones domiciliarias</i>	130
Figura 31 <i>Archivos guardados en formatos DXF.2010</i>	131
Figura 32 <i>Topografía exportada en formato LandXML</i>	132
Figura 33 <i>Inicio del programa SewerCAD</i>	133
Figura 34 <i>Verificación del Sistema de unidades</i>	134
Figura 35 <i>Selección del Sistema de Unidades</i>	135
Figura 36 <i>Generación de los prototipos de tuberías.</i>	136
Figura 37 <i>Creación de las nuevas tuberías</i>	137
Figura 38 <i>Ventana del catálogo de la tubería</i>	138
Figura 39 <i>Selección del catálogo de tubería</i>	139
Figura 40 <i>Cambio de los diámetros de las tuberías</i>	140
Figura 41 <i>Propiedades físicas de las tuberías</i>	141
Figura 42 <i>Creación del prototipo de buzones</i>	142
Figura 43 <i>Cargar el archivo DXF</i>	143
Figura 44 <i>Tolerancia del sistema de tuberías importadas</i>	144
Figura 45 <i>Ventana de opciones de creación/eliminación/actualización de elementos</i>	145
Figura 46 <i>Ventana de opciones adicionales</i>	146
Figura 47 <i>Ventana de asignaciones de campos para cada tabla</i>	147
Figura 48 <i>Creación de un nuevo modelo</i>	148
Figura 49 <i>Sincronización del dibujo</i>	149



Figura 50 <i>Redes y buzones importados al programa</i>	150
Figura 51 <i>Selección del buzón de descargar (Outfall)</i>	151
Figura 52 <i>Herramienta TRex</i>	152
Figura 53 <i>Tabla de elevaciones de buzones</i>	153
Figura 54 <i>Cota de tapa del buzón</i>	154
Figura 55 <i>Tabla de reporte de buzones</i>	155
Figura 56 <i>Alturas provisionales de buzones</i>	156
Figura 57 <i>Herramienta Terrain Models</i>	157
Figura 58 <i>Sistema cerrado</i>	158
Figura 59 <i>Creación de buzón de arranque</i>	159
Figura 60 <i>Identificación de Buzones a aperturar</i>	160
Figura 61 <i>Sistema de alcantarillado abierto</i>	161
Figura 62 <i>Importación de las conexiones domiciliarias</i>	162
Figura 63 <i>Point a Propperty Connection</i>	163
Figura 64 <i>Property Connection en el programa</i>	164
Figura 65 <i>Herramienta LoadBuilder</i>	165
Figura 66 <i>Selección de todos los elementos</i>	166
Figura 67 <i>Sincronización de las conexiones domiciliarias</i>	167
Figura 68 <i>Conexiones domiciliarias conectadas</i>	168
Figura 69 <i>Elevaciones de las Conexiones domiciliarias</i>	169
Figura 70 <i>Elevaciones asignadas con la herramienta TRex</i>	170
Figura 71 <i>Creación de cargas sanitarias</i>	171
Figura 72 <i>Cargas basado en el conteo</i>	172
Figura 73 <i>Tabla de reporte de las conexiones domiciliarias</i>	173
Figura 74 <i>Cargas sanitarias insertadas</i>	174



Figura 75 Cargas de infiltración en tuberías.....	175
Figura 76 Cargas de infiltración en buzones.....	176
Figura 77 Eliminación de buzones de arranque	177
Figura 78 Asignación de la carga de infiltración del buzón.....	178
Figura 79 Comprobación de las cargas asignadas.....	179
Figura 80 Verificación de los caudales mínimos por el sistema.....	180
Figura 81 Codificación de colores de las tuberías	181
Figura 82 Creación de un nuevo escenario	182
Figura 83 Creación de alternativas para el nuevo escenario.....	183
Figura 84 Colocación de alternativas al nuevo escenario.....	184
Figura 85 Eliminación de cargas sanitarias por conexiones domiciliarias	185
Figura 86 Eliminación de las cargas de infiltración de tuberías en el nuevo escenario	186
Figura 87 Eliminación de cargas de infiltración en Buzones.....	187
Figura 88 Carga final del nuevo escenario.....	188
Figura 89 Caudales que circulan por las tuberías.....	189
Figura 90 Programa Excel, aplicación de la Función SI.....	190
Figura 91 Parámetro “Downstream Conduit” de los buzones.....	191
Figura 92 Programa Excel, Función BUSCARV.....	192
Figura 93 Colocación de los nuevos caudales mayor o iguales a 1.5 l/s.....	193
Figura 94 Verificación de los caudales mayor o igual a 1.5 l/s.	194
Figura 95 Verificación del caudal de salida en el buzón de salida	195
Figura 96 Restricciones de velocidades en las tuberías	196
Figura 97 Restricción de cobertura mínima de la tubería.....	197
Figura 98 Restricción de pendientes.....	198



Figura 99 <i>Restricción de Tensión Tractiva y porcentaje de llenado de la tubería</i>	199
Figura 100 <i>Creación de opciones de diseño</i>	200
Figura 101 <i>Proceso del programa en la opción de diseño</i>	201
Figura 102 <i>Altura de los buzones</i>	202
Figura 103 <i>Activación de los nodos de inicio y llegada de las tuberías</i>	203
Figura 104 <i>Redondeo de Alturas</i>	204
Figura 105 <i>Colocación de las nuevas cotas de fondo de buzones</i>	205
Figura 106 <i>Cambio a la opción de calculo</i>	206
Figura 107 <i>Cambio de diámetro de menor a mayor en la red</i>	207
Figura 108 <i>Corrección de cota de llegada de la tubería de menor diámetro</i>	208
Figura 109 <i>Corrección de cota de llegada de la tubería de menor diámetro</i>	209
Figura 110 <i>Altura de llegada de la tubería final al buzón de descarga</i>	210
Figura 111 <i>Tubería de llegada al buzón de descarga final</i>	211
Figura 112 <i>Altura real del buzón de descarga final</i>	212
Figura 113 <i>Perfil de la tubería de llega al buzón final</i>	213



Índice de Ecuaciones

Ecuación N° 1: Población Futura (Método geométrico).....	48
<i>Ecuación N° 2: Consumo Promedio Diario Anual.....</i>	50
<i>Ecuación N° 3: Consumo máximo diario</i>	51
<i>Ecuación N° 4: Consumo máximo horario.....</i>	51
<i>Ecuación N° 3: Caudal de infiltración</i>	51
<i>Ecuación N° 3: Caudal de infiltración</i>	52
<i>Ecuación N° 5: Caudal de Diseño.....</i>	53
<i>Ecuación N° 6: Velocidad (Formula de Manning).....</i>	53
<i>Ecuación N° 7: Radio Hidráulico a Tubo Lleno</i>	54
<i>Ecuación N° 8: Velocidad de escurrimiento a tubo lleno</i>	54
<i>Ecuación N° 9: Caudal de escurrimiento a tubo lleno.....</i>	55
<i>Ecuación N° 10: Angulo Central en Grados Sexagesimales</i>	56
<i>Ecuación N° 11: Radio Hidráulico a Tubo Parciamente Lleno.....</i>	56
<i>Ecuación N° 12: Velocidad de Flujo a Tubo Parciamente Lleno</i>	56
<i>Ecuación N° 13: Caudal de Flujo a Tubo Parciamente Lleno.....</i>	56
<i>Ecuación N° 14: Tensión Tractiva.....</i>	57
<i>Ecuación N° 15: Pendiente Mínima</i>	57
<i>Ecuación N° 16: Velocidad Critica</i>	58



Resumen

La presente tesis evaluó y generó una propuesta de un sistema de alcantarillado para el A.H. Praderas del Sur, Nuevo Chimbote, utilizando el software SewerCAD. La investigación abordó las deficiencias del sistema actual, que generan problemas de salud pública y deterioro ambiental, con el objetivo de optimizar el manejo de aguas residuales, además, se basó en determinar las características demográfica y topográfica del área, seguida de la modelación del sistema utilizando datos precisos. Los resultados que se obtuvieron ofrecen una solución sostenible y replicable en otros contextos urbanos similares. Se analizaron datos demográficos y topográficos, y se simuló el sistema de alcantarillado con SewerCAD, donde los instrumentos que se utilizaron fueron la observación de campo, ficha de censo, equipo topográfico (prismas, GPS), y software como Civil 3D y SewerCAD.

En el desarrollo de esta investigación se aplicaron los lineamientos del Reglamento Técnico de Proyectos de SEDAPAL, así como las Normas OS.050, OS.070 y OS.100 contempladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Palabras clave: A.H. Praderas del Sur, Sistema de alcantarillado, SewerCAD, diseño hidráulico.



Abstract

This thesis evaluated and proposed a sewer system design for the human settlement "Praderas del Sur" in Nuevo Chimbote, using SewerCAD software. The research addressed the deficiencies of the current system, which cause public health issues and environmental degradation, aiming to optimize wastewater management. The study was based on the analysis of the area's demographic and topographic characteristics, followed by system modeling using accurate data. The results provide a sustainable and replicable solution for similar urban contexts. Demographic and topographic data were analyzed, and the sewer system was simulated using SewerCAD. The tools used included field observation, census forms, topographic equipment (prisms, GPS), and software such as Civil 3D and SewerCAD.

The development of this research followed the guidelines of the Technical Project Regulation of SEDAPAL, as well as the OS.050, OS.070, and OS.100 standards established in the National Building Regulations (RNE) of Peru.

Keywords: *A.H. Southern Prairies, Sewer System, SewerCAD, hydraulic design.*



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y Formulación del Problema

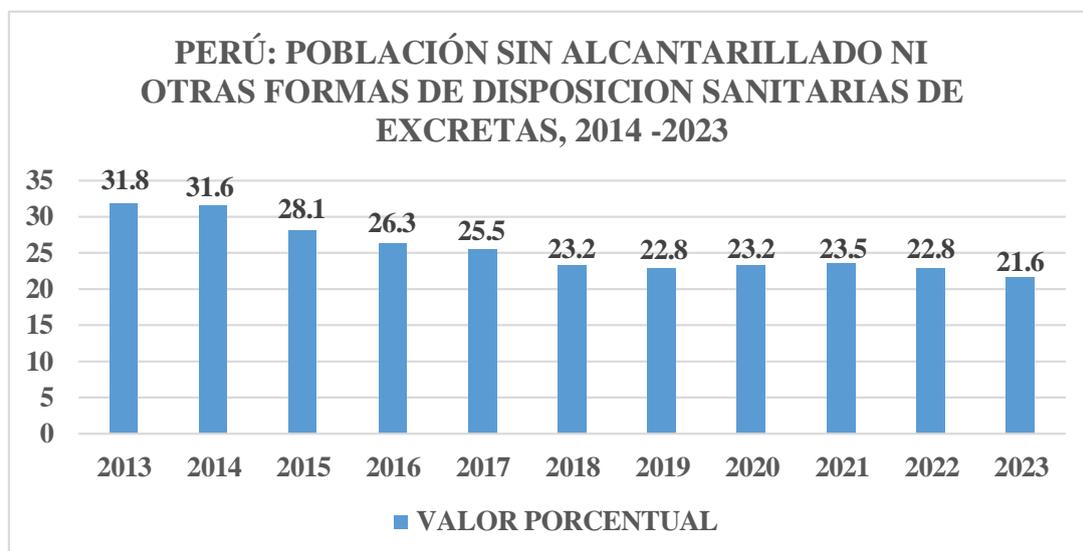
1.1.1 Descripción

En el Perú, la falta de un sistema de alcantarillado adecuado afecta a millones de personas, particularmente en áreas rurales y asentamiento humanos de las periferias urbanas, donde la cobertura de alcantarillado es especialmente baja, las comunidades enfrentan serias dificultades para manejar sus aguas residuales. Este problema obliga a los habitantes de dichos lugares tengan que recurrir a métodos precarios como la instalación de pozos sépticos en las calles.

Actualmente ha disminuido el avance de instalaciones de sistemas de alcantarillado a nivel nacional, asimismo, se observa una deficiente calidad en la prestación de dichos servicios, tal como se refleja en la tabla estadística presentada por el INEI:

Tabla 1

PERÚ: Población sin alcantarillado ni otras formas de disposición sanitarias de excretas, 2014 -2023



Nota. Adaptado de INEI- Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2013-2023, pág. 10



Como se observa en la tabla que muestra el porcentaje de la población que no cuentan con un sistema de alcantarillado ni otras formas de disposición de excretas del año 2013 hasta el año 2023, lo que más llama la atención es que en el año 2023 la población sin alcantarillado ni otras formas de disposición de excretas, alcanzo un valor de al 21,6% de peruanos que carece de un sistema de alcantarillado, desagüe, tampoco de disposición sanitaria de excretas. En esta población se considera a todas las personas que no cuentan con zanjas, pozo séptico, tanque u otros dentro o fuera de sus viviendas.

La tasa en comparación a años anteriores muestra una disminución. Asimismo, el acceso a sistemas de alcantarillado y sanitarios es considerablemente más bajo en zonas rurales de algunos países, afectando al 59,9% de estas comunidades, en comparación con solo el 12,3% en áreas urbanas. Esta diferencia resalta una brecha significativa del 47,6% en infraestructura sanitaria entre ambos entornos

Por su parte, Ganchozo & Ponce (2024) en su trabajo de investigación denominada *Diseño de una red de alcantarillado sanitario en el sector Costa Azul límite con Montecristi en la ciudad de Manta*, busca implementar un sistema de alcantarillado sanitario en el sector Costa Azul, entre Manta y Montecristi, área que carece actualmente de una infraestructura para el traslado adecuado de aguas servidas, esto provoca que existan condiciones de insalubridad y malos olores que afectan a la salud de las personas. Para esto utilizaron por el software AutoCAD, para obtener las curvas de nivel con los puntos que se obtuvo en el levantamiento topográfico que se realizó en la zona con ayuda de una estación total y con el programa SEWERGEMS modelaron el diseño del sistema de alcantarillado con pozos de revisión conectados al sistema principal cercano, cumpliendo las EMAAP nacionales.

Así mismo, en su tesis del año 2020, Vargas desarrolló un proyecto orientado al diseño de las redes de agua potable y alcantarillado para la Comunidad Campesina La



Ensenada de Collanac, ubicada en la Quebrada de Manchay, distrito de Pachacamac. El estudio, realizado con el apoyo de los programas WaterCAD y SewerCAD, responde a la carencia de servicios básicos en la zona, destacando que la ausencia de un sistema de alcantarillado ha contribuido a un aumento en los problemas de salud. Como conclusión, el autor señala que los sistemas de agua potable y alcantarillado diseñados utilizando los softwares WaterCAD y SewerCAD se encuentran preparados para su evaluación en distintos escenarios. Asimismo, destaca que dichos diseños son confiables y se ajustan a los lineamientos establecidos por el Reglamento Técnico de Proyectos de SEDAPAL, así como a las Normas OS.050, OS.070 y OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Por otro lado, Aquino y León (2023), en su tesis titulada *Evaluación y propuesta de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el A.H. José Sánchez Milla - Chimbote - 2021*, identifican que dicho asentamiento humano presenta serias deficiencias en los servicios de agua potable y alcantarillado. La población se abastece de agua por medio de un sistema de turnos en una pileta pública y elimina las aguas residuales en zonas aledañas, lo cual genera impactos negativos en la salud y el ambiente. Frente a esta situación, los autores propusieron el diseño de una infraestructura adecuada que garantice el acceso a estos servicios esenciales, respondiendo así a una necesidad básica de la comunidad.

En el A.H. Praderas del Sur por la falta de un sistema de alcantarillado, los habitantes instalaron pozos sépticos en las calles del lugar o fronteras aledañas con otros asentamientos humanos, las cuales se observan en las siguientes imágenes:

Figura 1

Pozos sépticos instalado en la frontera con el A.H. los Conquistadores



Esto es muy preocupante debido a que estas instalaciones son un peligro grave que afectan tanto como a la infraestructura urbana como la salud pública y el medio ambiente.

Figura 2

Pozos sépticos instalado en las calles del A.H. Praderas de Sur



1.1.2 Formulación del Problema

En el A.H. Praderas del Sur, localizado en Nuevo Chimbote, enfrenta una problemática crítica por la carencia de un sistema de alcantarillado, esta situación genera



múltiples inconvenientes ambientales y sociales que afectan directamente el modo de vida de la comunidad del sector.

Primeramente, la carencia de un sistema de alcantarillado obliga a las familias emplear métodos inadecuados de disposición de aguas residuales, como pozos sépticos rudimentarios o el vertido directo en terrenos cercarnos. Estas prácticas contribuyen a la contaminación del suelo y del agua subterráneas. En segundo lugar, la falta de saneamiento adecuado deteriora la imagen urbana del asentamiento y limita su desarrollo sostenible. La fetidez ambiental, la proliferación de roedores e insectos, la acumulación de aguas estancadas crea un entorno insalubre, propicio para la propagación de enfermedades.

Por otro lado, esta situación también tiene implicancias sociales. La ausencia de un sistema de alcantarillado genera una desigualdad marcada en comparación con otros sectores urbanos que si cuentas con este servicio básico.

1.1.2.1. Problema General. ¿Cuál es el resultado del Análisis y Planteamiento de un sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD en el A.H. Praderas del sur Nuevo Chimbote-2025?

1.1.2.2. Problemas Específicos. ¿Cuáles son las características demográficas y topográficos del A.H. Praderas del sur?

¿Cuáles son los componentes del sistema de alcantarillado en el A.H. Praderas del sur?

¿Como se puede diseñar el sistema alcantarillado?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Analizar y plantear un diseño de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD en el A.H. Praderas del Sur Nuevo Chimbote-2025.



1.2.2 Objetivos Específicos

- Estructurar las características demográficas y topográficos del A.H. Praderas del sur.
- Idear los componentes que constituyen el sistema de alcantarillado.
- Diseñar el modelado del sistema de alcantarillado en el A.H Praderas del sur empleando el software SewerCAD.

1.3 Formulación de la Hipótesis

El resultado del Análisis y Planteamiento del sistema de alcantarillado es un diseño óptimo del sistema de alcantarillado en el A.H. Praderas del Sur.

1.4 Justificación e Importancia

1.4.1 Justificación

Desde el enfoque teórico, esta investigación busca fortalecer el conocimiento aplicado en el diseño de sistemas de alcantarillado urbano, integrando herramientas tecnológicas actuales como el software SewerCAD, ampliamente utilizado en el campo de la ingeniería sanitaria. El estudio parte de fundamentos técnicos en hidráulica y saneamiento básico, y se desarrolla bajo los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), especialmente en las normas OS.050, OS.070 y OS.100, así como en el Reglamento Técnico de Proyectos de SEDAPAL.

En términos sociales, la investigación responde a una problemática urgente que afecta a cientos de familias del A.H. Praderas del Sur, quienes actualmente no cuentan con un sistema de alcantarillado adecuado. Esta carencia expone a la población, en su mayoría de bajos recursos, a condiciones insalubres, incrementando el riesgo de males de origen infeccioso y afectando negativamente su bienestar general.



El desarrollo de una propuesta técnica viable no solo representa una solución directa a esta necesidad, sino que también promueve el acceso equitativo a servicios básicos, lo cual es un derecho fundamental. Al plantear un diseño sanitario eficiente y sostenible, se contribuye a la mejora del bienestar colectivo, a la protección del medio ambiente y al fortalecimiento del tejido social. Asimismo, este tipo de propuestas fomenta una mayor conciencia sobre la planificación urbana responsable y centrada en las personas, especialmente en sectores en situación de vulnerabilidad.

Desde el punto de vista económico, el estudio representa una propuesta de inversión racional y planificada en infraestructura básica. Diseñar un sistema de alcantarillado bien dimensionado permite optimizar los recursos económicos destinados a su futura implementación, minimizando errores en obra, evitando retrabajos costosos y reduciendo los gastos asociados al mantenimiento prematuro. Asimismo, al mejorar las condiciones sanitarias del asentamiento, se disminuyen los costos indirectos para el Estado y las familias, como los relacionados con atención médica por enfermedades de origen hídrico, ausentismo escolar o pérdida de productividad. En este sentido, el proyecto puede considerarse una inversión social con retorno tangible a corto y mediano plazo. Además, el modelo propuesto puede ser replicado en otros asentamientos con características similares, lo que amplía su utilidad práctica y su impacto económico a nivel municipal o regional.

1.4.2 Importancia

La importancia de este estudio radica en que la aplicación del software SewerCAD posibilita un diseño preciso y eficiente del sistema de alcantarillado, ajustado a las características demográficas y topográficas específicas del A.H. Praderas del Sur. Esto garantiza una solución técnica adecuada que responde a las necesidades reales de la



comunidad, mejorando significativamente la gestión de aguas servidas y, por ende, el nivel de vida de sus habitantes.

Además, este trabajo aporta un modelo replicable para futuros proyectos en zonas urbanas con condiciones similares, impulsando la innovación y el uso de herramientas tecnológicas en la planificación y ejecución de infraestructuras urbanas. De esta manera, se promueve un enfoque integral que contribuye no solo al desarrollo local, sino también al avance en el manejo responsable del agua en contextos urbanos vulnerables.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Según lo planteado por Cuello (2020) en su investigación, su objetivo fue completar los diseños y estudios técnicos necesarios para instalar allí una PTAR y un sistema de alcantarillado, con el objetivo de asegurar una correcta gestión de los desechos líquidos, lo que contribuye al bienestar de la población local. Para ello, la autora llevó a cabo una recolección de datos esenciales acerca del proyecto, para escoger basándose en un análisis ambiental, topográfico y económico. A continuación, se completó el diseño hidráulico, se desarrollaron los esquemas de diseño y se validó el programa SewerGEMS. Para asegurar que el sistema opere correctamente y adoptar prácticas de construcción adecuadas, concluyo presentando un plan de gestión ambiental junto con el manual de funcionamiento y mantenimiento.

De la igual manera, Larriva y Sarmiento (2023), realizo el diseño del sistema de drenaje y planta de tratamiento para la comunidad de Pastopamba. Para ello, llevó a cabo la recopilación de datos demográficos, cuerpos de agua próximos, además llevó a cabo el levantamiento topográfico del terreno utilizando un dron y tecnología RTK. Se aplicaron las sugerencias de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para el diseño, y a través de una hoja de cálculo se verificó que satisface todos los parámetros hidráulicos requeridos. Además, llevó a cabo la planificación estructural de la planta destinada al tratamiento de aguas servidas conforme al terreno que la comunidad posee. Finalmente, concluye con el plano de diseño Se puede observar la localización e información hidráulica para los 114 pozos de revisión requeridos, así como los 115 segmentos de red de drenaje sanitario de 200 mm de diámetro.



Por otro lado, Mamani (2023) en su investigación titulada *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticos para las localidades de Pucarani, Puerto Pérez y Batallas*, su propósito principal fue completar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales y el sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de Batallas, Puerto Pérez y Pucarani. Para este propósito, el autor presentó tres opciones de tratamiento, escogiendo la más apropiada desde una perspectiva técnica, económica, social y ambiental, teniendo en cuenta la infraestructura más adecuada al tipo de población. Además, se llevó a cabo el análisis topográfico que le facilitó obtener información relevante del terreno. Este sistema se diseñó utilizando el programa AquaSystems-Pro, desarrollado por ingenieros bolivianos y basado en la norma NB688. Aunque requiere una licencia, este programa es bastante dinámico y útil. Este software es activo y muy útil, sin embargo, necesita una licencia. Donde finalmente concluye con la elaboración del sistema de drenaje sanitario acorde a la normativa actual NB688 para las tres localidades.

2.1.2 Nacionales

De acuerdo con el estudio realizado por Córdova Paredes (2021), en su tesis titulada *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el centro poblado San Juan de Miraflores – Cajamarca*, realizó un análisis exhaustivo de las características demográficas y topográficas del área de estudio, como etapa previa al planteamiento del sistema de alcantarillado. La información demográfica permitió estimar la población actual y proyectada, dato fundamental para el dimensionamiento adecuado de las redes sanitarias. Asimismo, la evaluación topográfica fue clave para identificar las pendientes naturales del terreno, facilitando un diseño que aproveche el flujo por gravedad. Este estudio resalta la importancia de un diagnóstico inicial integral del entorno físico y social para garantizar la funcionalidad y sostenibilidad del sistema propuesto.



Así mismo, Rodríguez Villanueva (2021), en su tesis desarrollada en la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, planteó el diseño de un sistema de alcantarillado para el caserío de Punchayhuaca, ubicado en el distrito de Yaután, provincia de Casma, región Áncash. El proyecto fue elaborado para una población de 825 habitantes y un caudal promedio diario anual de 0.50 l/s. La propuesta contempla una red de alcantarillado compuesta por colectores, buzones, emisores y una planta de tratamiento tipo Tanque Imhoff. Todo el diseño se realizó conforme a los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones, con el propósito de mejorar las condiciones sanitarias del caserío.

De igual manera, López Dávila (2022), en su tesis titulada *Modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario utilizando el software SewerCAD en el AA.HH. Las Mercedes – Tarapoto*, desarrolló un modelo detallado del sistema de alcantarillado sanitario a fin de optimizar su funcionamiento y proponer mejoras técnicas. El autor utilizó el software SewerCAD para simular la dinámica del flujo dentro de las redes, evaluar la capacidad de conducción de los colectores y verificar el cumplimiento de las condiciones hidráulicas establecidas por la normativa peruana. El estudio demostró que el uso de herramientas de modelado como SewerCAD permite visualizar el rendimiento del sistema en distintos escenarios y facilita a una mejor toma de decisiones durante el proceso de diseño y evaluación de infraestructura sanitaria.

2.1.3 Locales

En su tesis titulada *Diseño de la red de agua potable y alcantarillado de la H.U.P. Unión del Sur, Nuevo Chimbote, Áncash – 2020*, Atoche y Palomino (2021) presentaron un plan para el diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la zona mencionada. Realizaron un levantamiento topográfico y un estudio de mecánica de



suelos, y obtuvieron información relevante de Seda Chimbote S.A. Identificaron que la topografía del área presenta una variación de 47 metros entre su punto más elevado y el más bajo, hecho que fue clave para definir el esfuerzo de tracción de la red de drenaje y las posibles depresiones de la red de agua. Durante su investigación, clasificaron el terreno en dos tipos: Suelo Rígido y Suelo Intermedio. Como conclusión, señalaron que el diseño propuesto para el H.U.P. Unión del Sur, proyectado con un horizonte de veinte años, alinea con los requisitos establecidos en las normas OS.050 y OS.100 vigentes, incluyendo un diámetro no menor a 75 mm (3") en las tuberías principales, con un límite de velocidad de 1,89 m/s y presiones comprendidas entre 14 y 48 mH₂O.

En la misma línea, en su investigación titulada *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del centro poblado Salitre, distrito de Cáceres del Perú, provincia del Santa, región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021*, Chafloque (2022) destacó la importancia de diseñar una red de alcantarillado sanitario orientada a optimizar las condiciones de salubridad del centro poblado. Para ello, se calculó el caudal necesario, considerando una población actual de 683 habitantes y una tasa de crecimiento demográfico del 6%. En cuanto al pretratamiento de las aguas residuales provenientes de la caja de recogida anterior, se eligió una reja con una separación entre barras de 0,25 pulgadas y una superficie de contacto de 1 pulgada. Este diseño asegura una eficacia del 80%, cumpliendo con los parámetros establecidos.

Así mismo, Villanueva (2020) en su tesis titulada *Diseño de sistema de alcantarillado para la mejora de la condición sanitaria del centro poblado rural San José, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, 2020*, Además de mejorar la calidad de vida y disminuir los problemas de salud, el objetivo era construir un sistema de alcantarillado que atendiera a 72 familias, una escuela, un centro de salud, un comedor popular y una iglesia. La tesis se desarrolló mediante la recopilación de datos, incluido el



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

uso de datos censales del INEI, seguida de investigaciones topográficas. Finalmente, se decidió emplear tuberías de PVC de 200 mm de diámetro para las tuberías de buzón a buzón del sistema de alcantarillado, que se construirán de hormigón armado, y tuberías fabricadas en PVC con una sección de 6" de diámetro para las tuberías domésticas.



2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Sistema de Alcantarillado

Un sistema de alcantarillado es un tipo de infraestructura utilizada para recolectar, transportar y tratar las aguas pluviales y residuales. Estos sistemas son esenciales para la gestión del agua en áreas urbanas, ya que previenen inundaciones, protegen la salubridad pública y minimizan el impacto ambiental de las aguas servidas. Un diseño adecuado asegura la eficiencia del sistema y la calidad del agua que finalmente es descargada en cuerpos receptores. (Bocanegra, 2020).

2.2.2 Aguas Residuales

Las aguas residuales se definen como "todas aquellas aguas que han sido alteradas por el uso humano, ya sea a través de actividades domésticas, industriales o agrícolas, y que contienen contaminantes que requieren tratamiento antes de ser devueltas al medio ambiente" (Gómez & Martínez, 2019).

2.2.3 Colector

Un colector es una parte esencial del sistema de alcantarillado, destinado a capturar y transportar tanto las aguas pluviales como las aguas residuales desde las zonas de origen hasta su destino final, que puede ser el tratamiento o la disposición adecuada. Su función primordial es garantizar el transporte eficaz de las aguas residuales, reduciendo al máximo el riesgo de desbordamientos y filtraciones (Vázquez, 2018).

2.2.4 Caudal de Diseño

El caudal de diseño se refiere a la cantidad de flujo de agua que un sistema de alcantarillado debe ser capaz de manejar bajo condiciones específicas, considerando factores como la exigencia hídrica de los habitantes y el volumen de generación de desechos líquidos y las precipitaciones pluviales. Este caudal es esencial para el



dimensionamiento adecuado de las tuberías y estructuras del sistema (Aguirre & Martínez, 2020).

2.2.5 Planta de Tratamiento

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son instalaciones donde se depuran las aguas servidas mediante procesos físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de proteger la salud pública y el ambiente (Romero Rojas, 2000).

En caso de nuestro diseño, las aguas residuales irán a un buzón existente, cuya altura es de 4.65 metros, dicho buzón presenta una tubería de entrada de 250 mm y otra de salida de 250mm.

2.2.6 Tipos de Sistemas de Alcantarillado

Existen dos tipos de sistemas de alcantarillado: convencionales y no convencionales. Los sistemas convencionales de alcantarillado sanitario son ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Se caracterizan por el uso de tuberías de gran diámetro, lo que les brinda flexibilidad operativa, aunque esto a menudo depende de factores inciertos como la densidad poblacional y su proyección futura, así como el mantenimiento, que en algunos casos puede ser deficiente o inexistente. Por otro lado, los sistemas no convencionales surgen como una solución de saneamiento para poblaciones de escasos recursos. Estos sistemas son menos flexibles y requieren un control más riguroso en los parámetros de diseño, especialmente en el caudal, además de un mantenimiento intensivo. La aceptación y el manejo del sistema por parte de la comunidad también juegan un papel crucial, dado que las limitaciones de estos sistemas demandan una mayor participación social.

Los sistemas convencionales de alcantarillado se segmentan en:



- **Sistema Separativo:** Este tipo de sistema divide las aguas pluviales de las aguas residuales, utilizando tuberías distintas para cada tipo de flujo. Es común en áreas donde se busca minimizar la carga en las plantas de tratamiento durante las lluvias (García & Fernández, 2019).

a) Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

b) Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

- **Sistema Combinado:** En un sistema combinado, tanto las aguas residuales como las aguas pluviales se transportan a través de las mismas tuberías. Este tipo puede ser más económico en términos de infraestructura, pero puede llevar a problemas de desbordamiento durante fuertes lluvias (Vázquez, 2018).

Los sistemas de alcantarillado no convencionales se categorizan de acuerdo con la tecnología utilizada y, en términos generales, su función principal es el desalojo de las aguas residuales.

a) Alcantarillado Simplificado: un sistema de alcantarillado sanitario simplificado sigue los mismos principios que un sistema convencional, pero se optimiza al reducir los diámetros de las tuberías y acortar las distancias entre los pozos, aprovechando la disponibilidad de equipos de mantenimiento más eficientes.

b) Alcantarillado condominiales: Estos alcantarillados recogen las aguas residuales de un reducido número de viviendas, inferior a una hectárea, y las transportan hacia un sistema de alcantarillado convencional.

c) Alcantarillado sin arrastre de sólidos. También denominados alcantarillados a presión, estos sistemas eliminan los sólidos de los efluentes domésticos mediante un tanque interceptor. Posteriormente, el agua es conducida hacia una planta de



tratamiento o un sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro constante.

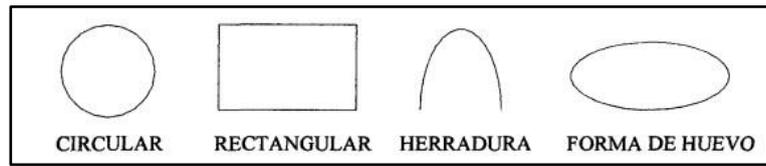
La elección del tipo de alcantarillado a implementar depende de factores como el tamaño, la topografía y las condiciones económicas del proyecto. En localidades pequeñas con ciertas condiciones topográficas, podría considerarse un sistema de alcantarillado sanitario básico, permitiendo que las aguas pluviales se desagüen por las calles, lo cual pospone la necesidad de un sistema de alcantarillado pluvial. La combinación de aguas residuales y pluviales, conocida como alcantarillado combinado, representa una solución económica inicial en términos de recolección. Sin embargo, esta opción puede no ser rentable a largo plazo, especialmente cuando se planifique un sistema de saneamiento integral que incluya una planta de tratamiento de aguas residuales, debido a la variación de los caudales, lo que puede afectar el funcionamiento del sistema de tratamiento.

2.2.7 Secciones Típicas para Alcantarillas

- Los tipos de secciones para alcantarillado incluyen la sección circular, que es la más común, así como otras formas como las rectangulares, de herradura y de huevo, cada una con sus propias ventajas y desventajas. Para determinar el tipo de sección más adecuado, se deben considerar los siguientes aspectos: (Murrugarra Arévalo, 2014)
- Ventajas hidráulicas
- Seguridad frente a cargas superficiales y presión del suelo
- Reducción en los gastos de edificación
- Facilidad de mantenimiento

Figura 3

Secciones Típicas de Alcantarillado.



Nota. (Murrugarra Arévalo, 2014)

2.2.8 Tubería en Red de Alcantarillado

Los materiales utilizados en la fabricación de tuberías para desagües deben cumplir con los requisitos establecidos por las características de los residuos a evacuar y las condiciones específicas del proyecto. Es fundamental considerar la acción bacteriana que ocurre dentro de las redes de alcantarillado, ya que los productos generados por su metabolismo pueden dañar los materiales de las tuberías. En particular, si el desagüe tiene temperaturas elevadas, contiene una cantidad significativa de materia orgánica y es rico en sulfatos, y si permanece estancado en las tuberías por períodos prolongados, puede ocurrir un fenómeno conocido como corrosión bacteriana de las tuberías. (Murrugarra Arévalo, 2014).

2.2.8.1. Tuberías de Plástico. Las tuberías de plástico de cloruro de polivinilo (PVC) tienen ventajas en el transporte de aguas residuales agresivas debido a su alta resistencia a ácidos y otros productos químicos. Estas tuberías cuentan con paredes internas no absorbentes y juntas unidas mediante soldadura química (pegamento), lo que las hace menos propensas a filtraciones y obstrucciones. Además, su superficie interna es extremadamente lisa, lo que reduce significativamente la fricción y mejora el flujo.

La tubería a utilizar es la del tipo PVC-U NTP – ISO 4435, este sistema emplea un sistema de unión flexible con anillo caucho lo cual permite tener mayor hermeticidad en la red y la serie a utilizar es la numero 25 y sus características se presentan en la siguiente tabla:



A continuación, se describen algunos beneficios que proporciona la tubería de alcantarillado de PVC:

Tabla 2

Tubería utilizada en el sistema de alcantarillado

Unión Flexible (U.F)		Serie 25		
Diámetro nominal	Longitud	Diámetro interior	Espesor de pared	
mm	Pulg.	m	mm	mm
160	6	6	153.60	3.20
200	8	6	192.20	3.90
250	10	6	240.20	4.90
315	12	6	302.60	6.20
355	14	6	341.00	7.00
400	16	6	384.40	7.80

- **Resistencia a la corrosión**

La resistencia de las tuberías a la corrosión provocada por fluidos, ya sean ácidos o alcalinos, que comúnmente se encuentran en los sistemas de alcantarillado, así como por gases o ácidos generados por el ciclo del ácido sulfhídrico, detergentes, productos de limpieza y líquidos corrosivos industriales, es un factor clave. Además, este tipo de material es especialmente adecuado para su instalación en suelos con condiciones agresivas.

- **Duración**

Los tubos de PVC son altamente adecuados para las redes colectoras, ya que ofrecen una durabilidad casi indefinida, lo que contribuye a la reducción de los costos de reparación y mantenimiento del sistema.

- **Liviandad**



Una de las características del PVC es su ligereza, lo que elimina la necesidad de utilizar equipos pesados para su manejo, colocación, instalación y transporte, lo que se traduce en una reducción de costos.

- **Trabajabilidad.**

Se corta con un simple arco de sierra y se achaflana con una escofina. Esto hace que la colocación de los accesorios sea labor muy sencilla.

- **Resistencia a incrustaciones.**

El PVC se puede cortar fácilmente con un arco de sierra y suavizarse con una escofina, lo que facilita considerablemente la instalación de los accesorios.

- **Bajo coeficiente de rugosidad.**

La superficie interna de los tubos de PVC es más suave en comparación con otros materiales convencionales, lo que facilita un mayor flujo de agua.

2.2.9 Componentes de una Red de Alcantarillado

Los elementos que integran una red de alcantarillado se refieren a las partes fundamentales del sistema diseñado para recolectar, transportar y tratar aguas residuales y pluviales. Estos incluyen tuberías, pozos de inspección, estaciones de bombeo y trampas de grasa, entre otros. Cada uno de estos elementos cumple funciones específicas que garantizan la eficiencia y efectividad del sistema en la gestión de aguas residuales (Hernández, 2021).

Tabla 3

Componentes de la Red de Alcantarillado

Componentes
Redes de recolección.
Ramal Colector
Tubería Principal



Tensión Tractiva

Pendiente Mínima.

Profundidad.

Recubrimiento

Conexión Domiciliaria de Alcantarillado

Fuente: Norma OS.070 (2009) “Red de aguas residuales”.

2.2.9.1 Red de Recolección. Sistema de conductos y derivaciones colectoras que facilitan la captación de aguas residuales generadas en las casas. (Ministerio de vivienda, 2009).

2.2.9.2. Ramal Colector. Corresponde al conducto instalado en la acera de los terrenos, encargada de recoger las aguas residuales de una o varias viviendas y transportarlas hacia una tubería principal. (Ministerio de vivienda, 2009).

2.2.9.3. Tubería Principal. Es el colector que recibe las aguas residuales provenientes de otras redes y/o ramales colectores. (Ministerio de vivienda, 2009)

2.2.9.4. Tensión Tractiva. Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado. (Ministerio de vivienda, 2009)

2.2.9.5. Pendiente Mínima. Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería.

2.2.9.6. Profundidad. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería. (Ministerio de vivienda, 2009)

2.2.9.7. Recubrimiento. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería). (Ministerio de vivienda, 2009)



2.2.9.8. Conexión Domiciliaria de Alcantarillado. Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual proveniente de cada lote. (Ministerio de vivienda, 2009).

2.2.10 Parámetros de Diseño

Un parámetro de diseño se refiere a un conjunto de criterios técnicos que se utilizan para guiar el desarrollo y la construcción de sistemas de alcantarillado. Estos parámetros incluyen, entre otros, el caudal de diseño, la pendiente de las tuberías, el tipo de material a utilizar y las dimensiones de los elementos del sistema. La correcta definición de estos parámetros es esencial para asegurar la funcionalidad, durabilidad y eficiencia del sistema (Vázquez, 2018).

2.2.10.1. Levantamiento Topográfico. El levantamiento topográfico es el proceso de medir y representar las características del terreno, incluyendo su forma, dimensiones y los elementos naturales y artificiales presentes.

Este proceso es fundamental en el diseño de sistemas de alcantarillado, ya que proporciona información crucial sobre la topografía, la ubicación de infraestructuras existentes y las pendientes necesarias para el flujo adecuado de aguas (Gómez & Martínez, 2019).

Este proceso es fundamental en la planificación de proyectos de ingeniería, como la construcción de sistemas de alcantarillado, ya que proporciona información crucial sobre las características del terreno, la pendiente y los obstáculos existentes. Los datos obtenidos permiten realizar un diseño más preciso y efectivo, asegurando que el sistema se adapte adecuadamente al entorno.

2.2.10.2. Periodos de Diseño. Los períodos de diseño se refieren a las duraciones específicas utilizadas en el análisis y dimensionamiento de sistemas de alcantarillado, que consideran diferentes factores como la población proyectada y las variaciones climáticas.



Estos períodos son fundamentales para garantizar que el sistema pueda manejar el flujo de aguas residuales y pluviales a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional y los cambios en el uso del suelo (Hernández, 2021).

Según Murrugarra (2014), la determinación del periodo de diseño está influenciada por varios factores que deben ser analizados para asegurar que el proyecto tenga características técnico-económicas adecuadas. Los más relevantes son los siguientes:

- Vida útil o durabilidad de las instalaciones.
- Facilidad de construcción y potencial para ampliación o reemplazo.
- Exactitud en las proyecciones de desarrollo.
- Monto de inversión y posibilidades-de financiamiento.

El ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento establece que el valor del periodo de diseño se obtendrá según los rangos de vida útil asignados a diversos componentes del sistema de abastecimiento:

Tabla 4

Periodos de Diseño

Descripción	Periodos
Redes del sistema de Agua Potable y Alcantarillado	20 años
Reservorios, Plantas de tratamiento	Entre 10 y 20 años
Sistemas a gravedad	20 años
Sistemas de bombeo	10 años
UBS (Unidad básica de saneamiento) de material noble	10 años
UBS (Unidad básica de saneamiento) de otro material	5 años

FUENTE: Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (2016)



2.2.10.3. Población de Diseño. La población de diseño se refiere al número estimado de habitantes que se espera que utilicen un sistema de alcantarillado en un futuro determinado.

Este factor es fundamental para el diseño de la infraestructura, ya que permite determinar el caudal de diseño y asegurar que el sistema pueda cubrir las necesidades de la población estimada a lo largo de su vida útil. (Aguirre & Martínez, 2020).

Población actual: Para determinar la población actual podemos analizar toda la población en cuestión, es decir llevar a cabo un censo o en bien realizar una sola parte de la población mediante un muestreo. (Vázquez Martínez, 2017)

Población futura: Se aplicará el método geométrico:

Ecuación N° 1: Población Futura (Método geométrico)

$$P_f = P_a(1 + r)^t$$

Donde

P_f = Población Futura (hab)

P_a = Población Actual (hab)

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes (%)

t = Periodo de diseño (años)

2.2.10.4. Dotación de Agua. La dotación se refiere a “la cantidad de agua que se asigna por persona en un período de tiempo determinado, generalmente expresada en litros por habitante por día ($l/hab/día$).

Este parámetro es fundamental en el diseño de sistemas de alcantarillado, ya que ayuda a estimar el caudal de aguas residuales que el sistema deberá manejar, teniendo en cuenta las variaciones en el consumo y las características de la población” (Gómez & Martínez, 2019).



Según el RNE (Norma OS.100) se pueden considerar los siguientes valores expresado en la siguiente tabla

Tabla 5

Dotación de agua para habilitaciones urbanas (l/hab/día)

Componentes	Clima Cálido	Clima Templado	Clima Frio
Sistemas con conexiones domiciliarias	220	220	180
Lotes de área menor o igual a 90m ²	150	150	120
Sistemas de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas públicas	30 - 50	30 - 50	30 - 50

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006, pág. 104.

2.2.10.5. Caudal de Aguas Residuales. El caudal de aguas residuales se define como “la cantidad de agua que se espera que fluya a través de un sistema de alcantarillado proveniente de fuentes domésticas, industriales o comerciales. Según la norma OS.070 (2006), el caudal máximo horario debe ser la base para diseñar un sistema de drenaje.

2.2.10.5.1. Factor de Retorno. Este parámetro es crucial para el diseño y dimensionamiento de infraestructuras de saneamiento, ya que permite calcular el flujo que el sistema deberá manejar en condiciones normales y durante picos de demanda” (Hernández, 2021). Se refiere al porcentaje de agua que se desvía y no regresa al sistema de drenaje, ya sea debido a variaciones en el consumo o a comportamientos incorrectos de la población. Según López (1995), indica que este coeficiente de retorno varía del 65% al 85%.

2.2.10.5.2. Coeficiente de Flujo Máximo (K). El coeficiente de flujo máximo (K) es un parámetro utilizado en el diseño de sistemas de alcantarillado que



representa la capacidad máxima de un sistema para transportar aguas residuales durante condiciones de carga máxima.

Este coeficiente es crucial para garantizar que el sistema pueda manejar adecuadamente picos de flujo, evitando desbordamientos y colapsos en la infraestructura (Hernández, 2021).

Para determinar los valores de los coeficientes según el RNE de no existir datos locales comprobados a través de investigaciones, pueden ser adoptados los siguientes valores: (Ministerio de vivienda, 2009)

Tabla 6

Coefficiente de variación del consumo de agua

Coeficiente	Valor
Coeficiente máximo Anual de la Demanda Diaria (K_1)	1.3
Coeficiente máximo Anual de la Demanda Horaria (K_2)	1.8 – 2.5

2.2.10.5.3. Caudal Promedio Diario Anual (Q_m). Se refiere al promedio de los consumos diarios durante un año y se expresa en litros por segundo [lt/seg]. Representa una estimación del consumo para la población futura dentro del periodo de diseño calculado. Este caudal promedio se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación N° 2: Consumo Promedio Diario Anual

$$Q_m = \frac{P_f * Dotación}{86400}$$

Donde:

Q_m : Caudal promedio diario anual (l/s)

P_f : Población (hab)

Dotación : Dotación de agua (l/hab/día)



2.2.10.5.4. Variación de Consumo.

- **Consumo Máximo Diario (Q_{md}):** Es el día con el mayor consumo registrado a lo largo de un año y se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación N° 3: Consumo máximo diario

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m$$

Donde:

Q_m : Caudal promedio diario anual (l/s)

Q_{md} : Caudal máximo diario (l/s)

K_1 : Coeficiente máximo Anual de la Demanda Diaria (l/s)

- **Consumo Máximo Horario (Q_{mh}):** Es la hora de mayor consumo dentro del día de máximo consumo, y se calcula utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación N° 4: Consumo máximo horario

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

Donde:

Q_m : Caudal promedio diario anual (l/s)

Q_{md} : Caudal máximo diario (l/s)

K_2 : Coeficiente de variación horario

2.2.10.5.5. Caudal de infiltración.

El caudal por infiltración es un factor importante en los sistemas de alcantarillado, dado que el agua que se infiltra en las tuberías y redes puede contribuir a la sobrecarga de los sistemas, aumentando el volumen de agua a tratar y afectando su capacidad de diseño (Bassan, 2015)

Para esta parte del diseño se debe utilizar la siguiente formula:

Ecuación N° 5: Caudal de infiltración



$$Q_{inf} = (T_i \times L) + \frac{380 * N^{\circ} \text{buzones}}{86400}$$

Donde:

Q_{inf} : Caudal por infiltración (l/s)

T_i : Coeficiente de infiltración

L : longitud del tramo colector

2.2.10.5.6. Caudal por conexiones erradas

Las conexiones erradas en sistemas de alcantarillado son aquellas en las que las aguas pluviales o las aguas residuales son dirigidas al sistema incorrecto, lo que puede provocar sobrecarga en las plantas de tratamiento, así como contaminación del agua y otros problemas ambientales (Sánchez, 2007).

Para esta parte del diseño se debe utilizar la siguiente formula:

Ecuación N° 6: Caudal de infiltración

$$Q_{ce} = 0.05 \times Q_{mh}$$

Donde:

Q_{ce} : Caudal por conexiones erradas (l/s)

Q_{mh} : Caudal máximo horario

2.2.10.5.7. Caudal de Contribución de Alcantarillado. Se define al caudal de contribución al alcantarillado como el flujo de aguas residuales que se espera que cada usuario aporte al sistema de alcantarillado. Este caudal se determina a partir de la dotación de agua estimada y el número de habitantes o usuarios conectados, considerando además el coeficiente de retorno.

La Norma OS.070 establece criterios específicos para el cálculo de este caudal, asegurando que el diseño del sistema sea adecuado para las demandas esperadas (Ministerio de Vivienda, 2019). Según la Norma OS.070 (2009) se debe emplear un



coeficiente de retorno para el cálculo del caudal de contribución al alcantarillado, este coeficiente (C) es el 80% del agua consumida. (p. 3)

Ecuación N° 7: Caudal de Diseño

$$q = 0.80 \times Q_{mh} + Q_{ce} + Q_{inf}$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario (l/s)

q : Caudal de diseño

Q_{inf} : Caudal por infiltración (l/s)

Q_{ce} : Caudal por conexiones erradas (l/s)

2.2.11 Propiedades Hidráulicas para los Conductores

2.2.11.1. Fórmula para el Diseño. Actualmente la fórmula más usada para un diseño de alcantarillado de conductos cerrados, es la fórmula de Manning porque es practica y sencilla.

- **Formula de Manning:**

Ecuación N° 8: Velocidad (Formula de Manning)

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

Donde:

V : Velocidad (m/s)

R : Radio Hidráulico (m)

S : Pendiente de la línea de agua (m/m)

n : Coeficiente de Manning dependen de la rugosidad de las paredes de la tubería (adimensional)

- **Coeficiente de rugosidad:**



El coeficiente de rugosidad "n" en la fórmula de Manning varía según el tipo de material, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7

Coeficiente de la rugosidad de Manning

Tubería	Coeficiente de Rugosidad "n" de Manning
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Policloruro de Vinilo (PVC)	0.009
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010
Poliétileno de Alta Densidad (HDPE)	0.009

Fuente: Adaptación de la Norma OS 0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones

2.2.11.2. Flujo a Tuno Lleno. Se presenta lo siguiente para un flujo a tubo lleno:

- **Radio Hidráulico:**

Ecuación N° 9: Radio Hidráulico a Tubo Lleno

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

Para el cálculo basándose en la velocidad de las aguas servidas para el escurrimiento, desde un tubo vacío hasta uno libre, la ecuación de Manning produce las ecuaciones siguientes:

- **En función de la velocidad:**

Ecuación N° 10: Velocidad de escurrimiento a tubo lleno

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

Donde:

V : Velocidad (m/s)

D : Diámetro de la tubería (m)

S : Pendiente de la línea de agua (m/m)

n : Coeficiente de Manning dependen de la rugosidad de las paredes
de la tubería (adimensional)

La ecuación de Manning, utilizada para calcular el flujo de aguas residuales en condiciones de flujo libre a tubo lleno, da lugar a la siguiente fórmula:

- **En función del Caudal:**

Ecuación N° 11: Caudal de escurrimiento a tubo lleno

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

Donde:

Q : Caudal de Agua (m^3/s)

D : Diámetro de la tubería (m)

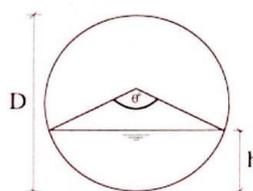
S : Pendiente de la línea de agua (m/m)

n : Coeficiente de Manning dependen de la rugosidad de las paredes de la tubería
(adimensional)

2.2.11.3. Flujo a Tubo Parcialmente lleno.

Figura 4

Sección transversal de un muro laminar.



Nota. Combinado de Sección de tubería parcialmente llena (Arias Govea, 1995).

- **El ángulo central θ° expresado en grado sexagesimal**



Ecuación N° 12: Angulo Central en Grados Sexagesimales

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

- **Radio Hidráulico:**

Ecuación N° 13: Radio Hidráulico a Tubo Parcialmente Lleno

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

Sustituyendo el valor del radio hidráulico (R) en la fórmula de Manning, se obtienen las siguientes expresiones en función de la velocidad y del caudal para tuberías con la sección parcialmente llena.

- **En función de la velocidad:**

Ecuación N° 14: Velocidad de Flujo a Tubo Parcialmente Lleno

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

- **En función del Caudal:**

Ecuación N° 15: Caudal de Flujo a Tubo Parcialmente Lleno

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

2.2.12 Criterios de Dimensionamiento hidráulico

2.2.12.1. Caudal Mínimo. En cada tramo de la red se determinarán tanto el caudal inicial (Q_i) y el caudal final (Q_f). El valor mínimo a considerar será de 1,5 l/s. (Ministerio de vivienda, 2009)

2.2.12.2. Tensión Tractiva. Cada tramo será evaluado con un valor de Tensión Tractiva (σ_i) para asegurar su capacidad de autolimpieza, con un valor mínimo de $\sigma_i = 1.0 Pa$, calculado con el caudal inicial (Q_i). Este valor corresponde para un coeficiente de Manning $n = 0,013$. (Ministerio de vivienda, 2009)



Ecuación N° 16: Tensión Tractiva

$$\sigma_i = g \times \gamma \times RH \times S$$

Donde:

σ_i : Tensión tractiva (Pa)

g : Aceleración de la gravedad (m/s^2)

γ : Peso específico del líquido ($1000 \text{ kg}/m^3$)

RH : Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente de la tubería (m/m)

2.2.12.3. Pendiente de Alcantarillado.

2.2.12.3.1. Pendiente Mínima. Según la Norma OS.070, la pendiente debe cumplir con la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de tensión tractiva media (σ_i). La pendiente que satisface esta condición poder determinarse con la siguiente ecuación. (Ministerio de vivienda, 2018)

Ecuación N° 17: Pendiente Mínima

$$S_{omin} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

Donde:

S_{omin} = Pendiente mínima (m/m)

Q_i = Caudal inicial (L/s)

2.2.12.3.2. Pendiente Máxima y Velocidad Máxima. Según la Norma OS.070, la máxima pendiente admisible es la correspondiente a una velocidad final $V_f = 5 \text{ m/s}$. Para situaciones especiales será sustentada por el proyectista (Ministerio de vivienda, 2018)

2.2.12.3.3. Velocidad Crítica. La velocidad crítica, según la Norma OS.070, se define como "la velocidad mínima necesaria para que las aguas residuales



transporten adecuadamente los sólidos en suspensión, evitando su sedimentación en las tuberías" (Ministerio de vivienda, 2018)

La norma establece que esta velocidad crítica debe estar en un rango de 0.6 a 1.0 m/s para sistemas de alcantarillado sanitario, con el fin de garantizar un flujo eficiente y prevenir obstrucciones. Mantener esta velocidad es crucial para la operatividad del sistema y para asegurar que los sólidos sean transportados de manera efectiva hasta la planta de tratamiento.

Además, sugiere que la velocidad crítica debe estar dada por la siguiente ecuación:

Ecuación N° 18: Velocidad Crítica

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_H}$$

Donde:

V_c = Velocidad crítica

g = Aceleración de la gravedad

R_H = Radio hidráulico

2.2.12.3.4. Diámetro Nominal. Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm. (Ministerio de Viviendas, 2018).

2.2.12.3.5. Tirante Máximo. La altura de la lámina de agua será siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente. El valor máximo para el caudal final (Q_f) será igual o inferior al 75% del diámetro del colector (Ministerio de Viviendas, 2018).

2.2.13 Cámaras de Inspección

Según la norma OS.070 del RNE:



- En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará una sola tubería principal de preferencia en el eje de la vía vehicular.

En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una tubería principal a cada lado de la calzada.

- La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente más cercano de la tubería principal debe ser como mínimo 1,5 m.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.
- El ramal colector de aguas residuales debe ubicarse en las veredas y paralelo frente al lote. El eje de dichos ramales se ubicará de preferencia sobre el eje de vereda, o en su defecto, a una distancia de 0,50 m a partir del límite de propiedad
- El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1,0 m en las vías vehiculares y de 0,30 m en las vías peatonales y/o en zonas rocosas, debiéndose verificar para cualquier profundidad adoptada, la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas. Para toda profundidad de enterramiento de tubería el proyectista planteará y sustentará técnicamente la protección empleada.

2.2.14 Cámaras de Inspección

Según la norma OS.070 del RNE, las cámaras de Inspección pueden ser buzones de inspección y buzonetas. Estos se proyectarán en todos los lugares que requieran limpieza, inspección y mantenimiento del mismo en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de colectores
- En los cambios de dirección y
- En los cambios de pendiente



- En los cambios de diámetro
- En los cambios de material de las tuberías.

2.2.14.1. Buzonetas. Se emplean en las tuberías principales ubicadas en áreas peatonales cuando la profundidad es inferior a 1,00 m sobre la clave del tubo. Se diseñarán únicamente para tuberías principales de hasta 200 mm de diámetro. El diámetro de las buzonetas será de 0.60 m. (Ministerio de vivienda, 2009)

2.2.14.2. Distancia entre Cámaras de Inspección. La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías. (Ministerio de vivienda, 2009)

Para el caso de las tuberías principales la separación será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 8

Distancias máximas de acuerdo al diámetro de tubería

Diámetro Nominal de la Tubería (mm)	Distancia Máxima (m)
100 - 150	60
200	80
250 - 300	100
Diámetros mayores	150

FUENTE: (Ministerio de vivienda, 2009)

2.2.15 Software SewerCAD

SewerCAD es un software especializado en el diseño y análisis de sistemas de alcantarillado, que permite a los ingenieros modelar el comportamiento de las aguas residuales en redes de drenaje. Este programa facilita la optimización del diseño de



tuberías, el cálculo de caudales y la evaluación de diferentes escenarios de flujo, contribuyendo así a una gestión eficiente de las infraestructuras de saneamiento (Bentley, 2020).

En esta tesis se decidió realizar el diseño del sistema de alcantarillado utilizando un programa que permita reducir el tiempo de diseño, planificar de forma eficiente, tomar decisiones confiables y mejorar la productividad de las redes mediante modelos hidráulicos integrados con CAD. Para ello, se analizaron los programas comerciales más utilizados y confiables en el diseño de sistemas de alcantarillado, con el objetivo de seleccionar el más adecuado para este trabajo. A continuación, se presenta una tabla con los cuadros comparativos de los programas utilizados para el diseño de redes de alcantarillado:

Tabla 9*Cuadro comparativo de programas para diseño de redes de agua potable*

Características	SewerCAD CONNECT Edition	EPA SWMM	SewerGEMS
Realiza análisis de diseño optimizado para redes nuevas de alcantarillado	Si	Limitado	No
Herramienta de análisis, simulación y comprobación de diseños hidráulicos de alcantarillado existente	Si	Si	Si
Permite la conexión para que todos los miembros del equipo accedan al modelo y lo compartan fácilmente	Si	No	No
Integración con AutoCAD, MicroStation y Stand Alone	Si	No	Si
Integración con la plataforma ArcGIS	Limitado	No	Si



Presenta un algoritmo de cálculo para análisis de red superficial de cunetas y sumideros que simula interacción con colectores de red de alcantarillado	Si	No	Si
Manejo de múltiples escenarios y alternativas en un único archivo y análisis comparativo	Si	No	Si
Simula bombeos, redes de presión y condiciones a flujo libre combinadamente	No	No	No
Posibilidad de creación de submodelos y acoplamiento de estos en modelos maestros	Si	No	Si
Soporte empresarial apto que brinda asistencia técnica y actualizaciones periódicas	Si	Limitado	Si
Archivos de fondo escalado - manejo de DXF, SHP e imágenes	Si	No	Si
Gestión y manejo de bases de datos - sincronización con GIS, Access y Excel	Si	No	Si
Navegador de red y generación automática de consultas topológicas y de conectividad	Si	No	Si

FUENTE: Elaboración adaptada de la información obtenida de la Comunidad Bentley (Vargas Vásquez, 2020)

Tras analizar las características de los programas comerciales más populares, se concluyó que el programa SewerCAD CONNECT Edition es el más adecuado para el diseño de la red de alcantarillado. Esto se debe a sus ventajas y características distintivas, como los CONNECT Services de Bentley, que facilitan la conexión en tiempo real de todos los miembros del equipo de trabajo. Además, ofrece herramientas innovadoras y esenciales que permiten el desarrollo de diseños óptimos y automatizados para redes de alcantarillado.



2.2.16 Estudio de Caso: Praderas del Sur, Nuevo Chimbote

El estudio de caso se realizó en el AA. HH. Praderas del Sur en Nuevo Chimbote, dicho asentamiento cuenta con 320 lotes, cuyos lotes tienen un área de 108 m² con dimensiones de 6 m x 18m, además cuenta con un terreno de 3276 m², este lugar actualmente no cuenta con los servicios básicos de agua y desagüe.



CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque mixto “consiste en recoger, analizar e integrar tanto datos cuantitativos como cualitativos en un mismo estudio o en una serie de investigaciones para comprender mejor un fenómeno” (p. 565). Esta combinación busca aprovechar las fortalezas de ambos métodos para abordar la problemática desde distintas perspectivas.

Desde el enfoque cuantitativo, se recogen y analizan datos demográficos, topográficos e hidráulicos necesarios para modelar el sistema de alcantarillado mediante herramientas como Civil 3D y SewerCAD. Este método utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente establecidas, confiando en la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento (Hernández et al., 2014, p. 4).

Por otro lado, el enfoque cualitativo permite interpretar las condiciones del entorno urbano y social del asentamiento humano, así como comprender las necesidades reales de los habitantes en relación con el saneamiento. Este enfoque utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación (Hernández et al., 2014, p. 8).

En conjunto, ambos enfoques fortalecen la propuesta técnica al contextualizarla dentro de las necesidades reales de la población, haciendo que la solución planteada sea no solo funcional, sino también socialmente adecuada y sostenible.

La presente investigación adoptó un enfoque mixto, ya que combinó tanto métodos cuantitativos como cualitativos para desarrollar la propuesta de sistema de alcantarillado óptimo en el A.H. Praderas del Sur, utilizando el software SewerCAD. Este



enfoque permitió obtener una visión más completa del fenómeno estudiado, integrando el análisis numérico y técnico con la interpretación contextual y social.

3.2 Alcance

Según Guevara, Verdesoto y Castro (2020), la investigación descriptiva “es el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características y propiedades de la población que está estudiando o del fenómeno que se analice” (p. 171). En ese sentido, este estudio se orienta a detallar con precisión los aspectos técnicos y sociales relacionados con el problema de saneamiento, constituyéndose en una base sólida para la propuesta de mejora planteada.

La presente investigación tiene un alcance descriptivo, ya que buscó caracterizar y describir las condiciones actuales del sistema de alcantarillado del A.H. Praderas del Sur y de esta manera coincide con lo expuesto según Sampieri, Collado y Lucio (2014).

3.3 Diseño de la Investigación

Según Yin (2018), el estudio de caso es una estrategia de investigación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo en profundidad y en su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no están claramente definidos (p. 15). Por ello, resulta pertinente para el desarrollo de propuestas técnicas aplicadas a una realidad concreta, como es el caso del presente trabajo.

El diseño metodológico adoptado en esta investigación es el estudio de caso, ya que se centró en analizar de manera detallada la situación particular del A.H. Praderas del Sur, en el distrito de Nuevo Chimbote, cuyo objetivo fue evaluar y proponer un sistema de alcantarillado adecuado a sus condiciones. Este diseño permitió examinar el fenómeno en su contexto real, utilizando diversas fuentes de información para comprenderlo de forma profunda y específica.



3.4 Población

Según Kothari (2021), la población se define como “el conjunto total de individuos, objetos o eventos que cumplen ciertas características y que son objeto de estudio” (p. 345). En este sentido, delimitar claramente la población es esencial para fijar el alcance de la investigación, garantizar que la muestra sea representativa y asegurar que los hallazgos puedan generalizarse al grupo de interés.

Según el autor la población se define como un conjunto de individuos, objetos o eventos, por esa razón la población de nuestra investigación está constituida por los 1059 habitantes del A.H. Praderas del Sur, quienes forman el grupo social y demográfico objeto de estudio para analizar las condiciones actuales del sistema de alcantarillado y diseñar una propuesta adecuada.

3.5 Muestra

De acuerdo con Sampieri, Collado y Lucio (2022), la muestra es “un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos, y que debe ser representativo para poder generalizar los resultados” (p. 205). En este sentido, cuando la población es reducida y accesible, se puede trabajar con la muestra total, lo cual permite obtener resultados más precisos y representativos del fenómeno investigado.

En base a Sampieri, Collado y Lucio, la muestra de esta investigación está conformada por los 1059 habitantes del A.H. Praderas del Sur, quienes representan la totalidad de la población objeto de estudio. En este caso, debido al tamaño manejable y al interés por abarcar todas las características del grupo, se optó por un muestreo censal, es decir, la inclusión de todos los integrantes de la población.



3.6 Operacionalización o Categorización de Variables

3.6.1 Variables

En toda investigación, las variables son los elementos o características que podemos medir o estudiar porque cambian o varían. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), una variable es “una propiedad o característica que puede tomar diferentes valores y que nos ayuda a entender cómo se relacionan unas cosas con otras” (p. 66).

La variable independiente es aquella que influye o provoca cambios en otra cosa. En este caso, el A.H. Praderas del Sur representó esa variable, porque sus condiciones — como la cantidad de personas que viven allí, la forma del terreno y las características sociales— afectan directamente el diseño y funcionamiento del sistema de alcantarillado.

Hernández (2014) explican que la variable independiente es “la causa o factor que creemos que produce un cambio en otra variable” (p. 68).

Por otro lado, la variable dependiente es la que observamos para ver qué sucede cuando cambia la variable independiente. En esta investigación, el sistema de alcantarillado es esa variable, porque su diseño y eficiencia dependen de las condiciones que existen en el A.H. Praderas del Sur.

Como señalan Hernández (2014), la variable dependiente es “el resultado o efecto que estudiamos para entender cómo responde a los cambios en la variable independiente” (p. 68).

3.6.2 Definición Conceptual

La variable independiente es el A.H. Praderas Del Sur, lugar donde un grupo de personas se establece, formando una comunidad organizada con viviendas y servicios básicos.



La variable dependiente es el diseño del sistema de alcantarillado, es el conjunto de instalaciones y redes de tuberías diseñadas para recolectar, transportar y descargar las aguas residuales generadas por la población.

3.6.3 Definición Operacional

Variable Independiente: A.H. Praderas Del Sur: En la evaluación demográfica se obtuvo la densidad poblacional total y se utilizó el censo como instrumento además se determinó la dotación mediante hojas de cálculo. En el estudio topográfico se utilizó el equipo topográfico para determinar el tipo de terreno, las cotas y pendiente del terreno.

Variable Dependiente: Diseño del sistema de alcantarillado: Las características de la red de alcantarillado son el tipo de tuberías, las pendientes, el número y ubicación de los buzones, estos indicadores fueron definidos en el programa SewerCAD. El diseño hidráulico incluye la tensión tractiva, velocidad, diámetro de tuberías, los caudales y las pérdidas de cargas que fueron procesados en el programa SewerCAD.

3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- Observación.

Según Flick (2021), la observación de campo “es un método de recopilación de datos en el que el investigador observa y registra sistemáticamente los fenómenos en su ambiente natural, permitiendo captar detalles que otros métodos podrían pasar por alto” (p. 112). Esta técnica es fundamental para obtener datos auténticos y profundos.

Se utilizó la observación de campo para identificar la condición actual del sistema de drenaje y alcantarillado en el A.H. Praderas del Sur. Esta técnica permitió recolectar información directa y precisa sobre las características y funcionamiento del sistema en su entorno real, lo que facilita un análisis detallado y contextual.

- Recopilación de documentos para establecer el índice de población.



Según Taylor, Bogdan y DeVault (2022), la recopilación documental “es una técnica fundamental para acceder a datos secundarios, que permite complementar la información obtenida de campo y facilita un análisis más completo y contextualizado” (p. 87). La utilización de documentos oficiales garantiza la validez y exactitud de la información demográfica y territorial.

En base a ello, se realizó la recopilación de documentos oficiales, tales como la ficha de censo que detalla el número de habitantes por lote y el tipo de uso de cada edificación, así como el plano de lotización suministrado por la Municipalidad Provincial del Santa y SEDACHIMBOTE. Estos documentos fueron esenciales para obtener datos confiables y precisos sobre la población y la distribución territorial del A.H. Praderas del Sur.

- **Estudio topográfico.**

De acuerdo con Pohl (2021), el uso de tecnologías avanzadas en topografía, como el GPS y software especializado, “permite un levantamiento detallado y exacto del terreno, lo cual es fundamental para proyectos de ingeniería civil y planificación urbana” (p. 154). La integración del software en el análisis de datos topográficos asegura una representación fiel y útil para la toma de decisiones.

Por esa razón para realizar el levantamiento topográfico del área de investigación, se emplearon equipos especializados como prismas, mira y GPS satelital, que permitieron obtener datos precisos sobre la configuración y elevación del terreno. Estos datos fueron procesados y manejados mediante el software Civil 3D, facilitando la elaboración de planos y modelos digitales del área.

3.8 Técnicas de Análisis de Resultados

Según Hair (2020), el uso de software especializado para el análisis de datos permite "un procesamiento eficiente y una interpretación precisa de grandes volúmenes



de información, contribuyendo a la generación de conclusiones válidas y fundamentadas”

(p. 48). La integración de estas herramientas asegura una evaluación rigurosa y detallada de los resultados del estudio.

Para el tratamiento y análisis de los datos recopilados durante la investigación, tanto de campo como de laboratorio, se empleó diversos programas informáticos que facilitaron la organización, procesamiento y modelación de la información. Entre ellos se utilizó Microsoft Excel 2020 y Microsoft Word 2020 para su manejo y presentación de datos y resultados. Asimismo, se empleó herramientas especializadas como Civil 3D versión 2024 para la gestión y análisis de datos topográficos, y Bentley SewerCAD CONNECT Edition para su modelación y simulación del sistema de alcantarillado.



CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Características Demográficas

4.1.1.1. Ubicación Geográfica. El A.H. Praderas del Sur se ubica en Nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Ancash. El distrito limita por el Norte con el distrito de Chimbote, por el Sur con los distritos de Samanco y Nepeña, por el este con el distrito de Nepeña y por el Oeste con el Océano Pacífico.

4.1.1.2. Limite Geográfico.

- Por el norte: Con el AA. HH. José Luis Sánchez Milla
- Por el sur: Con el AA. HH. Los Conquistadores
- Por el Este: Con el AA HH. Sánchez Milla
- Por el Oeste: Con el AA HH. Villa Don Víctor

4.1.1.3. Descripción Física. El asentamiento humano Praderas del Sur presenta un sistema inadecuado de abastecimiento de agua potable, donde los residentes transportan el agua hasta sus viviendas utilizando bidones. Además, la zona no cuenta con una red de alcantarillado que facilite la evacuación eficiente de las aguas residuales. Actualmente, estas aguas se manejan mediante pozos ciegos o se evacuan hacia pozos sépticos ubicados en las calles.

4.1.1.4. Descripción Social. La población no tiene el servicio de agua potable, tienen que abastecerse acarreando el agua en depósitos como baldes y bidones.

El servicio de alcantarillado es inexistente, y los habitantes depositan las aguas residuales en pozos sépticos, la mayoría de los cuales están instalados en las calles. En cuanto a la energía eléctrica, la población tiene acceso a ella las 24 horas del día, y su distribución está a cargo de la empresa Hidrandina.



4.1.1.5. Población de Diseño. Para el cálculo de la población actual se realizó un censo para determinar las personas que habitan por lote, este censo se puede apreciar en el ANEXO 3, de la Tabla 15 y 16 se obtiene:

Población Actual:

<i>Total de Manzanas</i>	: 12
<i>Total de lotes</i>	: 320
<i>Población Actual</i>	: 1059

En base al censo realizado se obtuvo total de 1059 personas actualmente.

Población Futura:

Se utilizó los datos obtenidos de los censos nacionales que nos brinda el INEI de los años 2005, 2007 y 2017

Tabla 10

Población Total 2005 - 2017

DISTRITO	POBLACIÓN		
	2005	2007	2017
Nvo. Chimbote	107 095	113 166	158 385

FUENTE: (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017)

Para el cálculo de la población futura se aplicó el método Geométrico (ver el capítulo 2.2.12).

Tabla 11

Resumen del método geométrico, tasa de crecimiento

Año	POBLACION	R1	R2	R3
		0.0280	0.0337	0.0348
2005	107095	107095	107095	107095
2007	113166	113166	114425	114678
2017	159321	149090	159321	159674
TOTAL	379582	369351	380841	381447



De la tabla 10 podemos observar que la razón 2 es la que nos dio un valor de población total más cercano a la población censada.

- **Coefficiente de crecimiento**

$$r = 0.0337$$

$$r = 38 \text{ por cada 1000 habitantes (38\%)}$$

- **Población futura en un tiempo de 20 años**, esto se obtuvo de la Tabla 3. Periodos de Diseño, Obtenido de la Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (2016).

$$P_f = P_a(1 + r)^t$$

$$P_f = 1059(1 + 0.0337)^{20}$$

$$P_f = 2059 \text{ habitantes}$$

4.1.1.6. Dotación de Agua. La dotación que abastecerá al lugar de estudio, de acuerdo al Clima (ver capítulo 2.2.9.4— Tabla 4), la zona de estudio es de un clima templado por el cual se eligió la dotación de: **220 Lt/hab/día**. Este dato se obtuvo de la Tabla 4. Dotación de agua para habitaciones Urbanas (l/hab/día).

4.1.2 Características Topográficas

Luego de realizar el levantamiento topográfico y posteriormente el trabajado de gabinete se determinó que la topografía del A.H. Praderas del Sur es fuertemente ondulada, ya que la pendiente máxima es de 15%.

Se ha elaborado los planos topográficos, los planos de lotización a partir del Anexo 4, donde detalla el panel topográfico, la data de los puntos topográficos, el cual describe los puntos norte y este, así como su elevación, descripción de la ubicación inicial (base), buzones iniciales, las calles, y si cuenta con pista o trocha.

Figura 5

Red Final de Alcantarillado



4.1.3 Componentes del sistema de alcantarillado

RED DEL SISTEMA

Para la red del sistema de alcantarillado se utilizó la tubería de PVC-U con las especificaciones de la tabla 2 y se obtuvo las longitudes de las red colectora y emisora del sistema y se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 12

Red del Sistema de alcantarillado

Tipo de Red	Longitud (m)	Longitud total (m)	Diámetro (mm)	Material
COLECTORA	1996	2347	160	PVC
	351		250	PVC
EMISORA	120	362	250	PVC
	242		400	PVC
TOTAL	-	2708	-	-

Como se observa en la tabla 11, la red colectora del sistema tiene una longitud total de 2708 metros con un diámetro de 160 mm y 250 mm. También se puede observar que la red emisora tiene una longitud total de 362 metros con tuberías de diámetro de 250 mm y 450 mm.

BUZONES



El sistema de alcantarillado cuenta con 44 buzones de concreto armado con un diámetro de 1.20 metro una altura mínima. Además, los buzones están ubicados en el centro de las calles debido a que dichas calles son menores a 20 metros y cumple con el reglamento.

La distancia de buzón a buzón está colocada según el reglamento, los buzones que están conectados a tuberías de 160 mm tienen una separación máxima de 60 metros. y los conectados a tuberías de 250 mm y 400 mm tienen una distancia menor a 100 metros.

BUZON DE DESCARGA FINAL

Para este sistema de alcantarillado se utilizó como descarga final un buzón existente diseñado y construido por SEDACHIMBOTE, este buzón de descarga tiene una altura de 4.65 metros y un diámetro de 1.20 metros. La tubería de llegada de nuestro sistema a este buzón de descarga será empalmada a la altura de 2.80 metros del buzón.

4.1.4 Parámetros de Diseño.

4.1.4.1. Periodo de Diseño. En nuestro proyecto el periodo de diseño seleccionado se basará en la siguiente tabla:

Tabla 13

Periodos de Diseño

Descripción	Periodos
Redes del sistema de Agua Potable y Alcantarillado	20 años
Reservorios, Plantas de tratamiento	Entre 10 y 20 años
Sistemas a gravedad	20 años
Sistemas de bombeo	10 años
UBS (Unidad básica de saneamiento) de material noble	10 años
UBS (Unidad básica de saneamiento) de otro material	5 años

FUENTE: Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (2016)

En nuestra investigación se usó un periodo de diseño de 20 años.



4.1.4.2. Caudal. Fue necesario calcular los siguientes caudales, utilizando las fórmulas expuestas en el marco teórico.

- **Caudal promedio diario anual (Q_m)**

El Q_m fue obtenido aplicando la siguiente ecuación (ver capítulo 2.2.9.5.3 – Ecuación N° 2)

$$Q_m = \frac{P_f * Dotación}{86400}$$
$$Q_m = \frac{2054hab * 220lt/hab/dia}{86400}$$
$$Q_m = 5.230 \text{ lt/s}$$

- **Caudal máximo horario (Q_{mh})**

El Q_{mh} se calculó utilizando el coeficiente recomendado según el tamaño de la población futura ($K_2=1.8$) (ver capítulo 2.2.9.5.2 – Tabla N° 5:

$$Q_{mh} = 1.8 * Q_m$$
$$Q_{mh} = 1.8 * 5.230 \text{ lt/s}$$
$$Q_{mh} = 9.414 \text{ lt/s}$$

- **Caudal de contribución por conexiones domesticas (Q_{alc})**

El caudal de diseño del sistema de desagüe (q) se determinó utilizando un coeficiente de retorno (C) del 80%.

$$Q_{alc} = C * Q_{mh}$$
$$Q_{alc} = 80\% * 9.414 \text{ lt/s}$$
$$Q_{alc} = 7.531 \text{ lt/s}$$

- **Caudal por conexiones erradas (Q_{ce})**

$$Q_{ce} = 0.05 * Q_{alc}$$



$$Q_{ce} = 0.05 * 7.531$$

$$Q_{ce} = 0.377 \text{ lt/s}$$

Siendo el aporte total al sistema por conexiones domesticas:

$$\text{APORTE} = Q_{alc} + Q_{ce}$$

$$\text{APORTE} = 7.531 + 0.377$$

$$\text{APORTE} = 7.908 \text{ t/s}$$

- **Caudal de Infiltración (Q_i)**

Infiltración por las redes de tuberías (Q_1):

$$Q_1 = \text{Longitud de la red} * \text{Tasa de contribucion}$$

$$Q_1 = 2.708 \text{ km} * 0.05 \text{ lt/(s.km)}$$

$$Q_1 = 0.135 \text{ lt/s}$$

Infiltración por los buzones (Q_2):

$$Q_2 = (380\text{lt/buzon})/\text{dia} * N^\circ \text{ Buzones}$$

$$Q_1 = \frac{380 \text{ lt}}{86400} * 44$$

$$Q_1 = 0.1935 \text{ lt/s}$$

Siendo el caudal de infiltración la suma de $Q_1 + Q_2$

$$Q_i = 0.135\text{lt/s} + 0.1935 \text{ lt/s}$$

$$Q_i = 0.3289 \text{ lt/s}$$

- **Caudal de diseño(Q)**

Finalmente, el caudal de diseño se calculó:

$$Q = Q_{alc} + Q_c + Q_i$$

$$Q = 7.531 \text{ lt/s} + 0.377 \text{ lt/s} + 0.3289 \text{ lt/s}$$

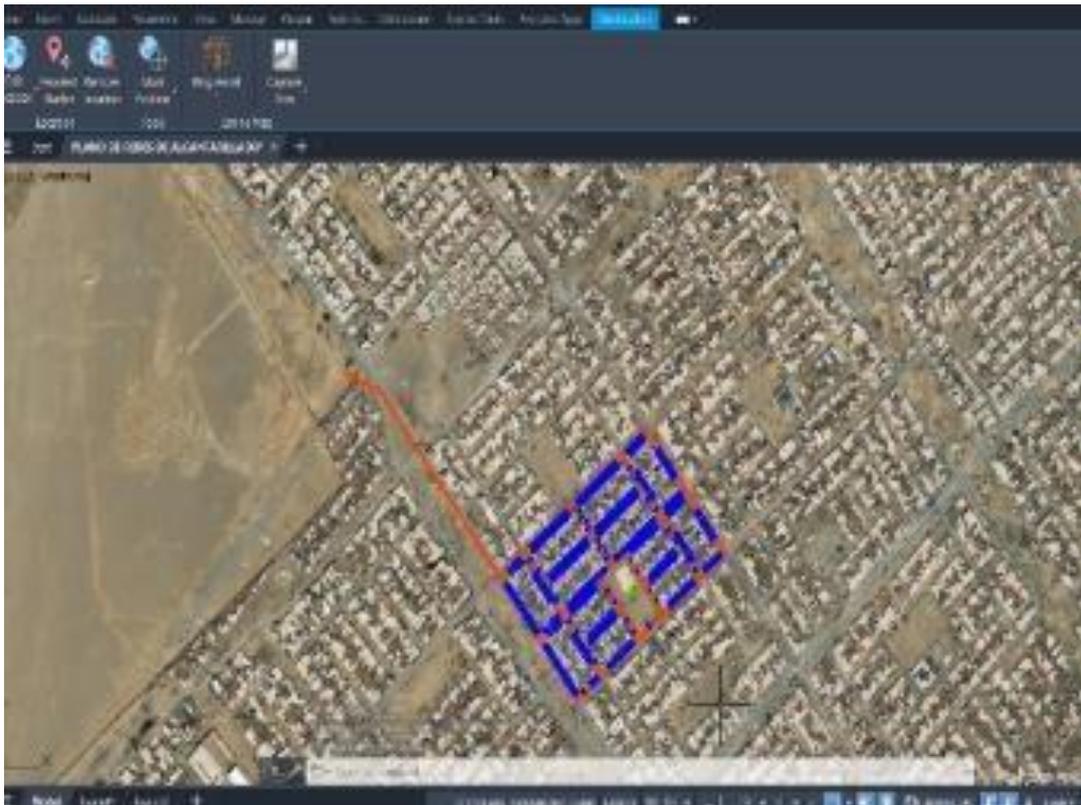
$$Q = 8.237 \text{ lt/s}$$

4.1.4.3. Diseño del Sistema de Alcantarillado. Para llevar a cabo el modelado del sistema de alcantarillado en SewerCAD, primero fue necesario realizar el diseño del trazado en AutoCAD. El trazado se desarrolló conforme a los parámetros establecidos

por la norma OS. 070 Redes de Aguas Residuales. Finalmente, el trazado se presenta en la siguiente figura:

Figura 6

Trazado del sistema de alcantarillado en el programa AutoCAD





4.1.5 Modelado del Sistema de Alcantarillado en el Programa SewerCAD

Tablas de resultados de las tuberías

Tabla 14

Resultados de las tuberías

TUB.	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Material	Manning n	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Pendiente (%)	Cobertura (m)	Velocidad (m/s)	y/D (%)	Tensión Tractiva (Pascal)
T-1	50.0	BZ-37	BZ-28	PVC	0.010	160 mm	1.500	3.772	1.20	1.05	17.7	4.670
T-2	50.0	BZ-28	BZ-39	PVC	0.010	160 mm	1.500	1.468	1.09	0.76	19.4	2.247
T-3	50.0	BZ-39	BZ-32	PVC	0.010	250 mm	1.500	0.926	1.41	0.60	11.5	1.399
T-4	49.5	BZ-36	BZ-17	PVC	0.010	160 mm	1.500	8.564	1.23	1.40	16.5	8.825
T-5	50.1	*BZ-28	BZ-16	PVC	0.010	160 mm	1.500	7.414	1.25	1.33	16.7	7.852
T-6	50.1	BZ-32	BZ-33	PVC	0.010	250 mm	1.500	7.687	1.50	1.26	9.5	7.398
T-7	52.2	BZ-15	BZ-16	PVC	0.010	160 mm	1.500	3.356	1.54	1.01	17.9	4.224
T-8	49.9	BZ-34	BZ-16	PVC	0.010	160 mm	1.500	1.945	1.44	0.83	18.9	2.779
T-9	50.0	BZ-34	BZ-33	PVC	0.010	160 mm	1.500	0.920	1.28	0.64	20.4	1.549
T-10	40.3	*BZ-17	BZ-6	PVC	0.010	160 mm	1.500	7.055	1.05	1.30	16.8	7.536
T-11	35.1	BZ-6	BZ-7	PVC	0.010	160 mm	1.500	7.604	1.19	1.33	16.7	7.859
T-12	49.7	*BZ-34	BZ-38	PVC	0.010	160 mm	1.500	7.427	1.27	1.34	16.7	7.944



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote – 2025”

T-13	50.1	BZ-38	BZ-24	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.465	1.18	1.27	16.9	7.120
T-14	50.2	BZ-33	BZ-26	PVC	0.010	250 mm	1.500	7.891	1.16	1.27	9.5	7.471
T-15	50.1	BZ-26	BZ-27	PVC	0.010	250 mm	1.500	6.674	1.10	1.20	12.7	6.694
T-16	47.7	BZ-15	BZ-17	PVC	0.010	160 mm	1.500	4.905	1.50	1.16	17.3	5.730
T-17	52.0	BZ-10	BZ-3	PVC	0.010	160 mm	1.500	3.656	1.13	1.03	23.0	4.475
T-18	47.5	*BZ-7	BZ-10	PVC	0.010	160 mm	1.500	4.738	1.13	1.15	17.3	5.601
T-19	39.6	*BZ16	BZ-11	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.989	1.02	1.29	16.8	7.405
T-20	35.1	BZ-11	BZ-3	PVC	0.010	160 mm	1.500	7.871	1.07	1.36	23.0	8.323
T-21	39.5	*BZ-15	BZ-9	PVC	0.010	160 mm	1.500	8.131	1.02	1.37	16.6	8.349
T-22	35.1	BZ-9	BZ-10	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.394	1.10	1.28	16.9	7.171
T-23	49.5	*BZ-24	BZ-27	PVC	0.010	160 mm	1.500	1.463	1.14	0.77	19.3	2.358
T-24	49.7	*BZ-4	BZ-24	PVC	0.010	160 mm	1.500	2.721	1.04	0.96	18.1	3.761
T-25	25.0	BZ-3	BZ-4	PVC	0.010	160 mm	1.679	5.905	1.07	1.26	23.9	6.779
T-26	50.1	BZ-7	BZ-13	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.921	1.32	1.30	16.8	7.439
T-27	52.0	BZ-19	BZ-5	PVC	0.010	160 mm	1.500	3.784	1.05	1.03	23.7	4.475
T-28	47.3	*BZ-13	BZ-19	PVC	0.010	160 mm	1.500	3.784	1.03	1.06	17.7	4.755
T-29	25.0	BZ-4	BZ-5	PVC	0.010	160 mm	1.758	6.068	1.04	1.30	24.6	7.144
T-30	50.1	BZ-27	BZ-35	PVC	0.010	250 mm	1.521	6.321	1.05	1.17	13.1	6.303
T-31	50.1	BZ-35	BZ-23	PVC	0.010	250 mm	1.700	6.408	1.10	1.23	16.5	6.876



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote – 2025”

T-32	50.1	BZ-24	BZ-25	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.672	1.16	1.28	16.9	7.238
T-33	50.1	BZ-25	BZ-22	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.157	1.30	1.23	23.2	6.626
T-34	50.0	BZ-22	BZ-23	PVC	0.010	160 mm	1.740	1.529	1.30	0.83	27.3	2.696
T-35	49.8	*BZ-14	BZ-22	PVC	0.010	160 mm	1.500	3.000	1.23	0.96	23.2	3.793
T-36	25.1	BZ-1	BZ-2	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.990	1.03	1.32	16.8	7.671
T-37	49.7	BZ-2	*BZ-19	PVC	0.010	160 mm	1.500	5.682	1.01	1.21	17.1	6.372
T-38	35.0	BZ-12	BZ-13	PVC	0.010	160 mm	1.500	4.382	1.16	1.11	17.5	5.256
T-39	52.0	BZ-1	BZ-14	PVC	0.010	160 mm	1.500	4.166	1.07	1.08	27.9	4.967
T-40	47.4	*BZ-18	BZ-1	PVC	0.010	160 mm	1.500	4.358	1.06	1.10	17.5	5.183
T-41	50.1	BZ-18	BZ-20	PVC	0.010	160 mm	1.500	7.423	1.20	1.32	16.8	7.770
T-42	50.0	BZ-29	BZ-30	PVC	0.010	160 mm	4.646	1.984	1.09	1.16	33.5	4.560
T-43	50.0	BZ-31	BZ-29	PVC	0.010	160 mm	4.491	2.068	1.06	1.16	39.6	4.636
T-44	52.0	BZ-21	BZ-31	PVC	0.010	160 mm	1.500	2.315	1.10	0.88	30.8	3.176
T-45	48.0	BZ-20	BZ-21	PVC	0.010	160 mm	1.500	4.142	1.16	1.09	17.5	5.053
T-46	50.1	BZ-14	BZ-31	PVC	0.010	160 mm	3.312	5.537	1.09	1.52	36.4	8.865
T-47	50.1	BZ-23	BZ-30	PVC	0.010	250 mm	3.546	5.179	1.16	1.41	24.8	7.785
T-48	60.0	BZ-30	BZ-40	PVC	0.010	250 mm	8.200	1.217	1.08	1.13	25.9	4.010
T-49	60.0	BZ-40	BZ-41	PVC	0.010	250 mm	8.207	1.283	1.05	1.12	25.9	3.932
T-50	60.0	BZ-41	BZ-42	PVC	0.010	400 mm	8.214	0.253	1.29	0.65	16.5	1.216



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote – 2025”

T-51	60.0	BZ-42	BZ-43	PVC	0.010	400 mm	8.222	1.483	1.42	1.12	16.5	4.036
T-52	60.1	BZ-43	BZ-44	PVC	0.010	400 mm	8.229	6.083	1.97	1.82	16.5	12.050
T-53	35.1	BZ-8	BZ-5	PVC	0.010	160 mm	1.873	5.971	1.05	1.32	25.8	7.326
T-54	40.1	BZ-18	BZ-12	PVC	0.010	160 mm	1.500	6.425	1.14	1.26	16.9	7.023
T-55	49.2	*BZ-36	BZ-37	PVC	0.010	160 mm	1.500	5.009	1.35	1.16	17.3	5.781
T-56	40.1	BZ-14	BZ-8	PVC	0.010	160 mm	2.126	6.775	1.10	1.43	30.1	8.554
T-57	61.4	BZ-44	O-1	PVC	0.010	400 mm	8.237	13.098	2.52	2.39	11.7	21.738
57 T.	2,704.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tablas de resultados de buzones

Tabla 15

Resultados de buzones

Buzón	Cota de Tapa (m)	Cota de Fondo (m)	Altura (m)	Diámetro (mm)
BZ-1	95.37	94.07	1.30	1,200.0
BZ-2	97.07	95.87	1.20	1,200.0
BZ-3	100.97	99.67	1.30	1,200.0
BZ-4	99.43	98.23	1.20	1,200.0
BZ-5	97.93	96.73	1.20	1,200.0
BZ-6	107.54	106.24	1.30	1,200.0
BZ-7	105.14	103.64	1.50	1,200.0
BZ-8	95.84	94.64	1.20	1,200.0
BZ-9	105.05	103.85	1.20	1,200.0
BZ-10	102.94	101.54	1.40	1,200.0
BZ-11	103.67	102.47	1.20	1,200.0
BZ-12	99.83	98.63	1.20	1,200.0
BZ-13	101.68	100.18	1.50	1,200.0
BZ-14	93.23	91.93	1.30	1,200.0
BZ-15	108.25	106.45	1.80	1,200.0
BZ-16	106.41	104.71	1.70	1,200.0
BZ-17	110.41	108.81	1.60	1,200.0
BZ-18	97.46	96.06	1.40	1,200.0
BZ-19	99.90	98.60	1.30	1,200.0
BZ-20	93.80	92.40	1.40	1,200.0
BZ-21	91.68	90.38	1.30	1,200.0
BZ-22	91.97	90.47	1.50	1,200.0
BZ-23	91.11	89.61	1.50	1,200.0
BZ-24	98.09	96.79	1.30	1,200.0
BZ-25	94.95	93.45	1.50	1,200.0
BZ-26	100.77	99.37	1.40	1,200.0
BZ-27	97.38	95.98	1.40	1,200.0



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD,
A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

BZ-28	109.63	108.33	1.30	1,200.0
BZ-29	89.37	88.17	1.20	1,200.0
BZ-30	88.51	87.11	1.40	1,200.0
BZ-31	90.48	89.18	1.30	1,200.0
BZ-32	109.24	107.14	2.10	1,200.0
BZ-33	104.78	103.28	1.50	1,200.0
BZ-34	105.24	103.74	1.50	1,200.0
BZ-35	94.17	92.87	1.30	1,200.0
BZ-36	114.27	113.07	1.20	1,200.0
BZ-37	111.73	110.23	1.50	1,200.0
BZ-38	101.56	100.06	1.50	1,200.0
BZ-39	108.89	107.59	1.30	1,200.0
BZ-40	87.62	86.32	1.30	1,200.0
BZ-41	86.96	85.46	1.50	1,200.0
BZ-42	87.17	85.27	1.90	1,200.0
BZ-43	86.08	84.38	1.70	1,200.0
BZ-44	83.73	80.73	3.00	1,200.0
*BZ-4	99.42	98.22	1.20	1,200.0
*BZ-7	105.12	103.82	1.30	1,200.0
*BZ-13	101.64	100.44	1.20	1,200.0
*BZ-14	93.22	91.92	1.30	1,200.0
*BZ-15	108.21	107.01	1.20	1,200.0
*BZ-16	106.39	105.19	1.20	1,200.0
*BZ-17	110.37	109.07	1.30	1,200.0
*BZ-18	97.43	96.13	1.30	1,200.0
*BZ-19	99.88	98.68	1.20	1,200.0
*BZ-24	98.06	96.76	1.30	1,200.0
*BZ-28	109.62	108.42	1.20	1,200.0
*BZ-34	105.19	103.79	1.40	1,200.0
*BZ-36	114.19	112.69	1.50	1,200.0
O-1	75.56	72.76	2.80	1,200.0
44 buzones	-	-	-	-



Representaciones gráficas

Figura 7

Análisis Hidráulico del Sistema de Alcantarillado

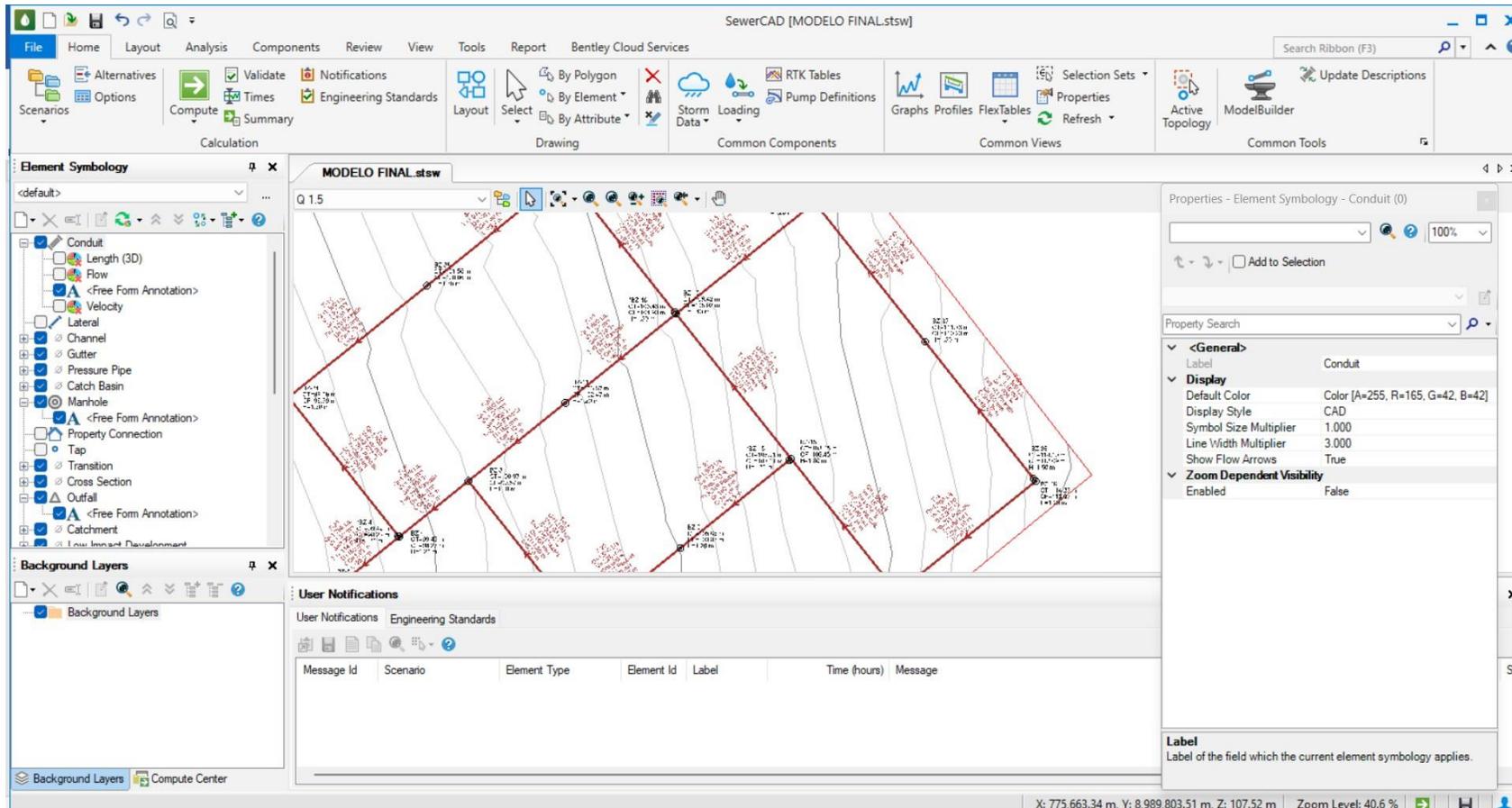




Figura 8

Dirección del flujo del Sistema de Alcantarillado

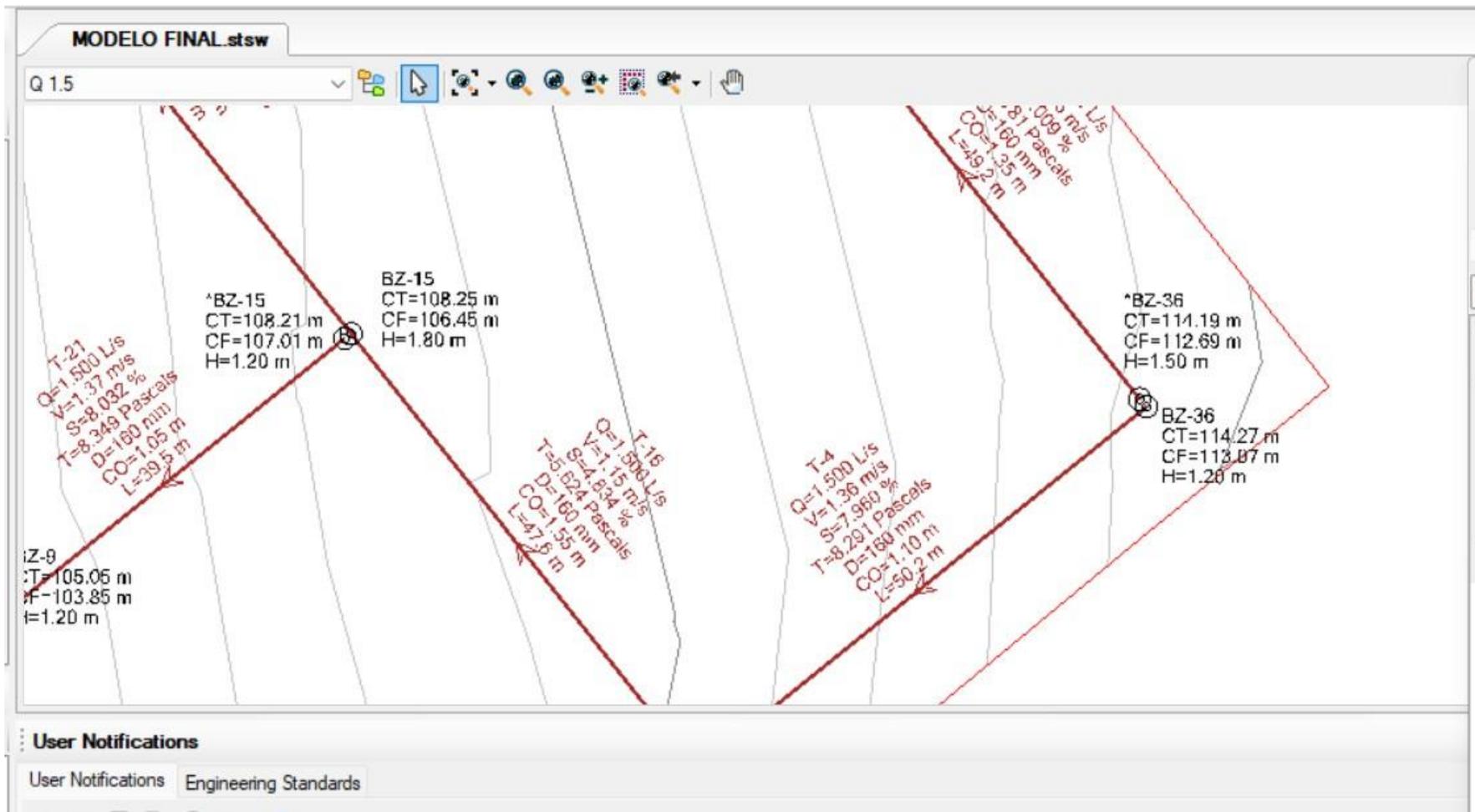




Figura 9

Tuberías 15,34 y 39 con velocidades de 0.72, 1.31 y 1.05 m/s.

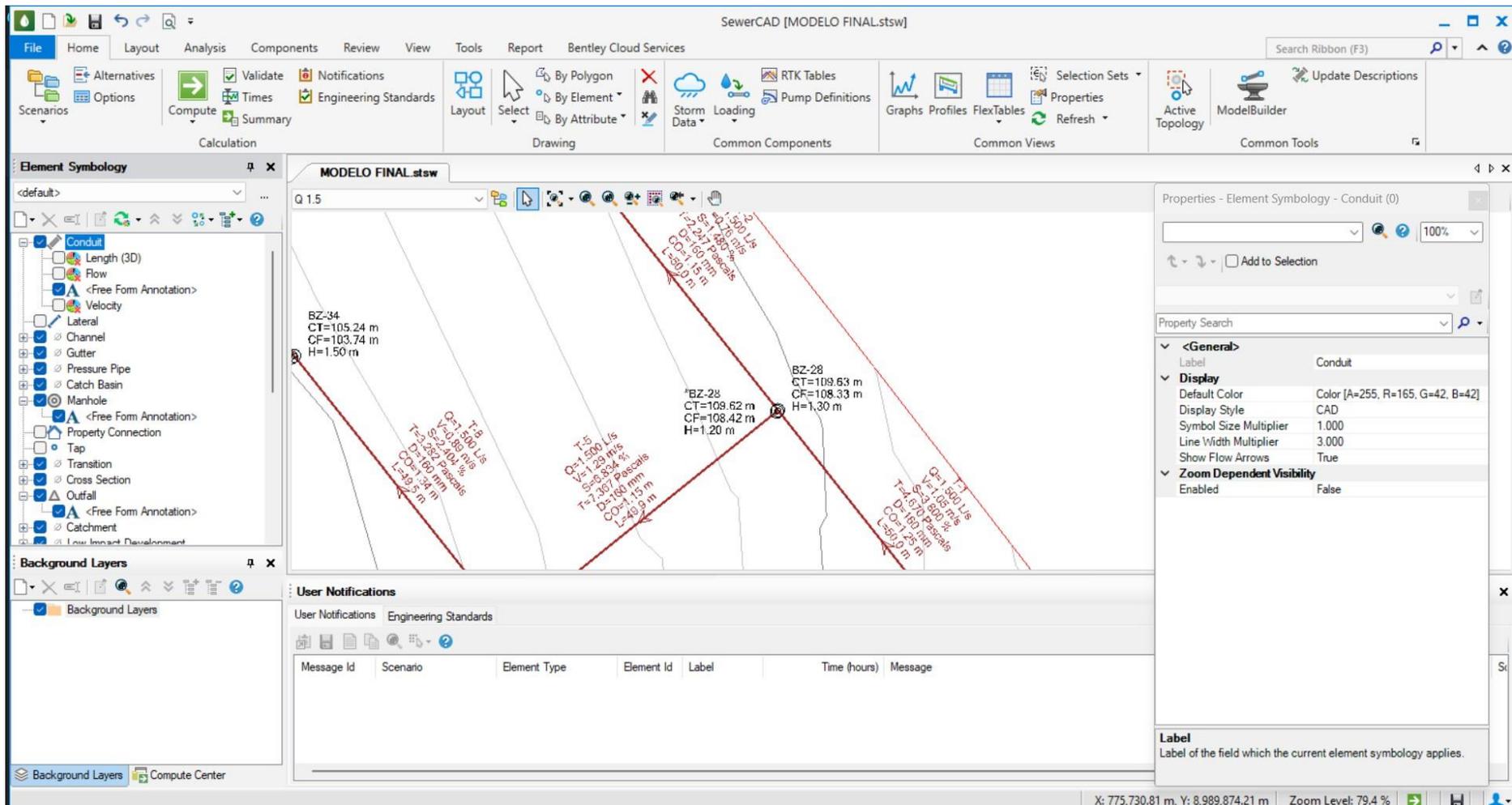
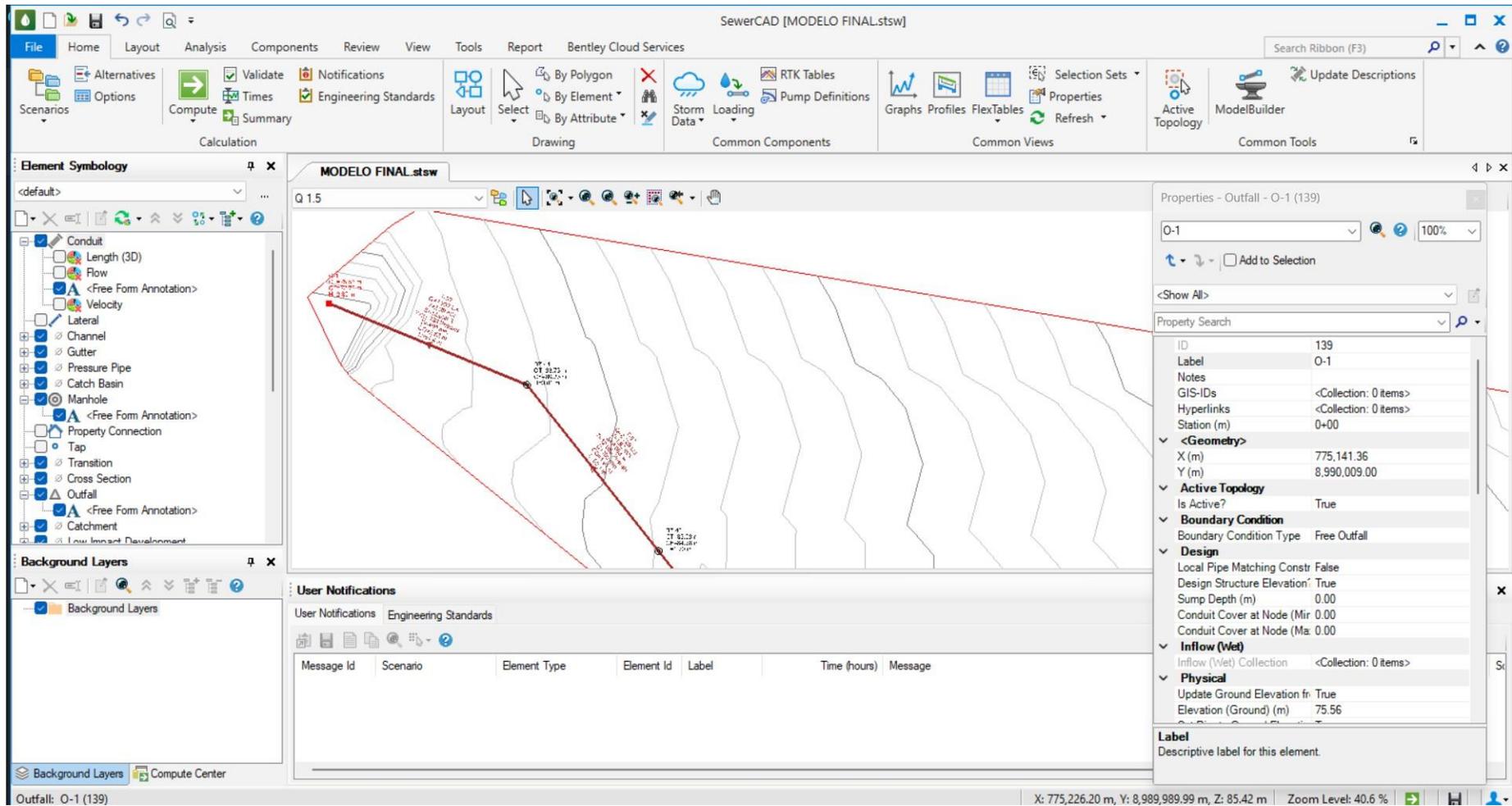




Figura 10

Punto de descarga a un buzón existente diseñado por Seda Chimbote





4.1.6 Contrastación de hipótesis

En la presente investigación se planteó como hipótesis nula que los resultados del análisis y planteamiento del sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD no constituyen un diseño óptimo, y como hipótesis alterna que sí representan un diseño óptimo.

A partir del análisis hidráulico realizado, se constató que todos los parámetros establecidos por la Norma Técnica OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones fueron cumplidos satisfactoriamente, dichos datos se encuentran en la Tabla 14 y 15 se verifican estos valores.

En todos los tramos se alcanzó la tensión tractiva mínima de 1.00 Pa, garantizando la condición de autolimpieza de las tuberías. Las velocidades hidráulicas oscilaron entre 0.6 m/s y 2.39 m/s, situándose dentro del rango permitido, que tiene como límite superior 5.00 m/s.

Además, los diámetros colectores propuestos de Ø160 mm y Ø250 mm cumplen con el valor mínimo normado (Ø160 mm), y la longitud máxima registrada en la red principal (60 m) se encuentra dentro del valor límite para dicho diámetro.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que el sistema de alcantarillado propuesto representa un diseño técnicamente viable y óptimo para las condiciones del A.H. Praderas del Sur, de acuerdo con los criterios establecidos por la normativa vigente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2006).



4.2 Discusión

4.2.1 Análisis comparativo

En comparación con otros estudios similares, los resultados obtenidos en la presente investigación presentan características técnicas particulares que responden a las condiciones específicas del A.H. Praderas del Sur.

Por ejemplo, Atoche y Palomino (2021) diseñaron un sistema de alcantarillado con tuberías principales de 75 mm y una velocidad máxima de 1,89 m/s, mientras que en Praderas del Sur se determinaron diámetros mayores de 160 mm y 200 mm, y una velocidad máxima de 2,39 m/s, lo que responde a un mayor volumen de aguas residuales generado por una mayor densidad poblacional.

De forma similar, Rodríguez Villanueva (2021) planteó un diseño para una población de 825 habitantes con un caudal promedio diario de 0,50 l/s, a diferencia del presente estudio, donde se estimó una población de 980 habitantes, un caudal promedio de 5.230 l/s y un caudal de diseño de 8.237 l/s proyectado a 20 años, lo cual evidencia una planificación más robusta a largo plazo.

Asimismo, el estudio de López Dávila (2022) resalta la utilidad del software SewerCAD en el modelamiento hidráulico de sistemas de alcantarillado, y sus hallazgos coinciden con los del presente trabajo al demostrar que dicha herramienta facilita la toma de decisiones técnicas en el diseño de infraestructuras sanitarias. En este sentido, la presente investigación refuerza la eficacia del uso de SewerCAD, al aplicarlo a un contexto urbano particular como el de Praderas del Sur, validando su utilidad en distintos escenarios locales.



CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las características demográficas del A.H. Praderas del Sur, se determinaron aplicando un censo. Así mismo, para conocer la topografía de la zona se realizó un levantamiento topográfico, lo cual determino que la topografía del A.H. Praderas del Sur es fuertemente ondulada, con una pendiente máxima del 15%, lo que se tuvo en cuenta para el trazado del diseño de la red de distribución de alcantarillado.

- Los componentes que contribuyeron al sistema de alcantarillado cumplieron con las características establecidas por la normativa vigente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2006). Las cuales fueron que en el diseño del sistema de alcantarillado del A.H. Praderas del Sur, se consideró una población futura proyectada de 2059 habitantes para un período de diseño de 20 años, con una dotación de 220 litros por habitante por día. A partir de estos datos, se ha determinado que el caudal medio diario será de 5.230 litros por segundo, el caudal máximo horario alcanzará los 9.414 litros por segundo y el caudal de diseño será de 8.237 litros por segundo. Además, se estableció que la profundidad mínima de instalación de las tuberías sea de 1.00 metro, y que la longitud máxima entre pozos de registro no supere los 60 metros para tuberías de diámetro de 160 mm, esto en cumplimiento con la normativa.

- En cuanto al modelamiento, los resultados obtenidos en los cálculos hidráulicos para el diseño de la red de alcantarillado mediante el uso del software SewerCAD cumplen con los requisitos establecidos por la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). En todos los tramos del sistema de desagüe se garantizó el cumplimiento de la tensión tractiva mínima de $\sigma_t = 1.00$ Pa, asegurando así la autolimpieza de las tuberías. Asimismo, se obtuvo una velocidad mínima de 0.60 m/s en



la Tubería 23 y una velocidad máxima de 2.39 m/s en la Tubería 1, ambas dentro del rango permitido por la normativa, que establece una velocidad máxima de 5.00 m/s. Los diámetros de los colectores fueron de Ø160 mm y Ø250 mm, respetando también el valor mínimo exigido de Ø160mm. En consecuencia, se concluye que el diseño del sistema de alcantarillado es técnicamente adecuado, ya que se ajusta a todos los parámetros hidráulicos exigidos por la normativa vigente, lo cual permitirá una gestión eficiente de las aguas residuales y contribuirá directamente a mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector intervenido.

Se validó la hipótesis alterna, rechazando la hipótesis nula, concluyendo que el sistema de alcantarillado propuesto representa un diseño técnicamente viable y óptimo para las condiciones del A.H. Praderas del Sur, de acuerdo con los criterios establecidos por la normativa vigente.



5.2 Recomendaciones

- Es necesario realizar los cálculos tomando en cuenta un periodo de diseño conforme a la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones, considerando además la durabilidad de los materiales utilizados.
- Es necesario asegurarse de que todos los tramos cumplan con los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- En el uso del software SewerCAD CONNECT Edition, es esencial ingresar los datos de manera precisa, asegurándose de que se ajusten a los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones y al catálogo de tuberías comerciales correspondiente.
- Se sugiere a las autoridades locales evaluar y llevar a cabo el proyecto de saneamiento para el A.H. Praderas del Sur, tomando en cuenta los resultados obtenidos.



CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J., & Martínez, R. (2020). *Diseño de sistemas de alcantarillado: Principios y Aplicaciones*. Universitario.
- Alegre Cotos, I. H. (2021). *Diseño del sistema de la red de alcantarillado en el centro poblado Tunape, ubicado en el distrito de La Union, provincia de Piura, departamento de Piura, octubre 2020 [Tesis de pregrado, Universidad ULADECH]*. Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/20878>
- Aquino González, Y. G., & León Reyes, C. E. (2023). *Evaluación y propuesta de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el A.H. José Sánchez Milla - Chimbote - 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]*. Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4248>
- Arias Govea, E. (1995). *Alcantarillado y drenaje pluvial Tomo I*. Lima: Universitaria.
- Atoche Ganoza, L. E., & Palomino Blas, V. G. (2021). *Diseño de la red de agua potable y alcantarillado de la H.U.P Unión del Sur, Nuevo Chimbote, Ancash - 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74532>
- Bassan, P. (2015). *Diseño de sistemas de alcantarillado: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial McGraw-Hill.
- Bentley, S. (2020). *SewerCAD: Product overview*.
- Bocanegra. (2020). *Sistema de Alcantarillado: Diseño y Gestion*. Editorial universitaria.
- Chafloque Rodriguez, C. (2022). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del centro poblado salitre, distrito de Cáceres del Perú, provincia del Santa, región*
-



de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021

[Tesis de pregrado, Universidad ULADECH]. Repositorio Institucional Digital.

Obtenido de <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/26259>

Córdova Paredes, J. M. (2021). *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el*

centro poblado San Juan de Miraflores – Cajamarca . Obtenido de

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5090>

Coveñas Amaya, L. L., & Maza Camizan, J. A. (2020). *Diseño del sistema de*

alcantarillado aplicando el software sewercad en el centro poblado Cedro-

Huarmaca-Huancabamba- Piura.2020 [Tesis de pregrado, Universidad Cesar

Vallejo]. Repositorio Institucional Digital. Obtenido de

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63778>

Cuello Fernández, P. B. (2020). *Diseño del sistema de alcantarillado y planta de*

tratamiento de aguas residuales para el barrio La Joya I, parroquia de

Cutuglagua, cantón Mejía, provincia de Pichincha [Tesis de pregrado,

Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Digital. Obtenido

de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19356>

Ganchozo Briones, D. F., & Ponce Vincés, M. L. (2024). *Diseño de una red de*

alcantarillado sanitario en el sector Costa Azul límite con Montecristi en la

ciudad de Mant [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí].

Repositorio Digital. Obtenido de

<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6094>

García , R., & Fernández , L. (2019). *Diseño y gestión de sistemas de alcantarillado.*

Técnica.



Gomez, R., & Marínez, J. (2019). *Ingeniería de Aguas Residuales: Teoría y Aplicaciones*.
Técnica.

Gonzales Huamán, R. J. (2020). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el
centro poblado de La Libertad – Huánuco*. Obtenido de
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5893>

Guevara, G, Verdesoto, A, & Castro, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa
(descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. *Revista
Científica Mundo de la Investigación y el Científico*.

Hernández, A. (2021). *Diseño de sistemas de alcantarillado: Principios y aplicaciones*.
Universitaria.

Hernández, R. F. (2014). *Metodología de la investigación* . 6.^a ed.

INEI, I. (2021). *Resultados del censo nacional 2021: Población y viviendas*. Obtenido de
<https://www.inei.gob.pe>

Kothari, C. R. (2021). *Research methodology: Methods and techniques (4.^a ed.)*. *New Age
International Publishers*.

Larriva Vásquez, J. B., & Sarmiento Vásquez, P. S. (20203). *Diseño del sistema de
alcantarillado sanitario para la comunidad de Pastopamba, Paute, Azuay [Tesis
de pregrado, Universidad del Azuay]*. Repositorio Institucional Digital. Obtenido
de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13401>

López Dávila, J. A. (2022). *Modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado
sanitario utilizando el software SewerCAD en el AA.HH. Las Mercedes –
Tarapoto*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5090>

López Dávila, J. A. (2022). *Repositorio UNSM*. Obtenido de
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4698>



- Mamani Layme, D. N. (2023). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticos para las localidades de Pucarani, Puerto Pérez y Batallas [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].* Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30807>
- Ministerio de vivienda, C. y. (2009). *Norma técnica OS.070: Diseño de sistemas de alcantarillado.* Obtenido de <https://www.gob.pe/es/i/2619688>
- Murrugarra Arévalo, C. A. (2014). *Mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de la Universidad Nacional de Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].* Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/679>
- Rodríguez Villanueva, C. D. (2021). *Diseño del sistema de alcantarillado para mejorar la condición sanitaria del caserío de Punchayhuaca, distrito Yaután, provincia Casma, región Áncash.*
- Romero Rojas, J. A. (2000). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño. Escuela Colombiana de Ingeniería.*
- Sampieri, R. H, Collado, C. F, & Lucio, M. P. B. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (7.ª ed.). McGraw-Hill Education.*
- Sanchez Marin, R. A. (2023). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y conexiones domiciliarias en la localidad periférica El Platanar Cascas, Gran Chimú - La Libertad, usando el programa Sewercad [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor orrego].* Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/10367>
- Sánchez, R. (2007). *Ingeniería de sistemas de alcantarillado y drenaje.* Limusa.
-



- Vargas Vásquez, L. D. (2020). *Diseño de redes de agua potable y alcantarillado de la comunidad campesina La Ensenada de Collanac distrito de Pachacamac mediante el uso de los programas Watercad y Sewercad [Tesis de pregrado, Universidad PUCP]*. Repositorio Institucional Digital, Lima. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/items/f661a371-18fc-4448-9235-f8d770bcee80>
- Vázquez Martínez, M. G. (1 de febrero de 2017). *Muestreo probabilístico y no probabilístico*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-resumen/>
- Vázquez, M. (2018). *Gestión de aguas Residuales: Teoría y practicas en sistemas de alcantarillado*. Universitaria.
- Villanueva Diaz, V. L. (2020). *Diseño de sistema de alcantarillado para la mejora de la condición sanitaria del centro poblado rural San José, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad ULADECH]*. Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/17033>



CAPITULO VII ANEXOS

ANEXO N° 1:



MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables
Análisis y Planteamiento de un sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD en el A.H. Praderas del sur Nuevo Chimbote-2025	¿Cuál es el resultado del Análisis y Planteamiento del sistema de alcantarillado?	Analizar y plantear un diseño de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD en el A.H. Praderas del Sur Nuevo Chimbote-2025	Un diseño óptimo del sistema de drenaje en el A.H. Praderas del Sur optimizará la administración de aguas residuales y, en consecuencia, favorecerá la mejora de la calidad de vida en la comunidad.	Variable Independiente: A.H. Praderas del sur
	¿Cuáles son las características demográficas y topográficas del A.H. Praderas del sur?	Estructurar las características las características demográficas y topográficas del A.H. Praderas del sur.	Con las características demográficas y topográficos se podrá conocer los componentes del sistema de alcantarillado el A.H. Praderas del sur.	
	¿Cuáles son los componentes del sistema de alcantarillado en el A.H. Praderas del sur?	Idear los componentes que constituyen el sistema de alcantarillado.	Con los componentes del sistema de alcantarillado y las características se podrá diseñar el sistema alcantarillado	Variable dependiente: Sistema de alcantarillado
		Con los componentes del sistema de alcantarillado y las características se podrá diseñar el sistema alcantarillado	Con el software: SEWERCAD se podrá diseñar el sistema de alcantarillado	



ANEXO N° 2:



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escalas
Variable Independiente: A.H. Praderas del sur	Lugar donde un grupo de personas se, formando una comunidad organizada con viviendas y servicios básicos	Determinación del tipo de terreno y el número de habitantes del Asentamiento humano	Demográfica	Nº lotes	Información del Municipio	
				Población		
				Uso de edificación		
			Topográfico	Cotas	Plano topográfico	
Variable dependiente: Sistema de alcantarillado	Conjunto de instalaciones y redes de tuberías diseñadas para recolectar, transportar y descargar las aguas residuales generadas por la población	Se realiza la propuesta de alcantarillado utilizando los datos obtenidos tales como la dotación y caudales		Pendiente		
			Hidráulico	Tensión tractiva		
				Velocidad		
				Diámetro	Programa SewerCAD	
				Caudal		
	Profundidad de los buzones					

ANEXO N° 3:



CENSO

- DATA DEL CENSO

Tabla 16

Data del censo en las Mz. A, B, C, D, E y F.

Mz: A		Mz: B		Mz: C		Mz: D		Mz: E		Mz: F	
LOTE	N° HAB.	LOTE	N° HAB.	LOTE	N° HAB.	LOTE	N° HAB.	LOTE	N° HAB.	LOTE	N° HAB.
1	4	1	5	1	1	1	1	1	6	1	5
2	4	2	5	2	5	2	3	2	1	2	4
3	2	3	2	3	5	3	3	3	2	3	1
4	4	4	4	4	5	4	2	4	3	4	4
5	1	5	4	5	2	5	2	5	5	5	2
6	2	6	2	6	3	6	5	6	3	6	3
7	1	7	1	7	4	7	5	7	3	7	3
8	2	8	4	8	3	8	2	8	2	8	4
9	3	9	5	9	4	9	1	9	1	9	1
10	1	10	4	10	4	10	4	10	3	10	1
11	4	11	3	11	2	11	3	11	5	11	5
12	2	12	4	12	2	12	1	12	5	12	2
13	3	13	3	13	2	13	2	13	1	13	2
14	4	14	3	14	4	14	4	14	6	14	5
15	2	15	2	15	3	15	4	15	5	15	4
16	3	16	5	16	2	16	5	16	2	16	2
17	4	17	5	17	4	17	3	17	3	17	3
18	3	18	1	18	5	18	3	18	5	18	2
19	5	19	1	19	5	19	2	19	3	19	5
20	3	20	4	20	6	20	4	20	3	20	1
21	4	21	2	21	2	21	4	21	5	21	4
22	2	22	5	22	6	22	2	22	5	22	3
23	1	23	5					23	2	23	2
24	2	24	1					24	2	24	4
25	5	25	2					25	3	25	1
26	4	26	2					26	4	26	5
27	2	27	2					27	2	27	2
28	3	28	5					28	4	28	1
								29	4	29	3
								30	4	30	4
Σ por Mz	80	-	91	-	79	-	65	-	102	-	88



Tabla 17

Data del censo en las Mz. G, H, J, K, L y M.

Mz: G		Mz: H		Mz: J		Mz: K		Mz: L		Mz: M	
LOTE	Nº HAB.										
1	3	1	6	1	3	1	1	1	4	1	3
2	4	2	6	2	4	2	5	2	5	2	5
3	4	3	3	3	3	3	2	3	1	3	5
4	5	4	3	4	2	4	1	4	3	4	6
5	2	5	2	5	3	5	3	5	4	5	2
6	5	6	4	6	6	6	1	6	6	6	4
7	4	7	1	7	3	1	1	7	4	7	4
8	7	8	3	8	4	8	5	8	4	8	2
9	4	9	5	9	4	9	4	9	3	9	3
10	2	10	2	10	3	10	4	10	4	10	5
11	4	11	6	11	3	11	3	11	5	11	3
12	5	12	5	12	4	12	4	12	4	12	5
13	2	13	2	13	2	13	1	13	2	13	5
14	6	14	2	14	5	14	4	14	1	14	1
15	4	15	6	15	2	15	3	15	3	15	3
16	3	16	2	16	4	16	3	16	4	16	4
17	1	17	4	17	3	17	5	17	1	17	1
18	4	18	3	18	3	18	5	18	4	18	6
19	5	19	4	19	4	19	2	19	5	19	4
20	5	20	2	20	4	20	4	20	4	20	3
21	3	21	3	21	5	21	1	21	4	21	6
22	3	22	2	22	2	22	3	22	2	22	2
23	2	23	5					23	2	23	4
24	5	24	2					24	4	24	6
25	3	25	5					25	5	25	3
26	4	26	3					26	1	26	5
27	3	27	3					27	3	27	2
28	2	28	3					28	4	28	3
29	3	29	1								
30	5	30	2								
-	112	-	100	-	76	-	65	-	96	-	105

$$\Sigma \text{Total de habitantes} = 1059$$

- **PANEL FOTOGRÁFICO**

Figura 11

Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. B Lt. 8



Figura 12

Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. A Lt. 12



Figura 13

Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. G Lt. 22

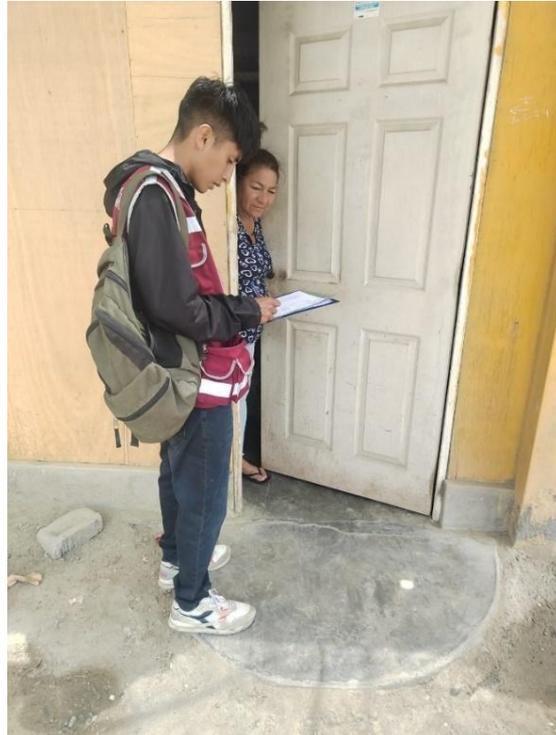


Figura 14

Censo en el A.H. Praderas del Sur, Mz. A Lt. 4





TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H.
Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

ANEXO N° 4:



ESTUDIO TOPOGRÁFICO

1. Introducción

El presente estudio responde al levantamiento topográfico para el proyecto: “Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del sur Nuevo Chimbote - 2025”, elaborado bajo el marco estipulado por la normatividad técnica vigente.

Los trabajos que integran este estudio reflejan la obtención de la información necesaria para las a proyecto a realizar y es resultado de los trabajos desarrollados en forma sistemática tanto en campo como en gabinete. La elaboración del presente Levantamiento Topográfico se ha realizado mediante un adecuado cronograma de trabajo de las diferentes etapas que consta el estudio realizado por los encargados de analizar, evaluar y ejecutar cada una de las etapas del Levantamiento.

2. Memoria Descriptiva

2.1. Objetivo

- Desarrollar el Levantamiento Topográfico en el AA.HH. SAN JOSE, para el estudio del proyecto a realizar

2.2. Ubicación

Geográficamente el área de estudio se encuentra ubicada en:

Lugar: A.H. Praderas Del Sur

Distrito: Nuevo Chimbote

Provincia: Santa

Departamento: Ancash.

Figura 17

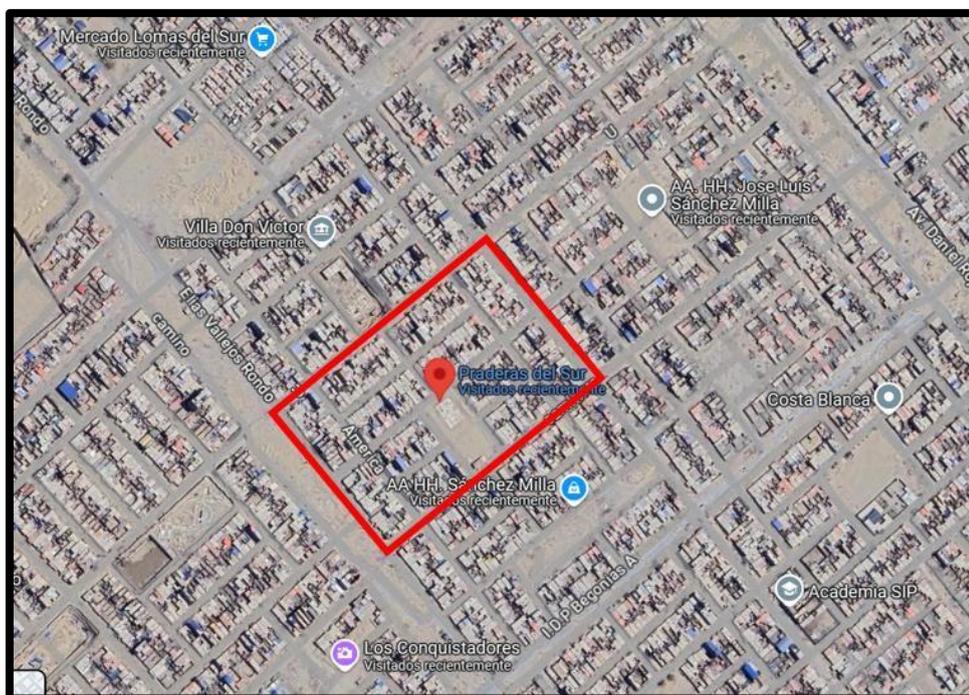
Mapa Distrital de la Provincia de Santa



- **Micro localización del área de estudio**

Figura 18

Mapa de Localización del A.H. praderas del Sur





2.4. Lindero

Por el norte: Con el AA. HH. José Luis Sánchez Milla

Por el sur: Con el AA. HH. Los Conquistadores

Por el Este: Con el AA HH. Sánchez Milla

Por el Oeste: Con el AA HH. Villa Don Víctor

2.5. Accesibilidad

Para llegar a la zona del AA.H.H. Praderas Del Sur, del distrito de Nuevo Chimbote se sigue el siguiente recorrido: Desde el Ovalo la Familia de Nuevo Chimbote, nos dirigimos hacia el Sur por la Av. pacifico por aproximadamente 4 minutos hasta llegar a la Av. Central, entramos a la mano izquierda por la avenida central, hasta llegar a la Av. Agraria, luego giramos a la derecha, seguimos dicha Av. Por aproximadamente 15 minutos hasta terminar la pared del segundo campus de la Universidad Nacional del Santa, desde ahí al frente se puede apreciar el A.H. Villa don Víctor, a lado de dicho A.H. se encuentra el A.H. Praderas del Sur

2.6. Metodología

En el levantamiento topográfico se empleó un equipo electrónico llamado Estación Total que mide ángulos (horizontales y verticales) y un distanciómetro para medir las distancias directas entre los puntos visados, con estos datos se calculó las coordenadas de la poligonal de apoyo, a partir de estos datos se realizó la taquimetría o levantamiento topográfico del área de trabajo.

3. Trabajo de Campo

Se realizó el reconocimiento del terreno para ver sus características más resaltantes y la posterior ubicación de los vértices de dicha Poligonal. Posteriormente se realizó la monumentación de los vértices de la Poligonal de cuarto orden; Se realizó la

medición de ángulos horizontales, verticales y distancias, siendo tomados como puntos de partida la estación E-1 de Coordenadas U.T.M.

3.1. Equipos utilizados en la realización de campo

- Estación total marca TOPCON 05-105
- Prismas
- Wincha.
- Cámara fotográfica

Figura 19

Estación total marca TOPCON 05-105



3.2. Procedimiento

Una vez establecido los puntos geodésicos, a partir de estos dos puntos se inició el levantamiento topográfico integral de la zona.

- Se procedió a tomar las coordenadas con los puntos geodésicos establecidos en la plaza de armas del distrito, para poder trabajar mediante levantamiento por radiación de estos puntos.



- Se estaciono e/ equipo en el punto base introduciendo las coordenadas a la memoria de la estación total y visando el punto "VISTA ATRAS" punto de referencia, con su respectiva corrección después de medir a dicho punto.
- Así se comenzó con el trabajo de campo siguiendo una poligonal abierta de apoyo para abarcar el área de influencia y tomar información necesaria para el proyecto trabajado con las coordenadas UTM-84

4. Trabajo de Campo

Con la información recabada de/ levantamiento topográfico se procedió a realizar la descarga de la misma hacia la computadora que se realizó el trabajo de gabinete para la cual se utilizó el software de la "Estación TOTAL TOPCON", una vez copilada la información se procedió el software de Civil 3D para la generación de la planimetría, el mismo que debía contar con la correcta determinación de la triangulación de punto topográficos poligonal abierto.

Se comenzó a procesar toda la información recopilada en e/ trabajo de campo, descargando la nube de puntos e importando al AutoCAD civil 3D para su posterior dibujo tales como:

- Descarga de datos de la estación tota
- Procesamiento de datos
- Dibujo y edición de superficie topográfica para obtener las curvas de nivel

5. Conclusiones

Se realizó el estudio topográfico según los requerido por el consultor, procesándose la información y obteniéndose los siguientes planos:

- Plano de localización y ubicación.
- Plano topográfico.

6. Panel fotográfico

Figura 20

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 21

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 22

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 23

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 24

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 25

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 26

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur



Figura 27

Levantamiento topográfico en el A.H. Praderas del Sur





7. DATA DE PUNTOS

Tabla 18

Data de Puntos Topográficos

Punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
1	775314.6906	8989855.8494	87.4554	Base_0
2	775006.1599	8990219.0382	83.0085	bz bm01
3	774968.2663	8990252.7889	80.8326	bz bm02
4	774989.2327	8990236.2564	81.5579	pista
5	774985.6843	8990233.1564	81.6238	pista0
6	774982.5728	8990230.7810	81.5543	pista5
7	774998.5213	8990213.3696	82.8211	pista10
8	775003.8558	8990218.4258	82.9250	pista15
9	775007.3475	8990213.2382	83.0161	trocha
10	775004.4994	8990210.0676	83.0892	trocha0
11	775002.1707	8990207.2084	83.0968	trocha5
12	775025.2768	8990181.3036	84.8134	trocha10
13	775028.8558	8990183.8437	84.9544	trocha15
14	775032.9665	8990187.0696	85.1437	trocha20
15	775045.5250	8990174.0448	84.6772	trocha25
16	775042.2245	8990170.2182	84.4939	trocha30
17	775037.2925	8990165.4526	84.6216	trocha35
18	775052.0434	8990150.6753	83.2412	trocha40
19	775055.3468	8990153.2510	82.9140	trocha45
20	775059.7222	8990156.7711	83.0522	trocha50
21	775070.9306	8990144.0377	82.2196	trocha55
22	775067.4361	8990140.7268	81.9002	trocha60
23	775064.1650	8990138.0657	82.1199	trocha65
24	775086.4370	8990115.1407	81.4664	trocha70
25	775089.8093	8990117.2990	81.3455	trocha75
26	775093.3630	8990119.8700	81.7081	trocha80
27	775109.7674	8990101.4183	81.4969	trocha85
28	775107.5076	8990098.5650	81.3421	trocha90



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

29	775103.9312	8990095.6513	81.4869	trocha95
30	775119.9410	8990077.3155	81.5878	trocha100
31	775124.1800	8990079.5531	81.5283	trocha105
32	775127.4227	8990082.3972	81.8465	trocha110
33	775142.3814	8990063.6898	82.4839	trocha115
34	775139.7209	8990059.7729	82.0364	trocha120
35	775136.0995	8990055.9310	82.1108	trocha125
36	775159.0270	8990030.8500	82.5367	trocha130
37	775162.5964	8990032.5406	82.5332	trocha135
38	775166.8890	8990035.6134	82.8324	trocha140
39	775178.2439	8990023.4498	83.1285	trocha145
40	775174.3055	8990019.6073	82.9511	trocha150
41	775169.2799	8990015.8543	82.5587	trocha155
42	775190.3406	8989994.3635	83.3539	trocha160
43	775193.0275	8989996.1791	83.6346	trocha165
44	775199.3163	8990000.9403	84.0070	trocha170
45	775215.2136	8989977.8222	84.5269	trocha175
46	775211.9465	8989973.8222	84.3021	trocha180
47	775208.1206	8989970.9056	84.1704	trocha185
48	775227.6854	8989946.9654	85.6668	trocha190
49	775231.5397	8989949.2206	85.9248	trocha195
50	775236.4581	8989952.2908	86.0796	trocha200
51	775249.5032	8989932.4961	87.1753	trocha205
52	775246.5675	8989929.7139	86.9451	trocha210
53	775242.5988	8989926.7351	86.4669	trocha215
54	775260.8471	8989905.4439	87.2532	trocha220
55	775264.1403	8989907.5367	87.3646	trocha225
56	775268.9691	8989911.4918	87.7566	trocha230
57	775284.6141	8989889.3678	87.4893	trocha235
58	775281.4484	8989887.0046	87.1924	trocha240
59	775277.7524	8989883.9569	87.0681	trocha245
60	775305.1680	8989848.5189	86.8808	trocha250



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

61	775308.9226	8989851.4374	86.8968	trocha255
62	775324.3885	8989841.5173	87.2686	trocha260
63	775320.3111	8989837.7896	87.1201	trocha265
64	775316.8883	8989834.6386	86.9808	trocha270
65	775335.1439	8989810.8162	87.2712	trocha275
66	775339.6249	8989812.9346	87.4686	trocha280
67	775343.3127	8989815.6566	87.8454	trocha285
68	775364.1793	8989789.4218	88.3487	trocha290
69	775361.3091	8989786.6567	87.9708	trocha295
70	775357.1421	8989783.4950	87.8307	trocha300
71	775379.2041	8989756.1073	88.4167	trocha305
72	775382.8207	8989757.9135	88.4631	trocha310
73	775387.8903	8989761.3281	88.7810	trocha315
74	775386.4514	8989767.0439	88.8555	calle
75	775391.9080	8989759.5592	89.0253	calle0
76	775398.8271	8989750.8559	89.0570	calle5
77	775427.5251	8989773.5564	90.9530	calle10
78	775421.4875	8989780.6689	90.8721	calle15
79	775414.1240	8989789.8045	90.7133	calle20
80	775423.5019	8989797.2810	91.7348	calle25
81	775428.8303	8989789.9049	91.5775	calle30
82	775436.3427	8989780.8042	92.0818	calle35
83	775464.1337	8989803.7473	94.2510	calle40
84	775458.1506	8989812.4340	93.8139	calle45
85	775453.0411	8989821.3197	93.7978	calle50
86	775474.4344	8989838.9893	95.4740	calle55
87	775480.0633	8989844.0010	95.9024	parque
88	775506.0939	8989837.7015	97.2893	Callé
89	775513.0014	8989843.2652	98.2251	Callé0
90	775512.1792	8989842.8824	97.8377	Callé5
91	775513.4239	8989867.3626	98.8088	parque
92	775518.6332	8989874.5721	99.2372	calle



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

93	775525.8024	8989866.1674	99.4235	calle 0
94	775531.3778	8989858.4911	99.3537	calle 5
95	775555.0425	8989877.7476	101.7188	calle 10
96	775548.5808	8989886.2987	101.5619	calle 15
97	775542.6404	8989894.5034	101.6549	calle 20
98	775569.6682	8989917.1250	104.4845	calle 25
99	775578.8470	8989923.8518	105.4596	calle 30
100	775588.8869	8989908.4196	105.3327	calle 35
101	775582.7977	8989899.9035	104.6428	calle 40
102	775619.8090	8989930.1350	108.7389	calle 45
103	775607.0133	8989946.3072	108.5925	calle 50
104	775623.0601	8989959.7213	111.6792	calle 55
105	775635.6024	8989943.5132	110.7834	calle 60
106	775629.2411	8989938.2846	110.5987	calle 65
107	775627.8490	8989937.0311	109.8312	calle 70
108	775621.9743	8989931.6296	109.1252	calle 75
109	775619.8528	8989930.0801	108.6755	calle 80
110	775646.3538	8989896.9595	108.5898	calle 85
111	775653.8307	8989901.7943	109.1126	calle 90
112	775663.8045	8989907.6773	109.9331	calle 95
113	775671.4989	8989864.7581	109.2006	calle 100
114	775677.7629	8989868.8893	109.4926	calle 105
115	775684.0513	8989874.1105	110.3489	calle 110
116	775696.6009	8989865.9772	111.0309	calle 115
117	775691.2667	8989861.5300	110.5893	calle 120
118	775688.9057	8989858.7796	110.0486	calle 125
119	775681.2012	8989852.3174	109.4714	calle 130
120	775707.9276	8989818.3005	111.5843	calle 135
121	775713.9941	8989823.4136	111.7414	calle 140
122	775722.2327	8989833.0491	112.3324	calle 145
123	775748.4005	8989799.3199	114.6185	calle 150
124	775740.2237	8989791.6647	113.6513	calle 155



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

125	775733.3036	8989786.2458	113.1592	calle 160
126	775744.4319	8989771.9725	114.3377	calle 165
127	775750.0124	8989776.8816	114.9655	calle 170
128	775760.0545	8989784.4478	115.5605	calle 175
129	775716.9936	8989749.4732	111.7170	calle 180
130	775712.1203	8989745.1725	111.2919	calle 185
131	775707.2151	8989741.1734	110.7757	calle 190
132	775704.5999	8989763.2653	110.0816	calle 195
133	775695.9084	8989755.8845	109.2190	calle 200
134	775701.2836	8989748.8863	110.0275	calle 205
135	775672.3171	8989736.4887	107.3586	calle 210
136	775677.1497	8989728.3795	107.7752	calle 215
137	775682.2776	8989720.8448	108.7227	calle 220
138	775644.3451	8989713.6763	105.1415	calle 225
139	775636.5237	8989707.1952	104.0692	parque
140	775636.7088	8989683.5576	103.7727	calle
141	775631.5321	8989679.1955	103.3834	calle0
142	775608.9616	8989684.2447	101.8588	parque
143	775601.0284	8989678.3155	101.2601	Callé
144	775577.4424	8989658.9284	99.8060	Callé0
145	775587.7327	8989643.7992	100.1084	Callé5
146	775560.9393	8989621.5662	98.4859	Callé10
147	775550.9871	8989613.4532	97.6305	Callé15
148	775549.1153	8989636.3826	97.8059	Callé20
149	775540.2562	8989629.2536	96.6895	Callé25
150	775512.2067	8989606.5082	93.5659	Callé30
151	775518.1208	8989599.1362	94.4793	Callé35
152	775524.4346	8989592.1771	95.3742	Callé40
153	775522.7402	8989592.8801	94.8995	Callé45
154	775524.2121	8989590.4174	95.2586	Callé50
155	775522.6290	8989589.6117	94.8696	Callé55
156	775503.6745	8989593.5425	93.2805	trocha



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

157	775513.6478	8989582.3783	94.1095	trocha0
158	775516.5322	8989585.1456	94.4313	trocha5
159	775482.1857	8989644.3404	91.7880	trocha10
160	775477.9708	8989641.2432	91.5908	trocha15
161	775472.5260	8989636.6104	91.2502	trocha20
162	775461.0187	8989671.0941	91.4151	trocha25
163	775459.9502	8989671.0588	91.1508	trocha30
164	775450.9528	8989684.2795	90.7389	trocha35
165	775445.3990	8989680.2172	90.4485	trocha40
166	775441.4991	8989676.8944	90.2041	trocha45
167	775410.1862	8989713.9256	88.9413	trocha50
168	775416.4156	8989719.1948	89.2024	trocha55
169	775420.8389	8989722.4106	89.6998	pared
170	775398.8465	8989750.8516	89.1326	Pared1
171	775397.3826	8989751.4506	89.0784	vereda
172	775397.2024	8989751.4447	88.8365	trocha
173	775391.5336	8989758.7200	88.9954	trocha
174	775386.4446	8989767.0912	88.8491	pared
175	775380.0275	8989762.7693	88.3907	trocha
176	775375.0574	8989759.6692	88.1144	Trocha2
177	775466.2941	8989742.6270	92.4912	trocha5
178	775458.6806	8989752.8531	92.0160	calle
179	775535.5747	8989799.9493	98.3460	calle0
180	775542.8945	8989804.9863	98.6727	calle5
181	775534.8387	8989815.0021	98.3287	calle10
182	775528.4396	8989809.2202	97.7369	calle15
183	775558.1264	8989771.5671	99.0469	calle20
184	775564.6895	8989776.9826	99.6133	calle25
185	775575.3689	8989832.0465	102.0820	calle30
186	775572.2810	8989836.4545	101.5095	calle35
187	775568.2102	8989841.4889	101.5226	calle40
188	775605.3615	8989871.8094	104.8367	calle45



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025”

189	775612.2836	8989862.5402	104.6838	calle50
190	775634.6345	8989833.4879	105.7487	calle55
191	775644.1272	8989841.0054	106.7533	calle60
192	775648.7711	8989835.5814	107.0102	calle65
193	775652.8323	8989829.6178	106.8911	calle70
194	775611.1847	8989795.8775	103.4550	calle75
195	775606.8972	8989800.4997	103.2591	calle80
196	775602.0400	8989806.9284	102.6554	calle85
197	775592.3860	8989780.8206	101.9277	calle90
198	775590.3218	8989784.0833	101.5963	trocha
199	775587.8081	8989786.5996	101.3201	troch0
200	775583.9835	8989773.8023	100.6715	parque
201	775557.3015	8989754.7466	98.7751	parque
202	775548.8923	8989744.6365	98.0941	calle
203	775488.2102	8989714.6061	93.7014	calle0
204	775497.3191	8989702.9100	93.9864	calle5
205	775488.3003	8989695.5922	93.3049	calle10
206	775479.0110	8989707.2824	92.7139	calle15
207	775519.3816	8989674.3699	95.5002	calle20
208	775527.8505	8989665.7150	96.1840	calle25
209	775527.6289	8989663.9832	96.2664	calle30
210	775550.6932	8989684.3180	97.9049	calle35
211	775546.8301	8989688.8795	97.7698	calle40
212	775542.7900	8989693.1235	97.4077	calle45
213	775571.1132	8989715.7109	99.4893	calle50
214	775578.6030	8989706.6663	99.9544	calle55
215	775621.9918	8989742.9562	103.4202	calle60
216	775614.9955	8989751.9535	102.9561	calle65
217	775645.0941	8989761.7337	105.0526	calle70
218	775638.2562	8989770.7957	104.8387	calle75
219	775666.3748	8989793.8307	107.6922	calle80
220	775673.5329	8989784.6797	108.3045	calle85



ANEXO N° 5:

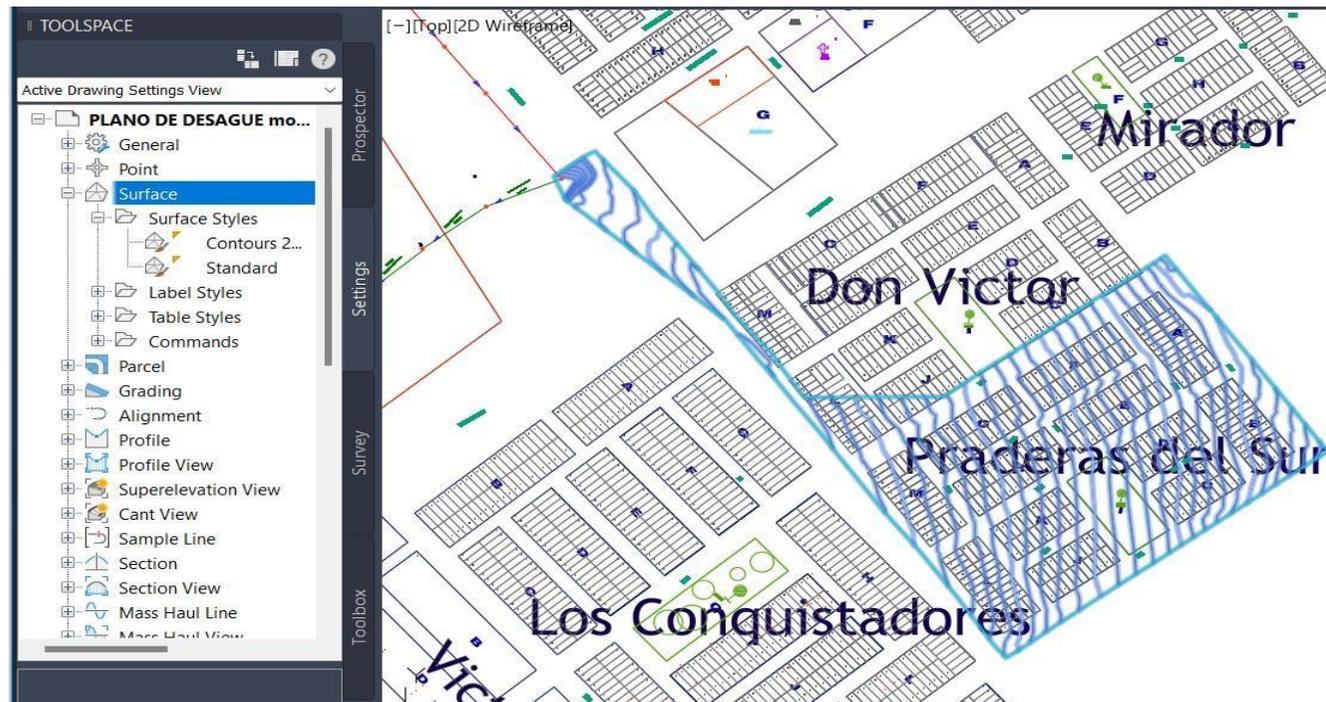
PROCESO DE DISEÑO

PROGRAMA CIVIL 3D

1. Para el inicio de modelado, debemos empezar en insertar las curvas de nivel, y convertirla en una superficie para identificar la pendiente del terreno

Figura 28

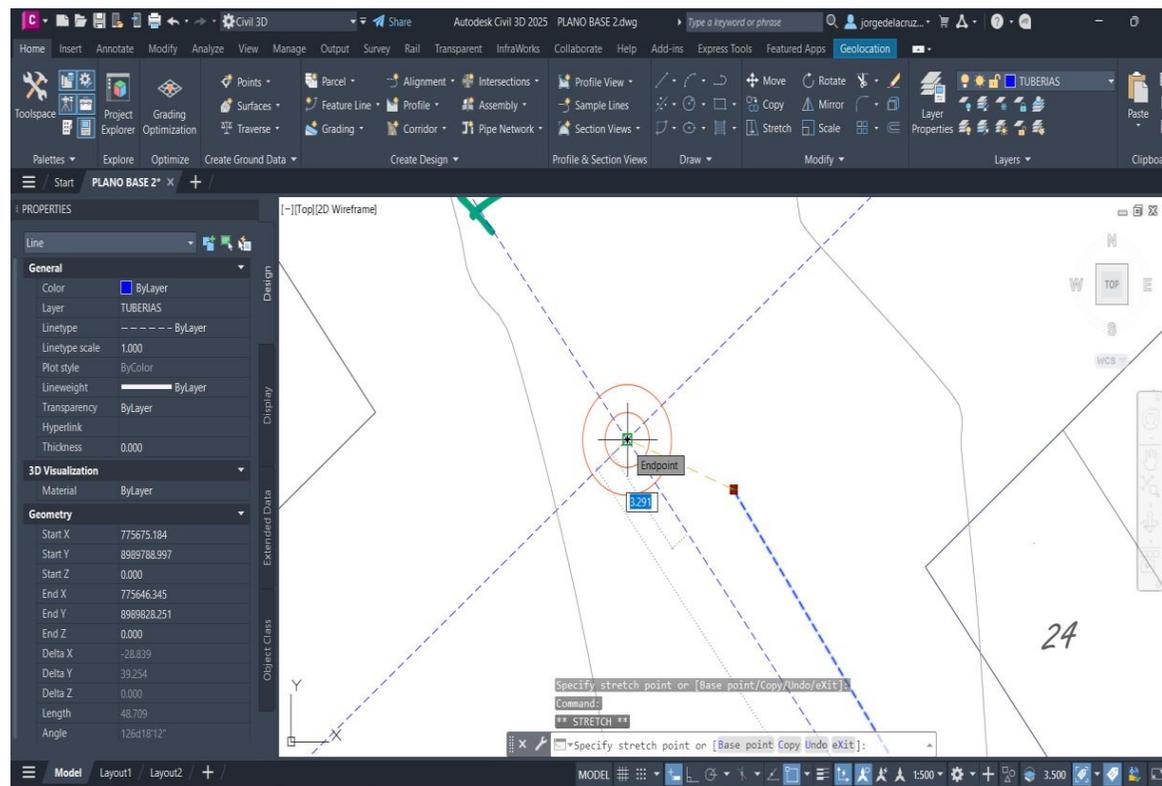
Superficie de terreno del A.H. praderas del sur



- Después empezamos a trazar el sistema de alcantarillado en el programa CIVIL 3D. El sistema trazado se debe en trazar en polilíneas por las calles que forman los lotes en el plano de catastro brindado por seda Chimbote, en donde cada inicio y fin de la polilínea representara un buzón

Figura 29

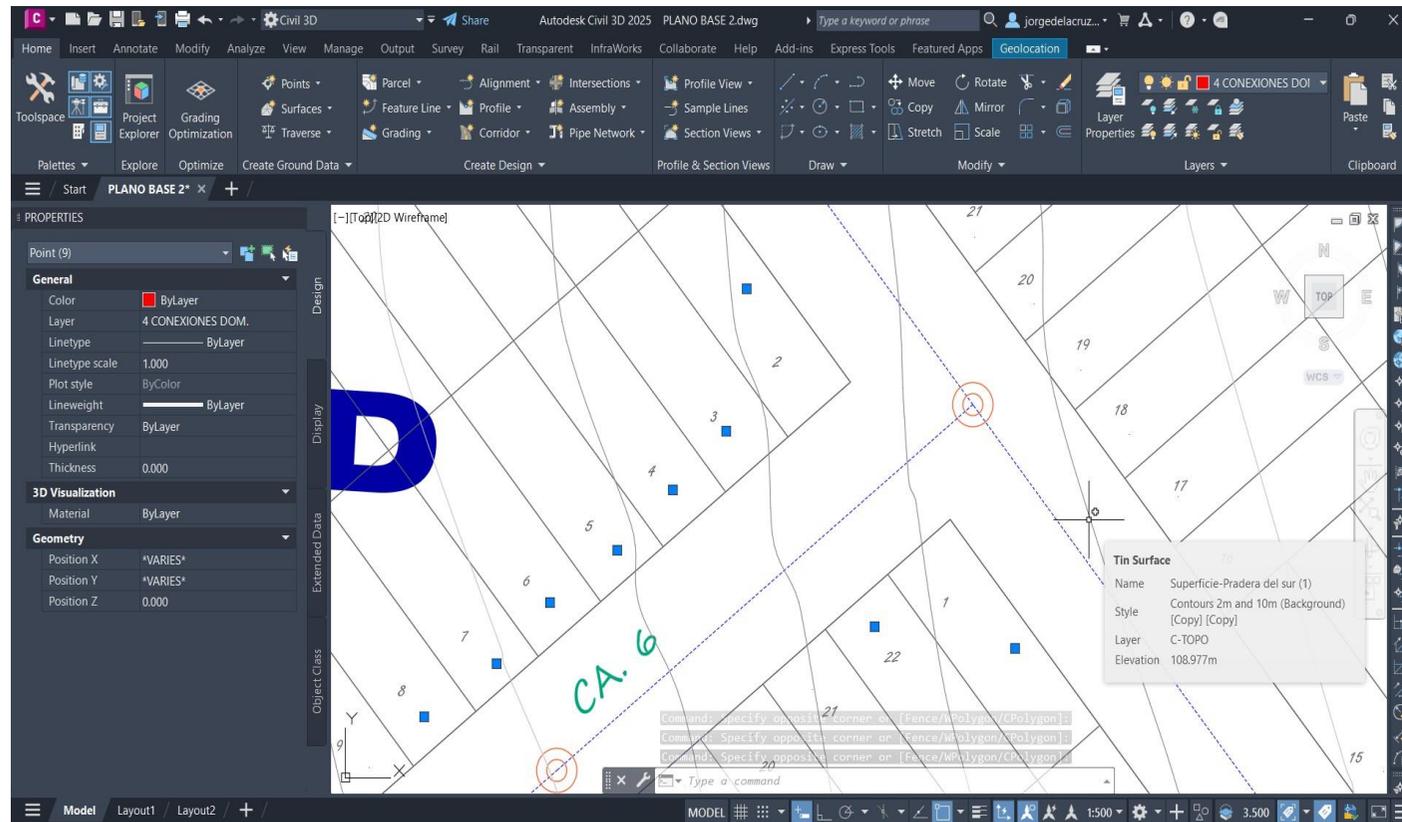
Trazado de tuberías de redes del sistema de alcantarillado



- Luego colocaremos puntos con el comando “Point” en cada lote del Asentamiento Humano, estos puntos representaran las conexiones domiciliarias.

Figura 30

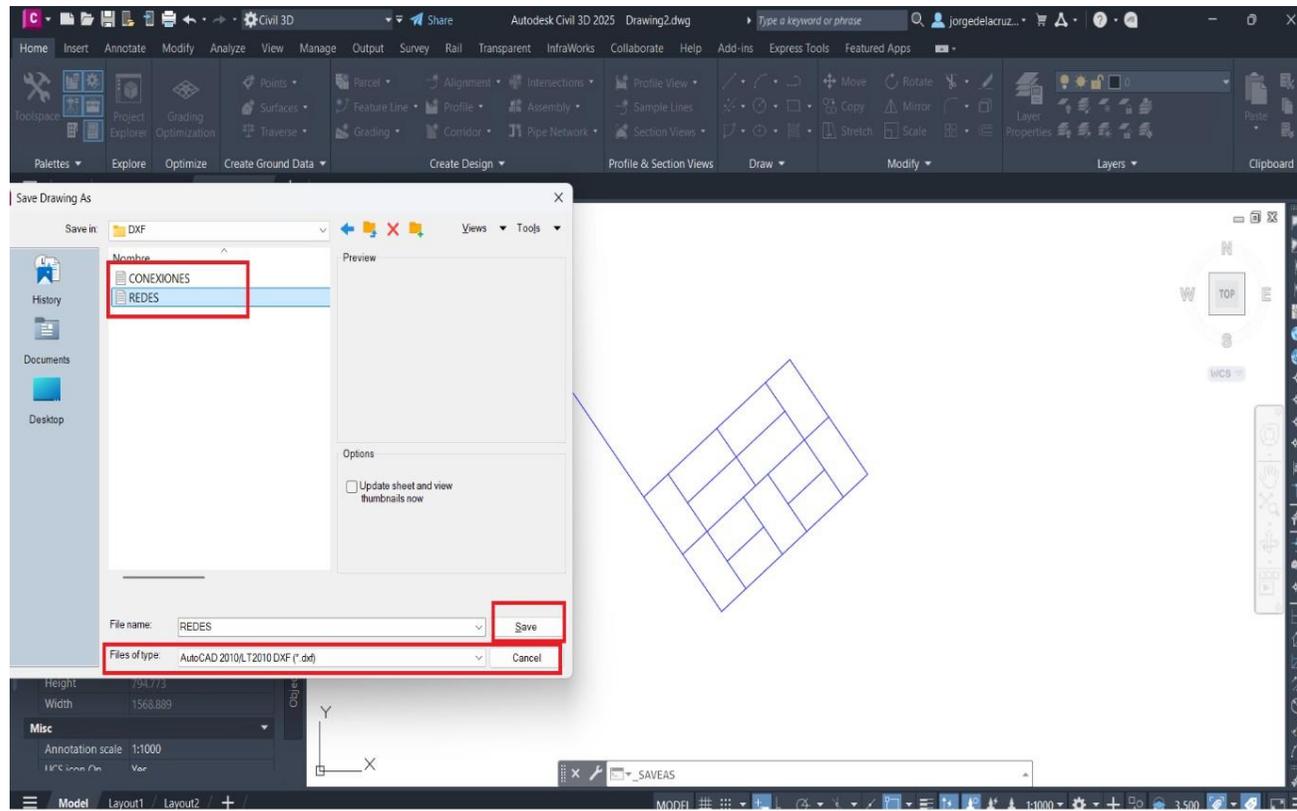
Colocación de puntos para las conexiones domiciliarias



- Luego los puntos que representarían las conexiones domiciliarias y las polilíneas que representarían las redes del sistema, los guardaremos en archivos DXF. 2010.

Figura 31

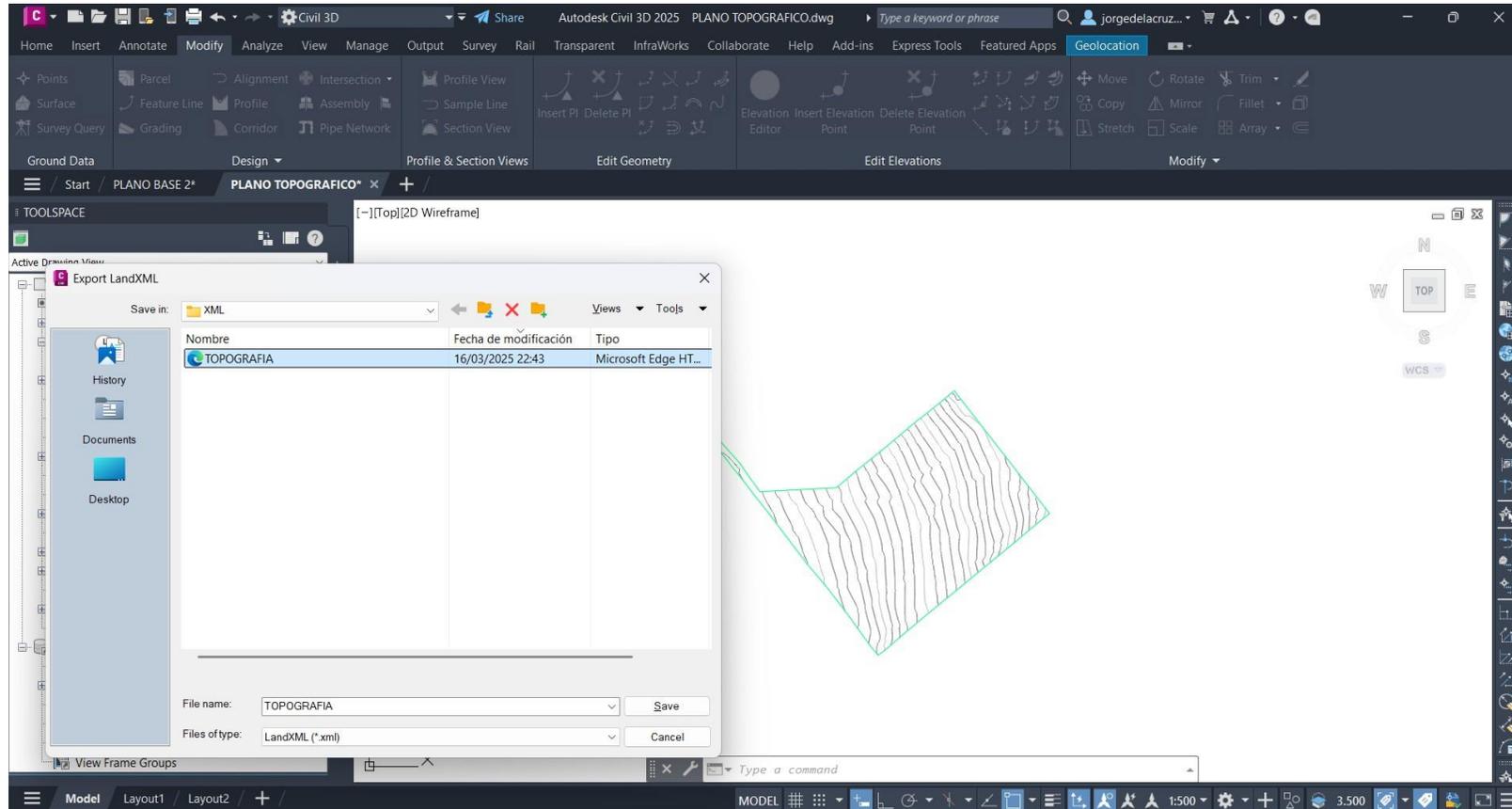
Archivos guardados en formatos DXF.2010



5. También exportaremos la superficie, pero esta vez en formato Land.XML.

Figura 32

Topografía exportada en formato LandXML



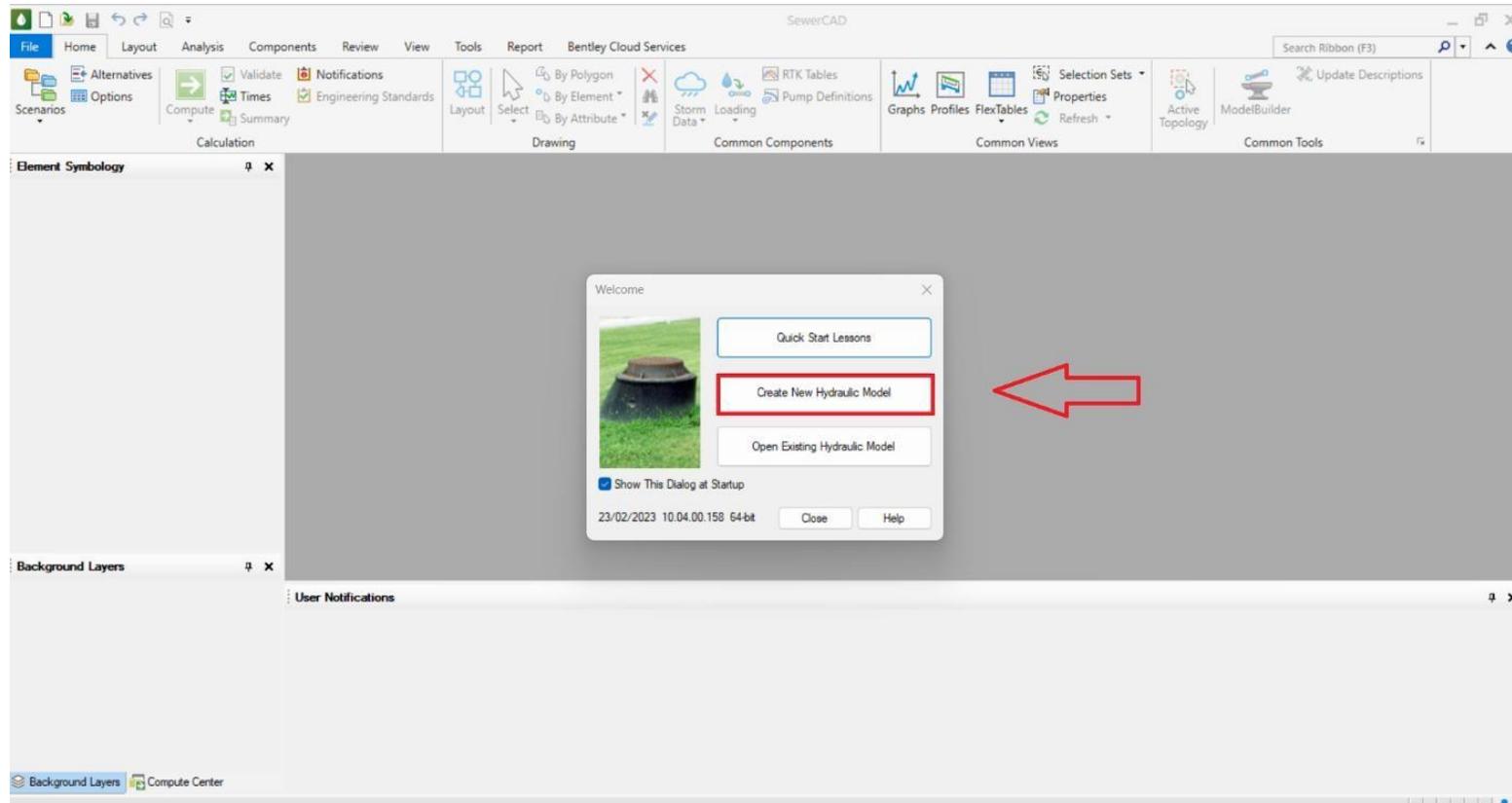


PROGRAMA SEWERCAD

1. Para iniciar abrimos el programa SewerCAD y seleccionamos la opción de crear un nuevo modelo hidráulico.

Figura 33

Inicio del programa SewerCAD



2. Siempre al iniciar a modelar, primero se verifico las unidades y para eso en la barra de menú que se encuentra en la parte superior nos vamos a la opción de Home → Common tools, y nos aparecerá la ventana de opciones. Escogemos la opción Units y en Reset Defaults escogemos el Sistema Internacional (SI)

Figura 34

Verificación del Sistema de unidades

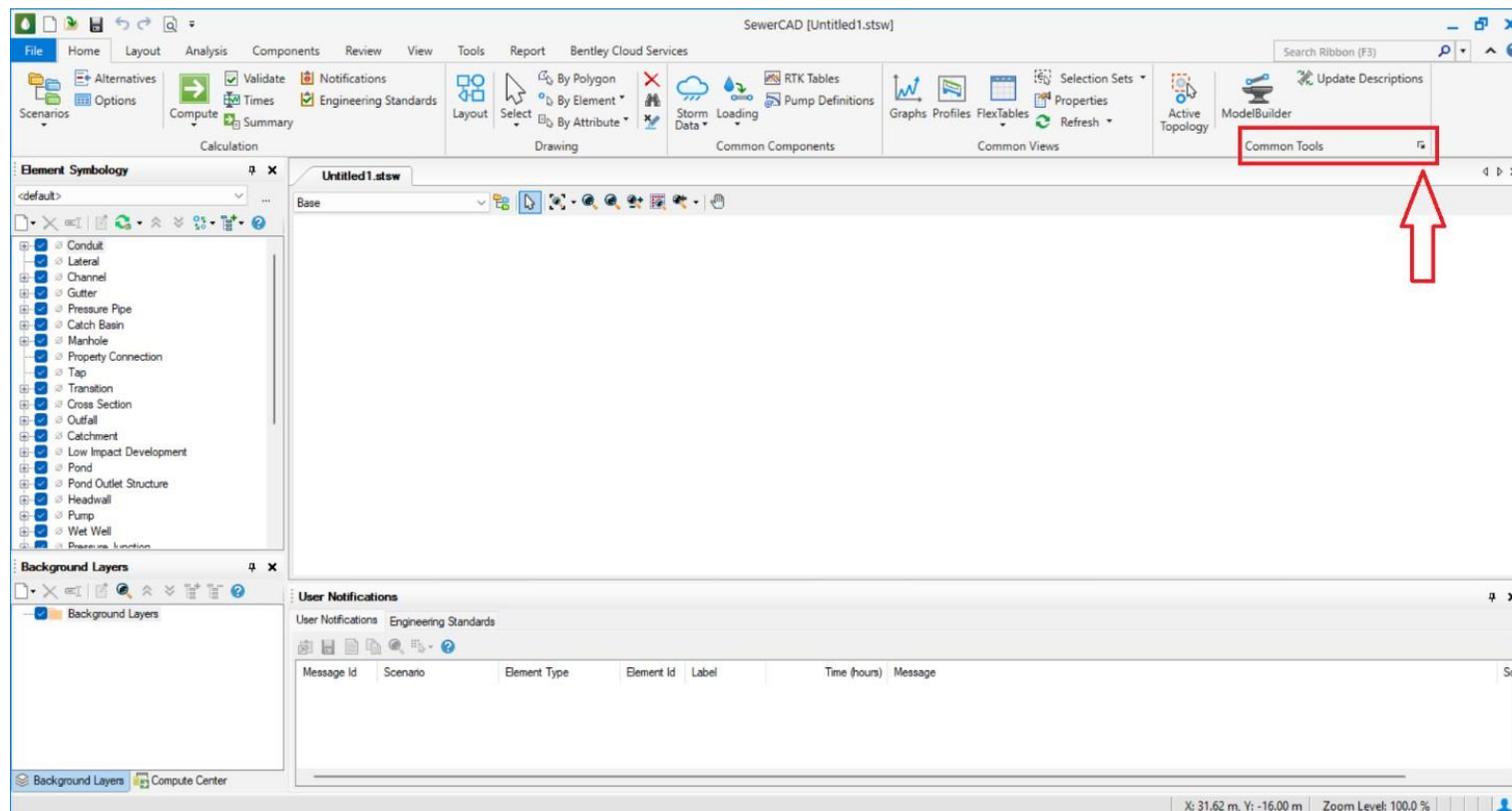
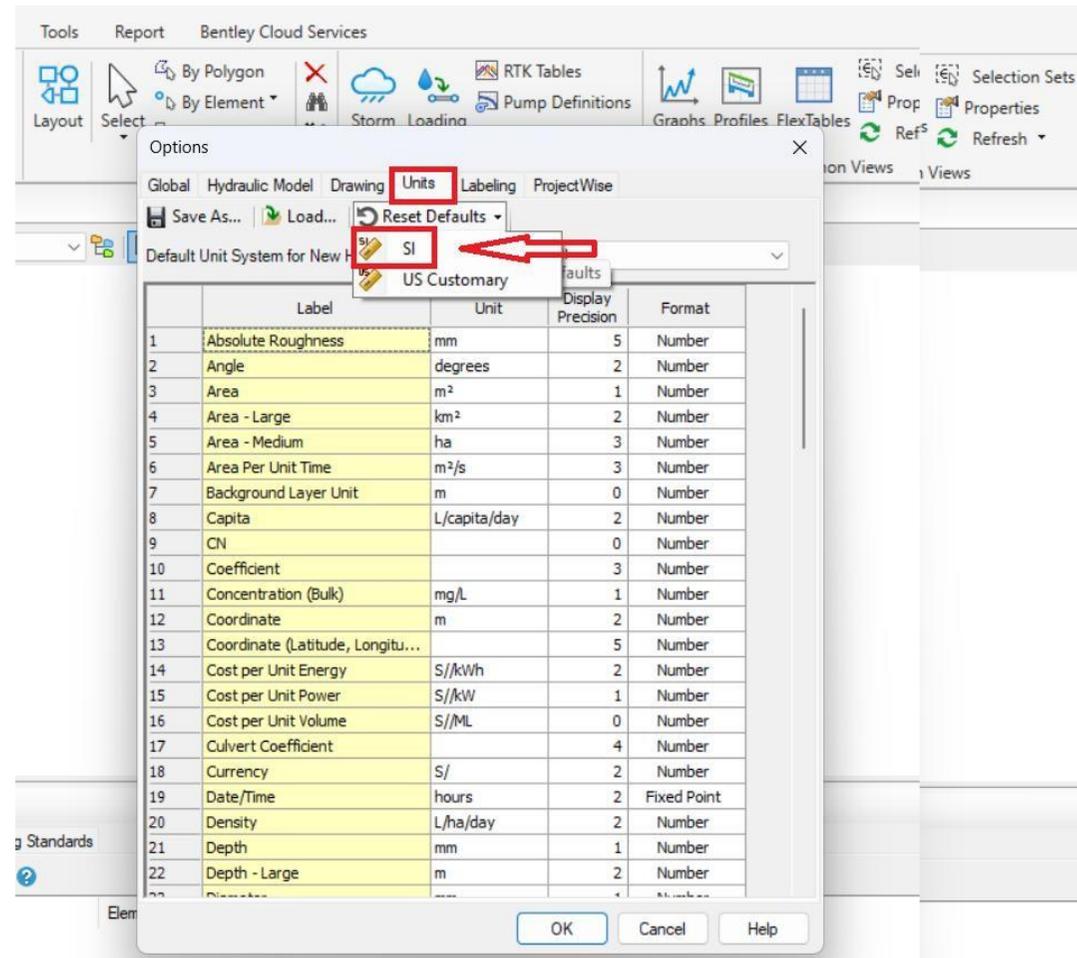


Figura 35

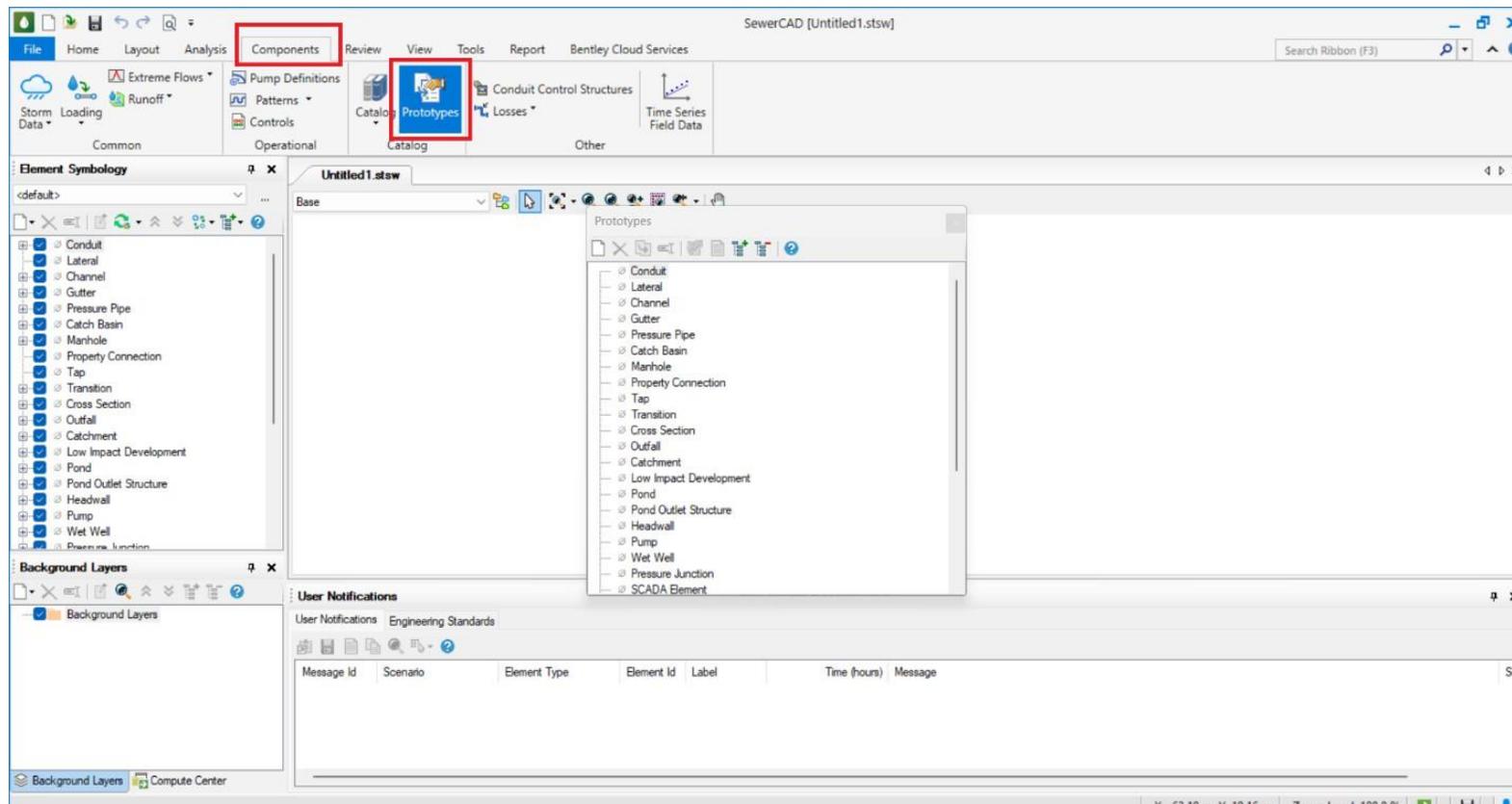
Selección del Sistema de Unidades



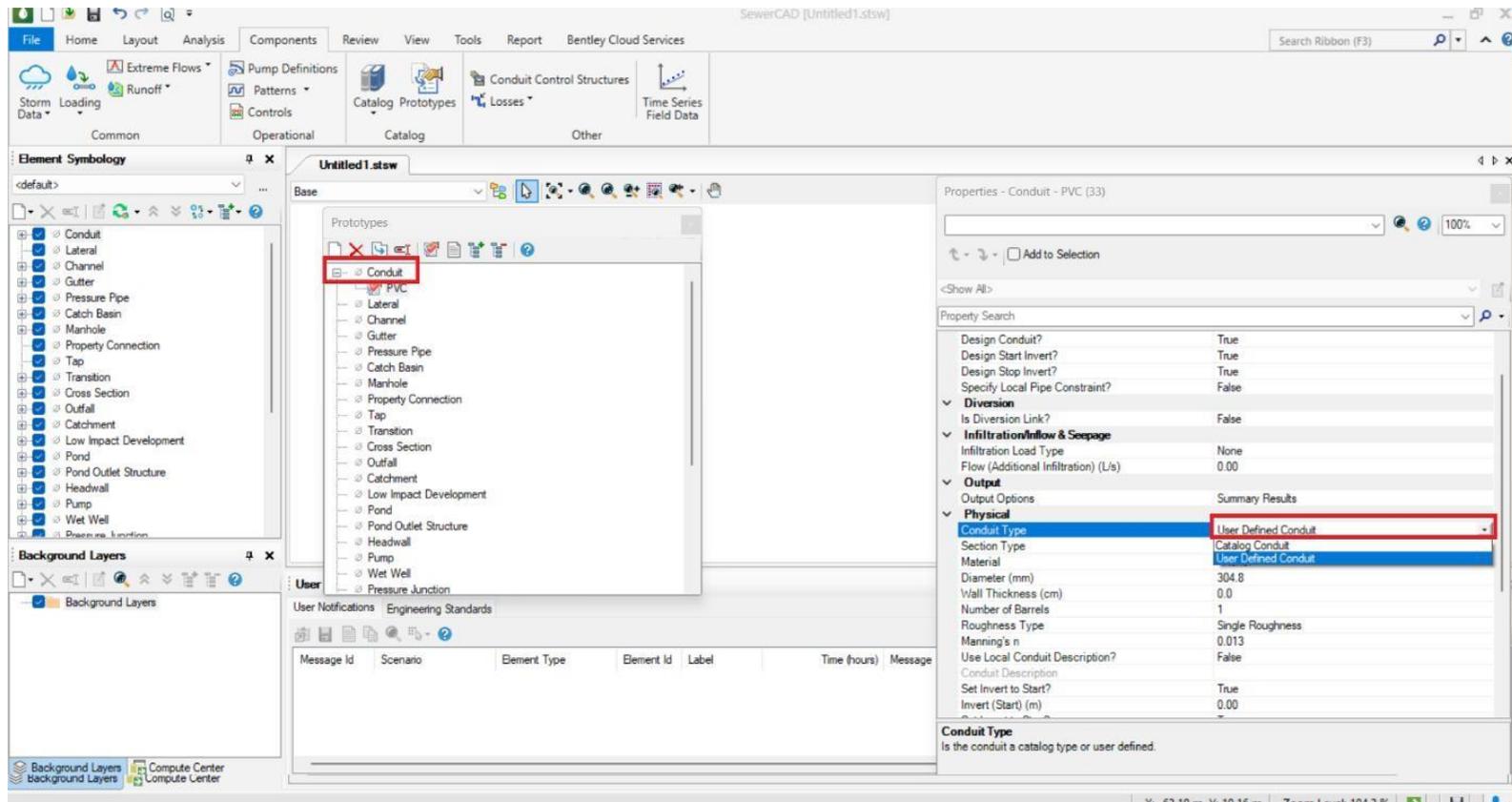
3. Luego, generaremos los prototipos de tubería que se va a utilizar en el modelado. Para esto nos vamos a la opción del menú en componentes y luego en la opción de prototypes.

Figura 36

Generación de los prototipos de tuberías.



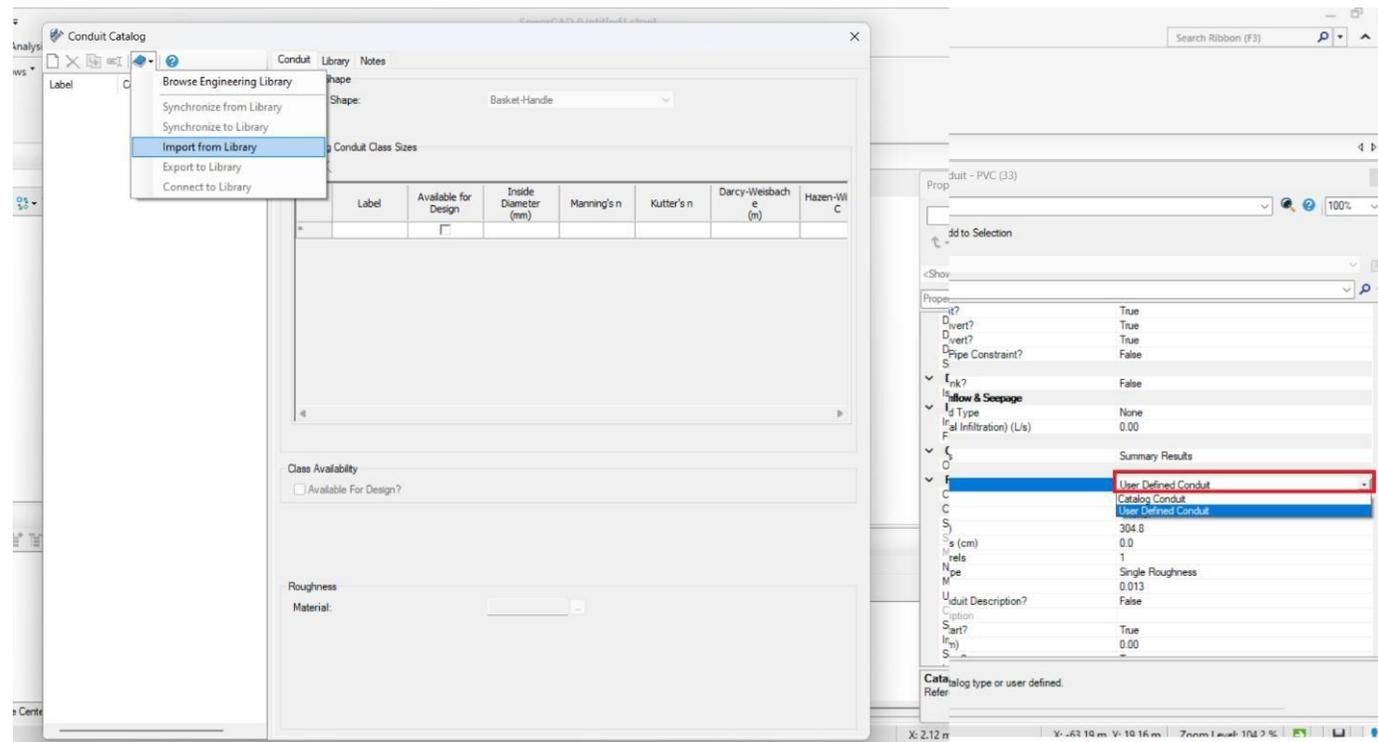
Procedemos a crear los nuevos tipos de tuberías, damos anticlick en Conduit y seleccionamos new, cambiamos el nombre a PVC, luego, hacemos doble click para abrir las propiedades de las tuberías y en la parte de tipo de tuberías seleccionamos Catalogo Conduit.

Figura 37*Creación de las nuevas tuberías*

Luego, procedemos a editar el catálogo, esto se realiza seleccionando en Section Type → Edit Conduit Catalogo y aparecerá la ventana del catálogo de la tubería. Para poder crear los tipos de tubería debemos primero importar el catálogo de la tubería que ya presenta el programa para luego editarlo, de esta manera es más sencillo.

Figura 38

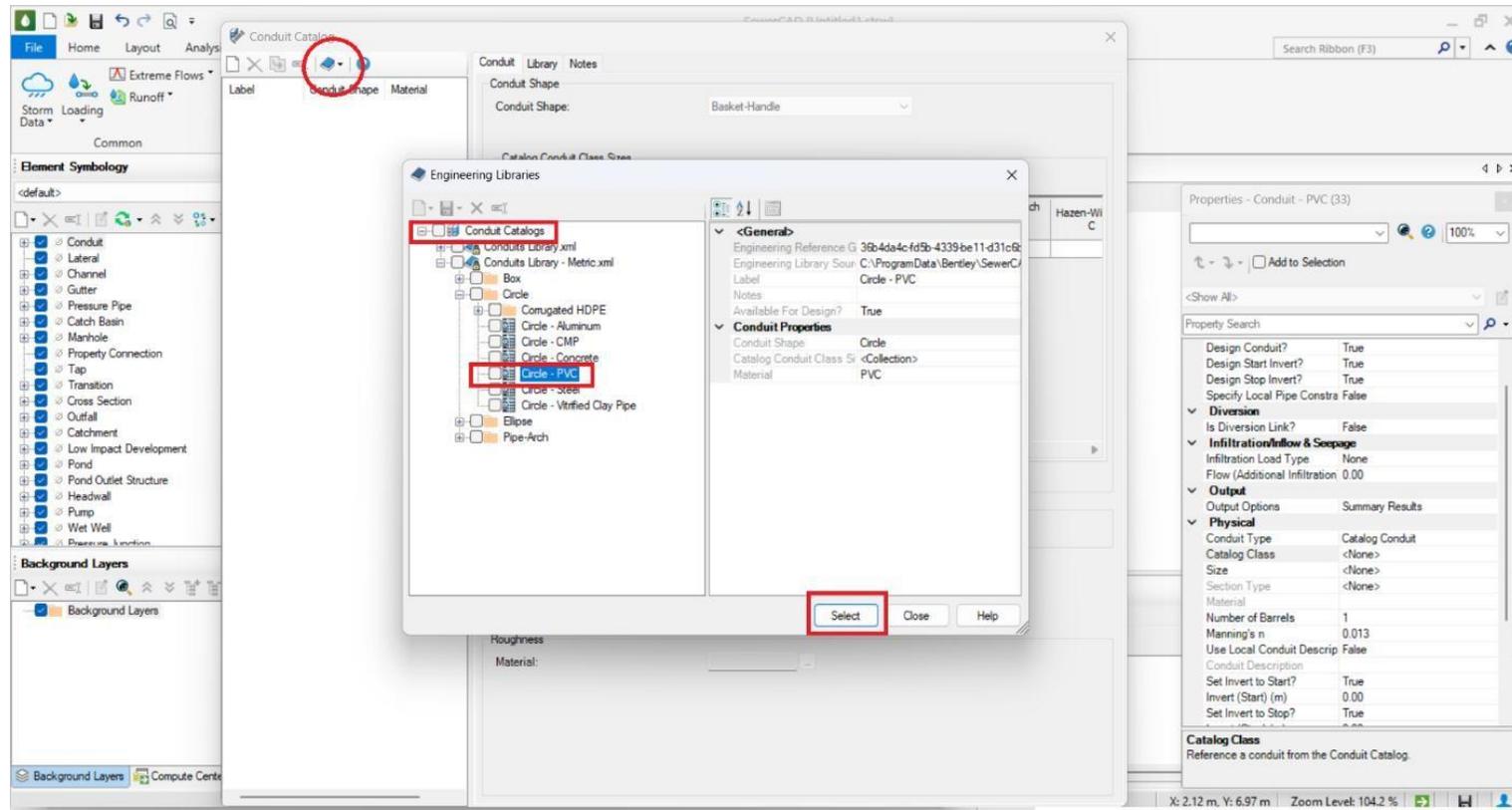
Ventana del catálogo de la tubería



Después, damos click en el librito y seleccionamos en import library, seguimos el siguiente orden de selección Conduit Catalogs → Conduit Library – Metric.xml → Circle → Circle – PVC y damos click en la opción de select.

Figura 39

Selección del catálogo de tubería



Luego, aparecerá la ventana del catálogo con las medidas de las tuberías, acá se procederá a cambiar los tipos diámetro de tuberías a los diámetros comerciales de la tubería seleccionada previamente. No olvidar marcar la casilla ‘Available for Design’, esto significa que está disponible para el diseño.

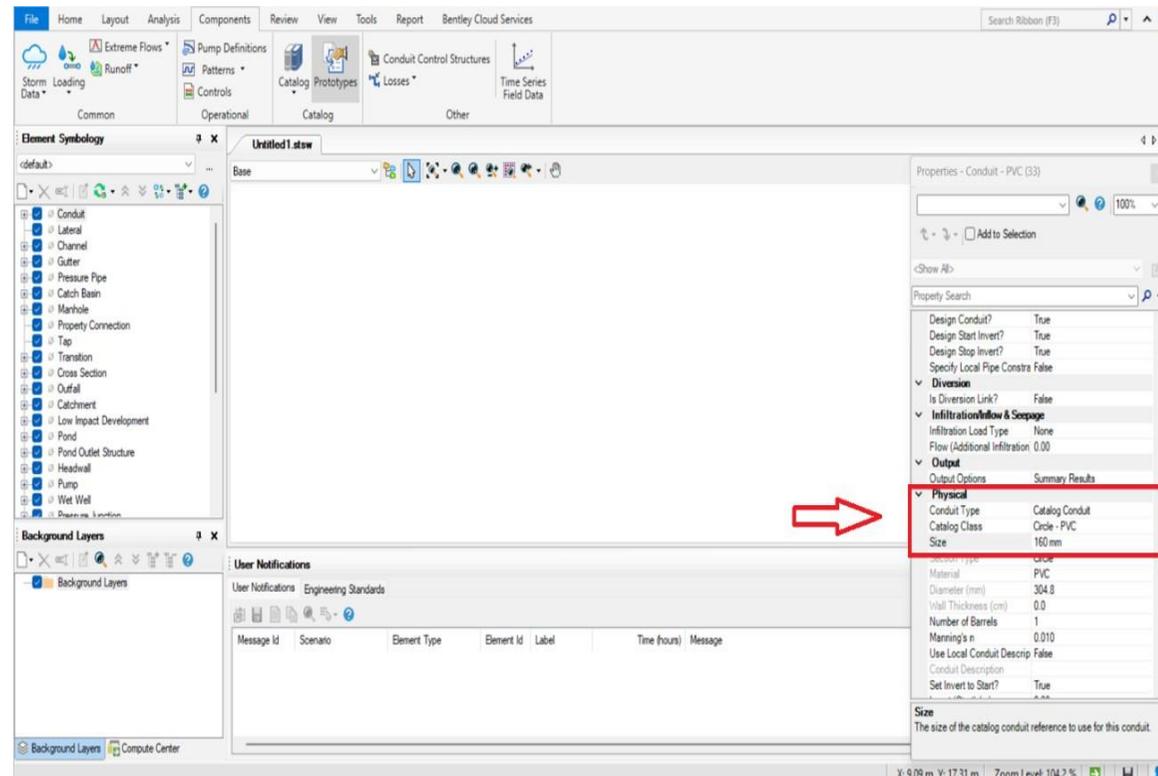
Figura 40

Cambio de los diámetros de las tuberías

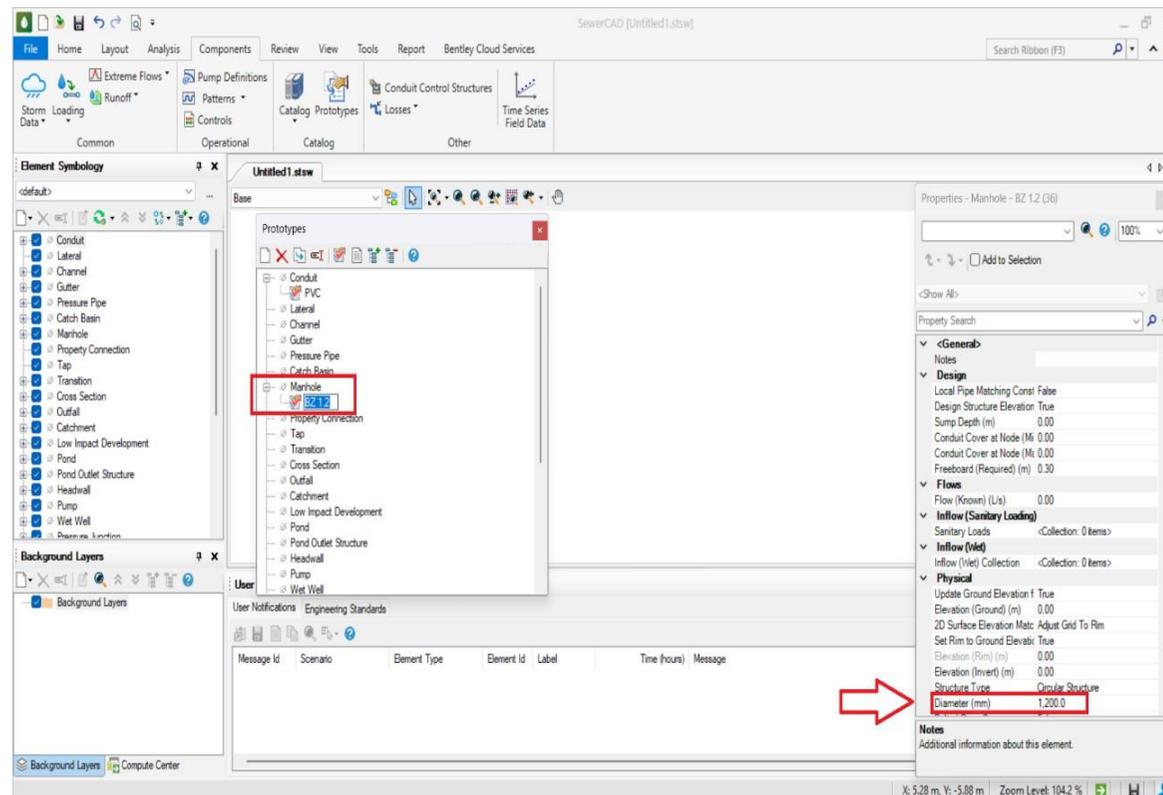
	Label	Available for Design	Inside Diameter (mm)	Manning's n	Kutter's n	Darcy-Weisbach e (m)	Hazen-W C
1	160 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	153.6	0.010	0.010	0.0001	
2	200 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	192.2	0.010	0.010	0.0001	
3	250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	240.2	0.010	0.010	0.0001	
4	315 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	302.6	0.010	0.010	0.0001	
5	355 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	341.0	0.010	0.010	0.0001	
6	400 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	384.4	0.010	0.010	0.0001	
*		<input type="checkbox"/>					

Class Availability
 Available For Design?

Cerramos las ventanas y propiedades físicas de la tubería en Catalogo Class seleccionamos el catálogo creado y en Size la medida del menor diámetro creado.

Figura 41*Propiedades físicas de las tuberías*

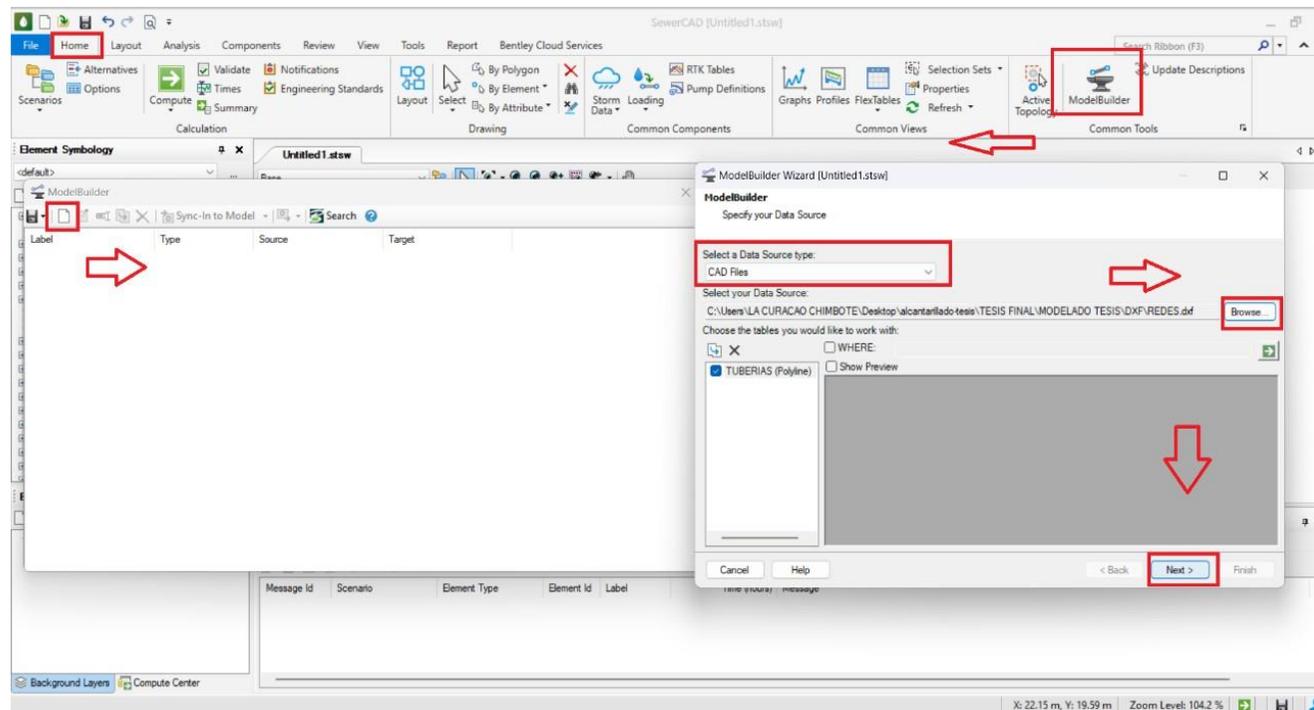
4. También crearemos los prototipos de los buzones (Manhole) y luego abrimos sus propiedades y editamos su diámetro que es de 1.20 metros según la norma.

Figura 42*Creación del prototipo de buzones*

5. Ahora importaremos nuestro modelo que previamente fue guardado con la extensión dxf, para esto se utilizará la herramienta del programa ModelBuilder, al hacer click a esta herramienta aparecerá su ventana y procedemos a crear uno nuevo con la opción que tiene como símbolo una hoja de papel blanco. Al crear uno nuevo aparecerá la ventana de creación de un nuevo modelo, seleccioné un tipo de fuente de datos escogemos la opción de CAD files, luego en “Browse” escogemos el archivo y damos en siguiente.

Figura 43

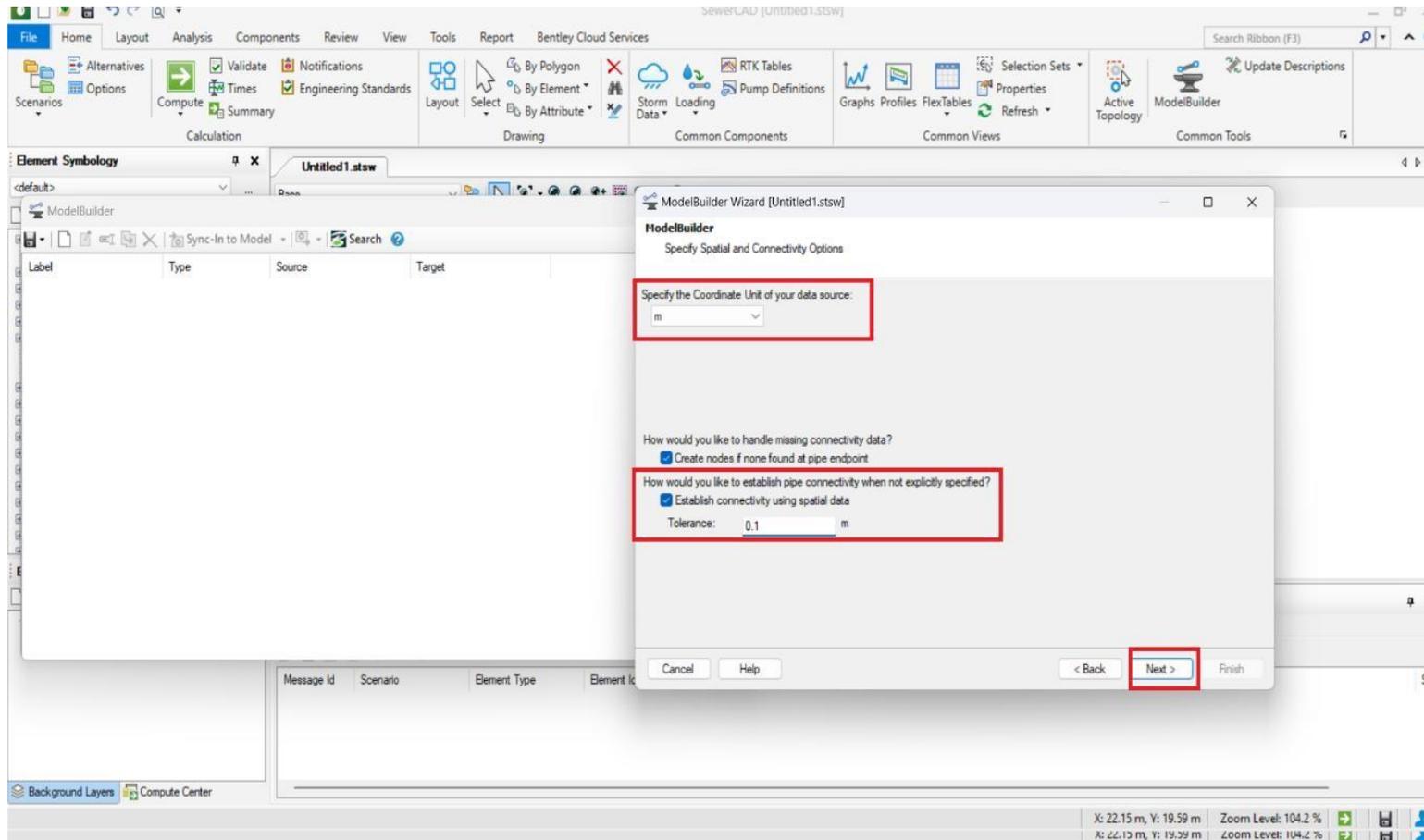
Cargar el archivo DXF



Luego, cambiamos las unidades del sistema de coordenadas a metros, la tolerancia a una medida muy baja en este caso 0.1 y damos en siguiente.

Figura 44

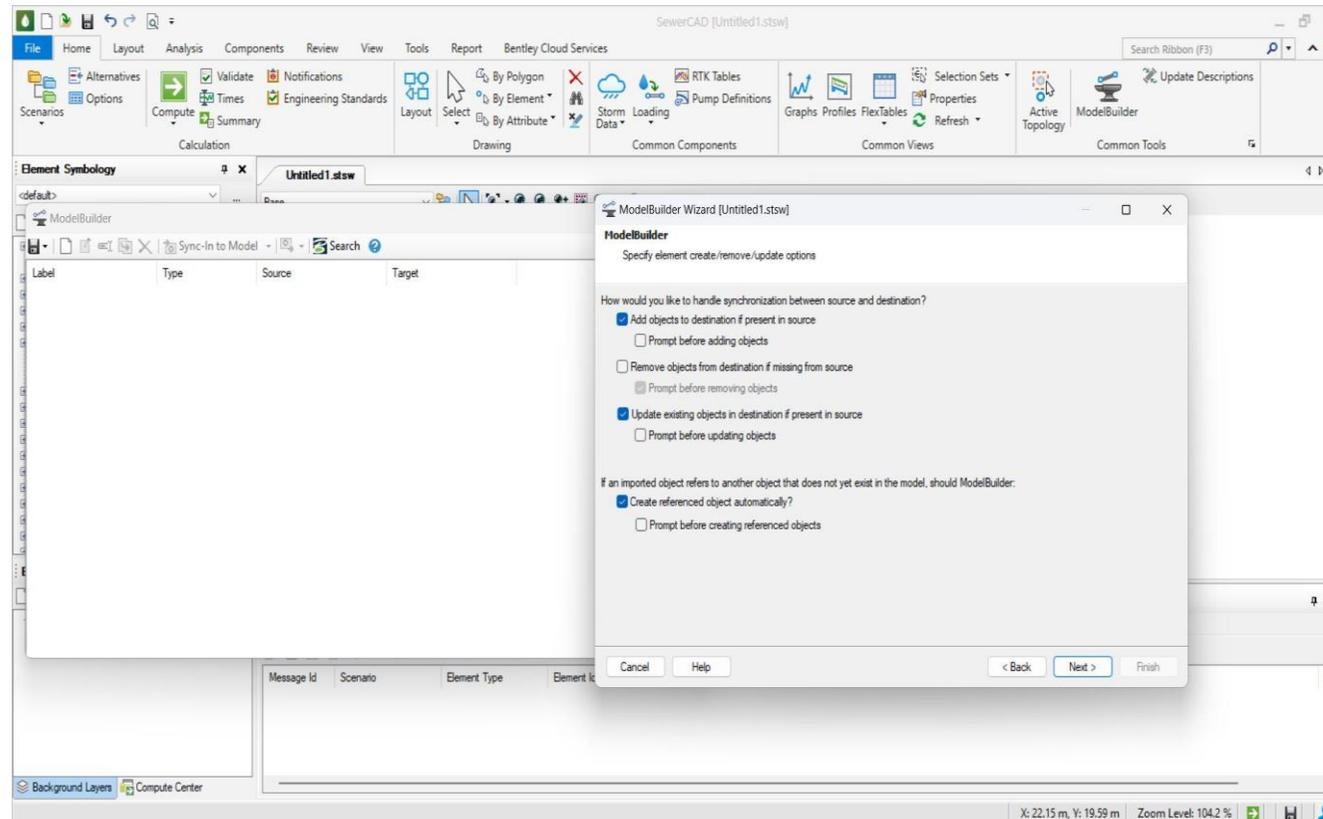
Tolerancia del sistema de tuberías importadas



En la siguiente ventana en especificar las opciones de creación /eliminación /actualización de elementos lo dejamos como esta ya que esto ya viene predefinido por el programa y está correcto, solo damos en siguiente.

Figura 45

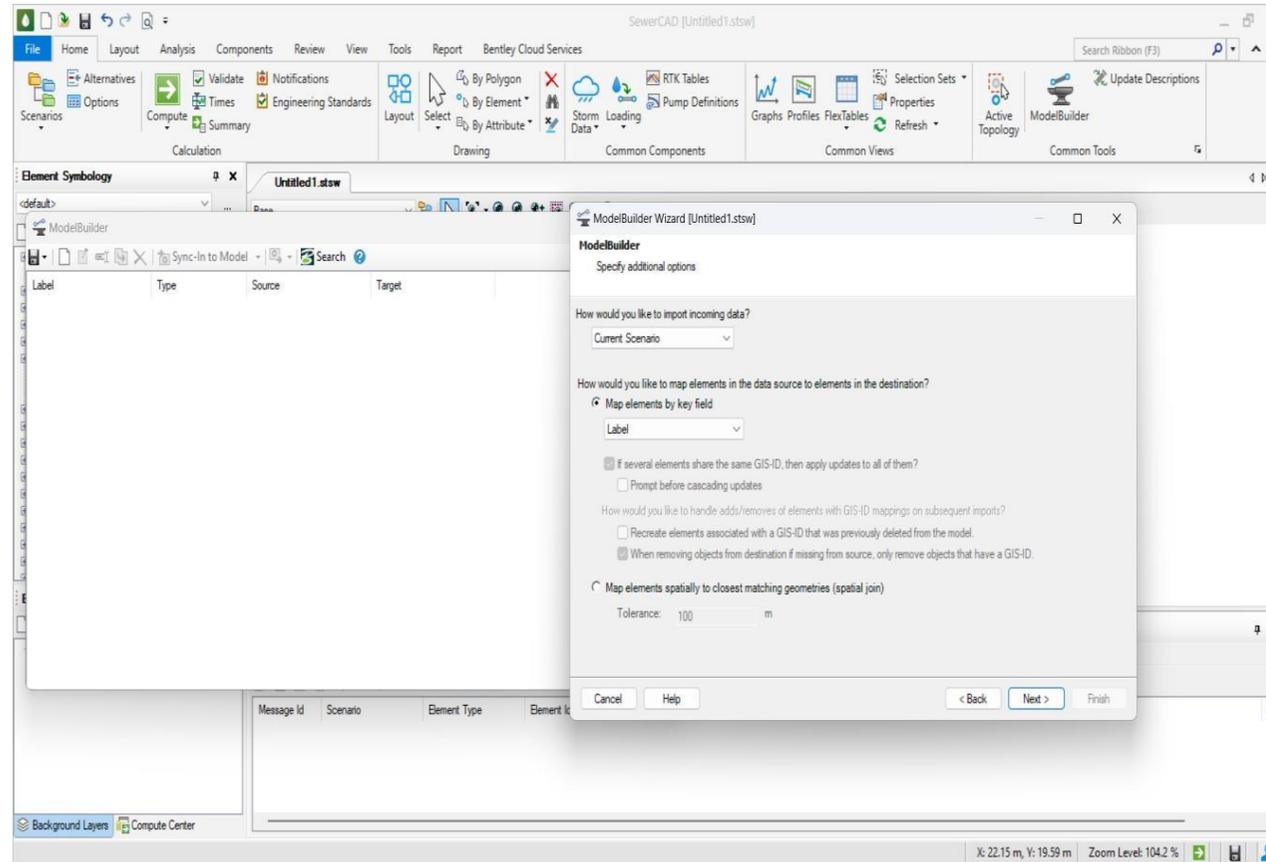
Ventana de opciones de creación/eliminación/actualización de elementos



Luego aparecerá la ventana de opciones adicionales y también solo damos en siguiente.

Figura 46

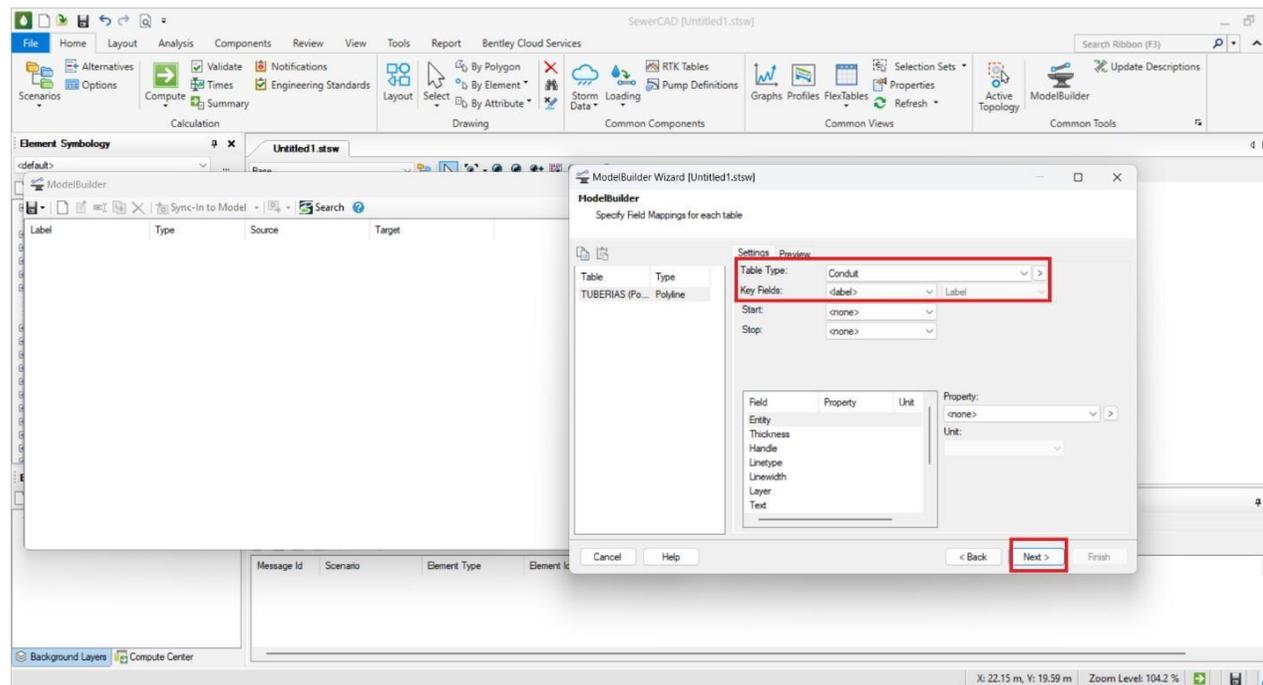
Ventana de opciones adicionales



En la siguiente ventana de especificar asignaciones de campos para cada tabla en Tipo de Tabla seleccionamos la opción a la que se va convertir nuestro archivo en este caso son polilíneas y se convertirán en tuberías o conductos (Conduit), en campos claves siempre se selecciona en etiqueta (label) y damos en siguiente.

Figura 47

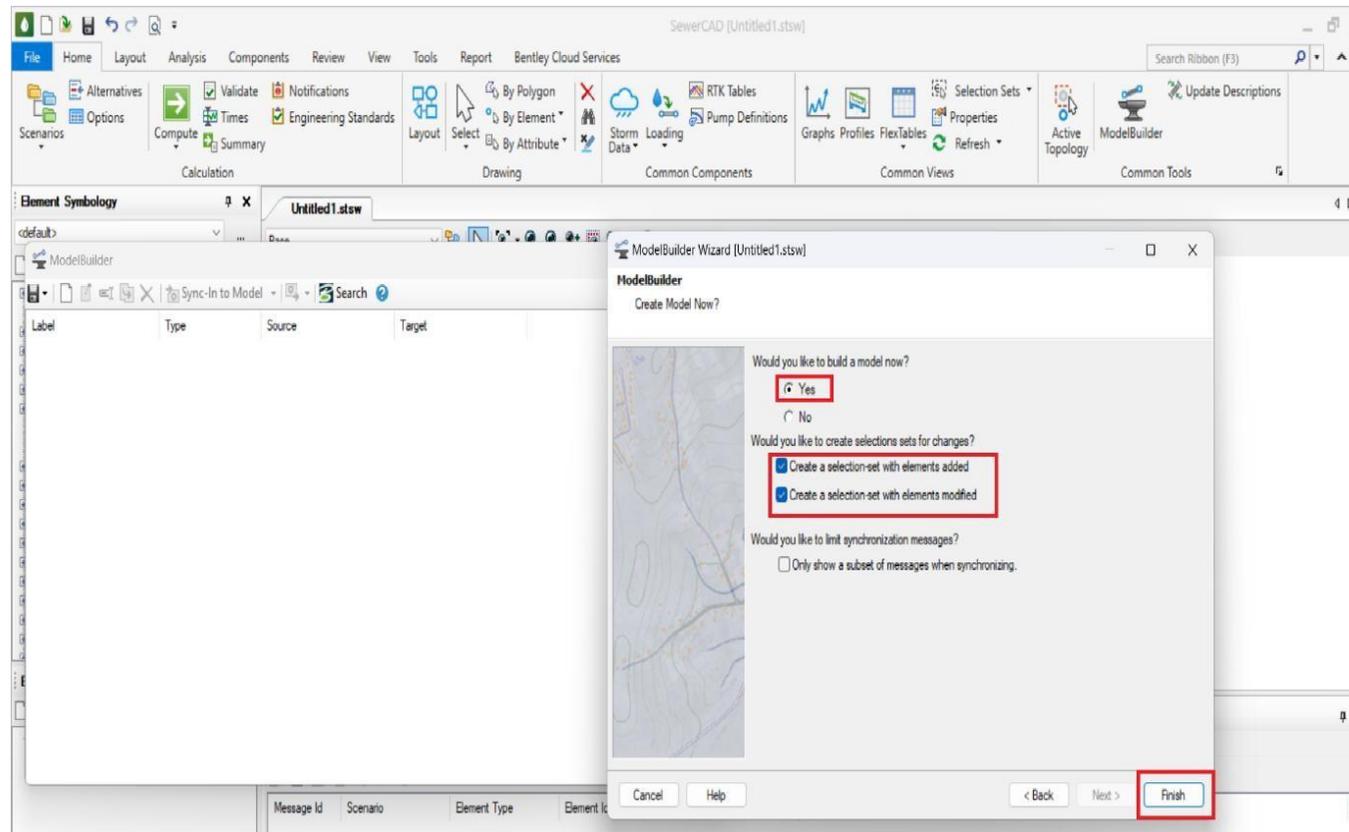
Ventana de asignaciones de campos para cada tabla



Por último, se debe de seleccionar la opción de si en crear un nuevo modelo y le damos en finalizar

Figura 48

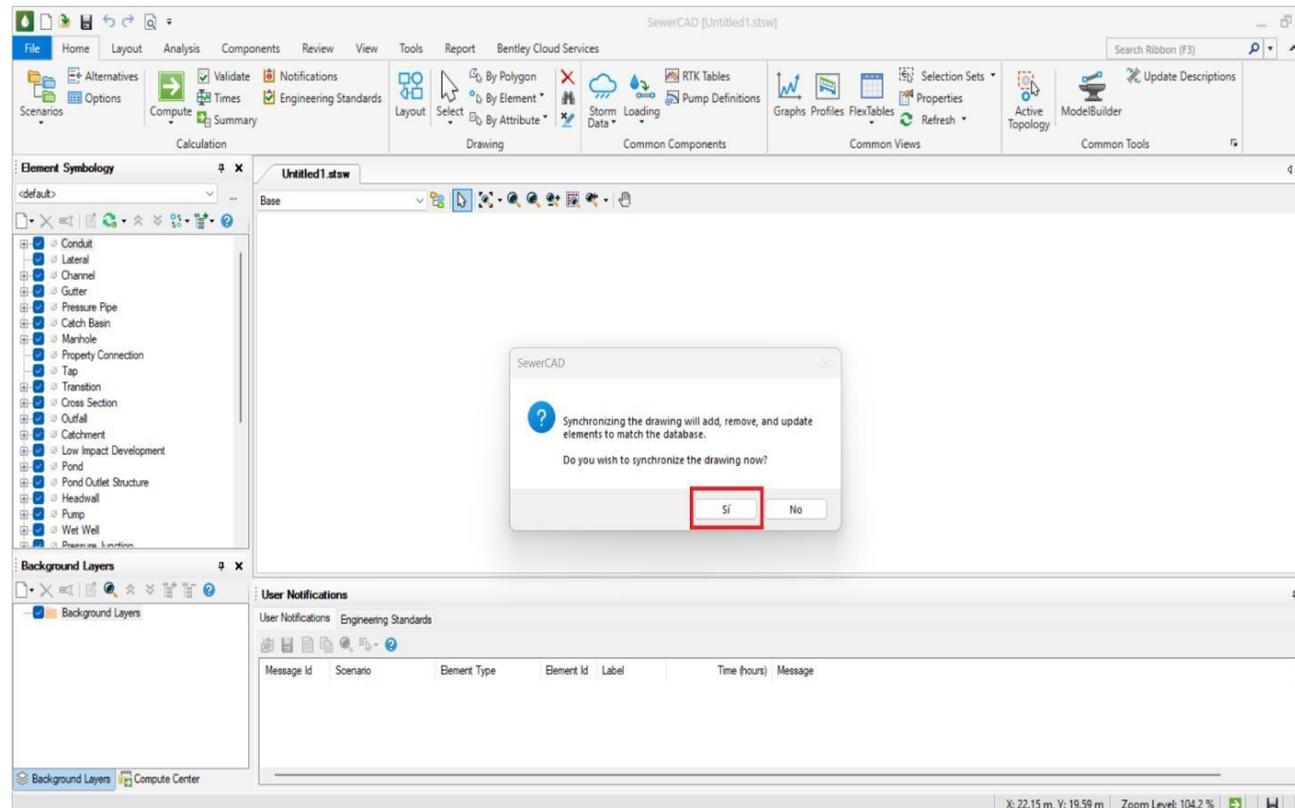
Creación de un nuevo modelo



Al aparecer la ventana que se aprecia en la imagen, seleccionamos la opción si en la pregunta de ¿Desea sincronizar el dibujo ahora?

Figura 49

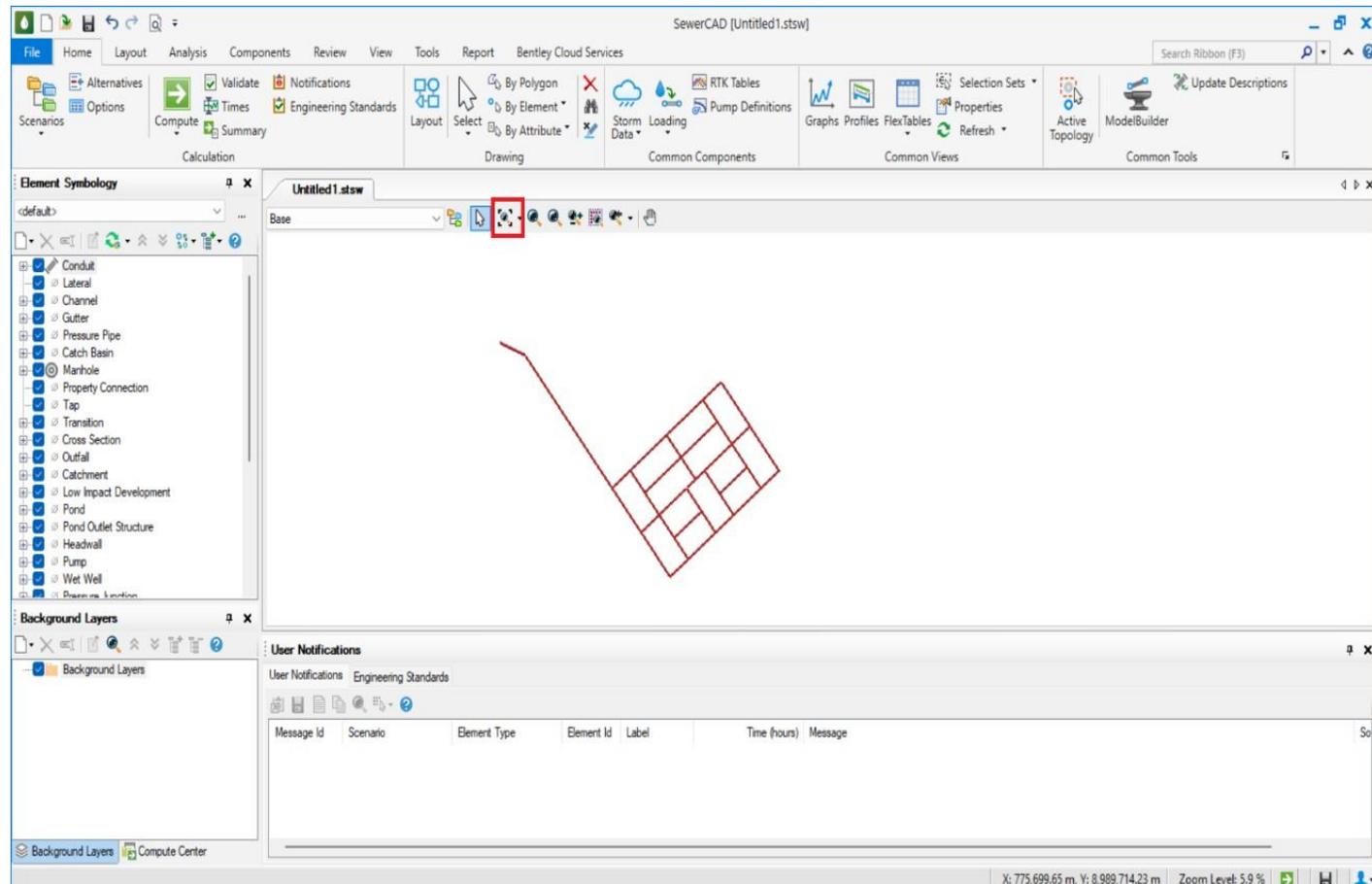
Sincronización del dibujo



Al final aparecerá en blanco y para poder apreciar el archivo importado damos en la herramienta Zoom Extends.

Figura 50

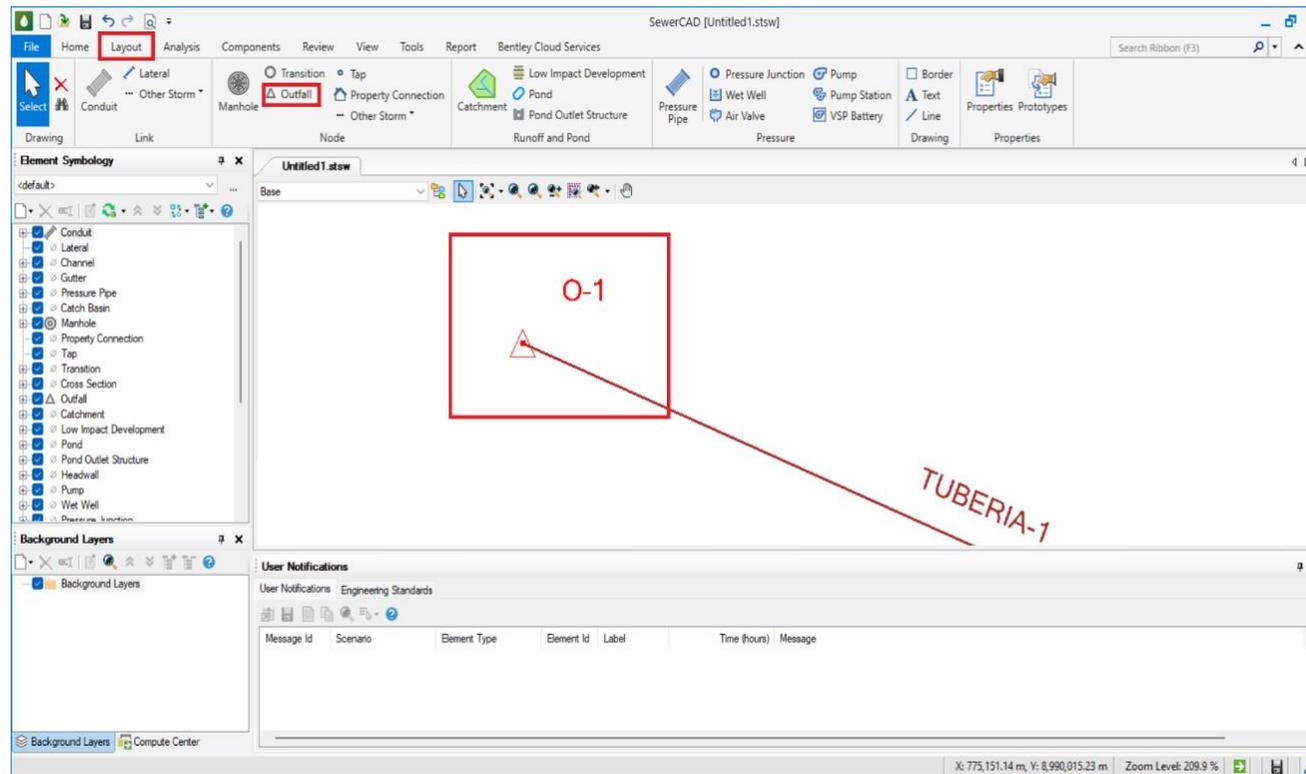
Redes y buzones importados al programa



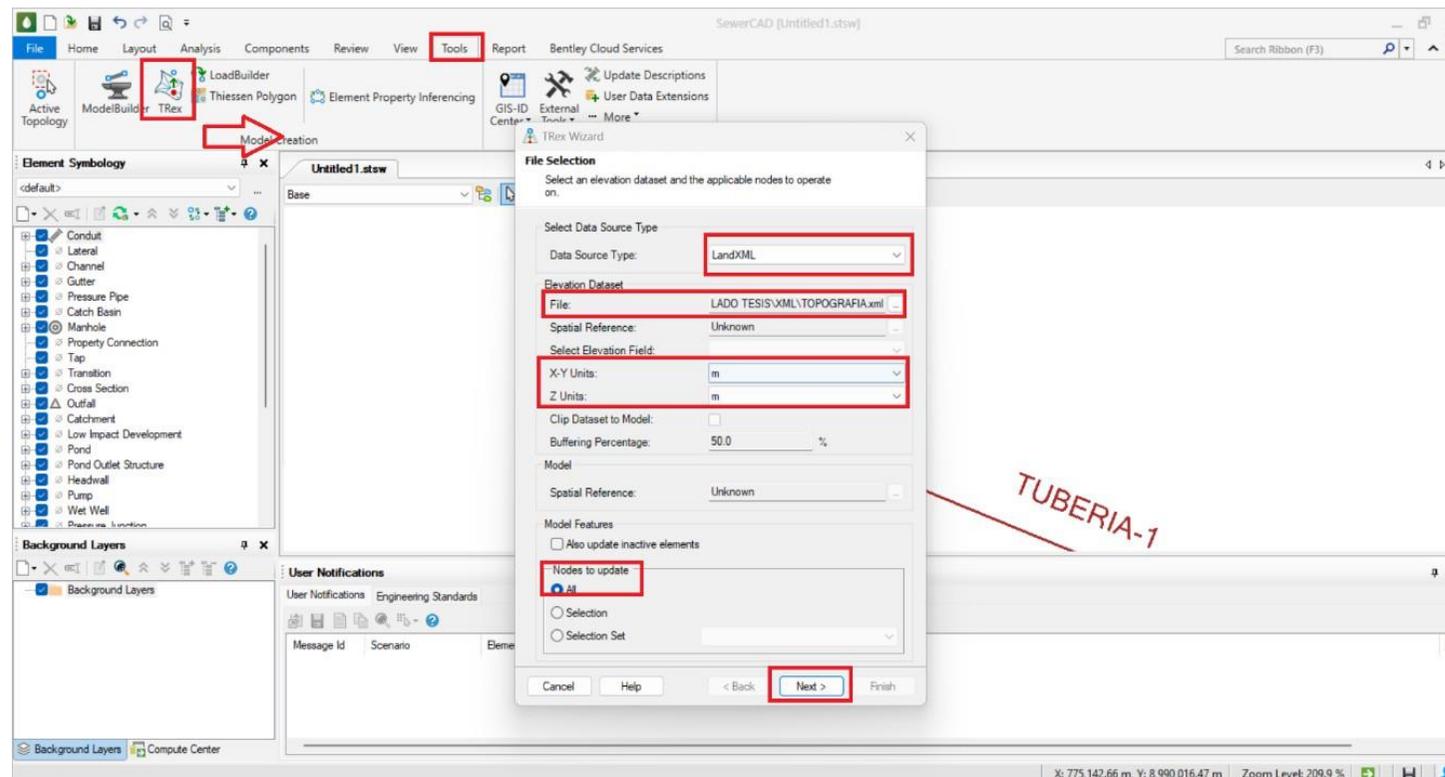
- Luego insertaremos la fuente de desfogue de nuestro sistema que puede ser una PTAR o un buzón existente, para esto vamos al menú en la opción de Layout seleccionamos Outfall y seleccionamos en el dibujo el buzón que representara el buzón existente donde se descargaría todo el sistema

Figura 51

Selección del buzón de descargar (Outfall)



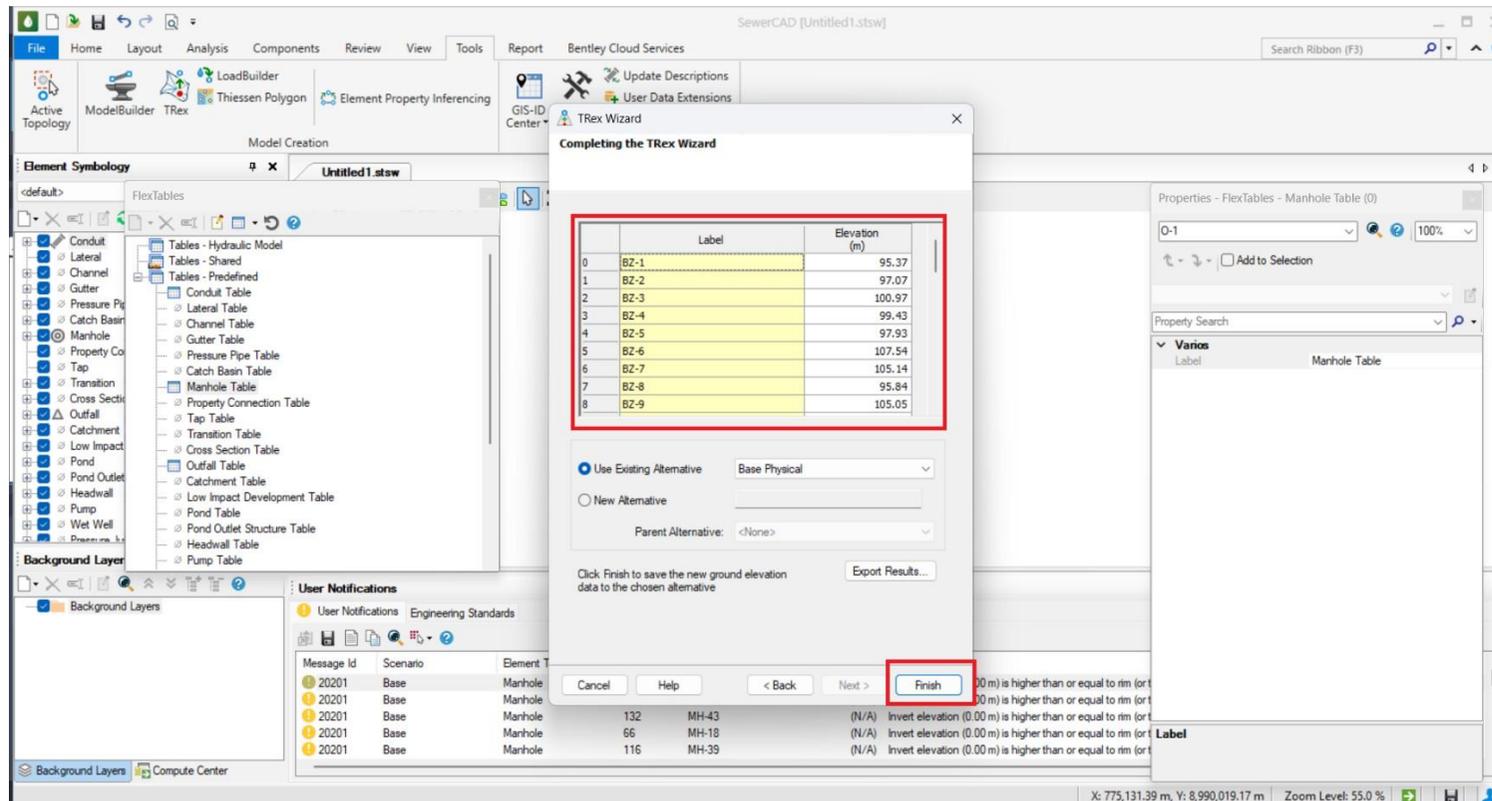
- Después, para poder darles las elevaciones a todos los elementos que tenemos en el dibujo procederemos a importar el plano de curvas de nivel. Para esto utilizaremos la herramienta TRex, en este caso lo importaremos en formato LandXML, en file seleccionamos el archivo, también seleccionamos las unidades a metros y seleccionamos todos en nodos para actualizar y finalmente siguiente.

Figura 52*Herramienta TRex*

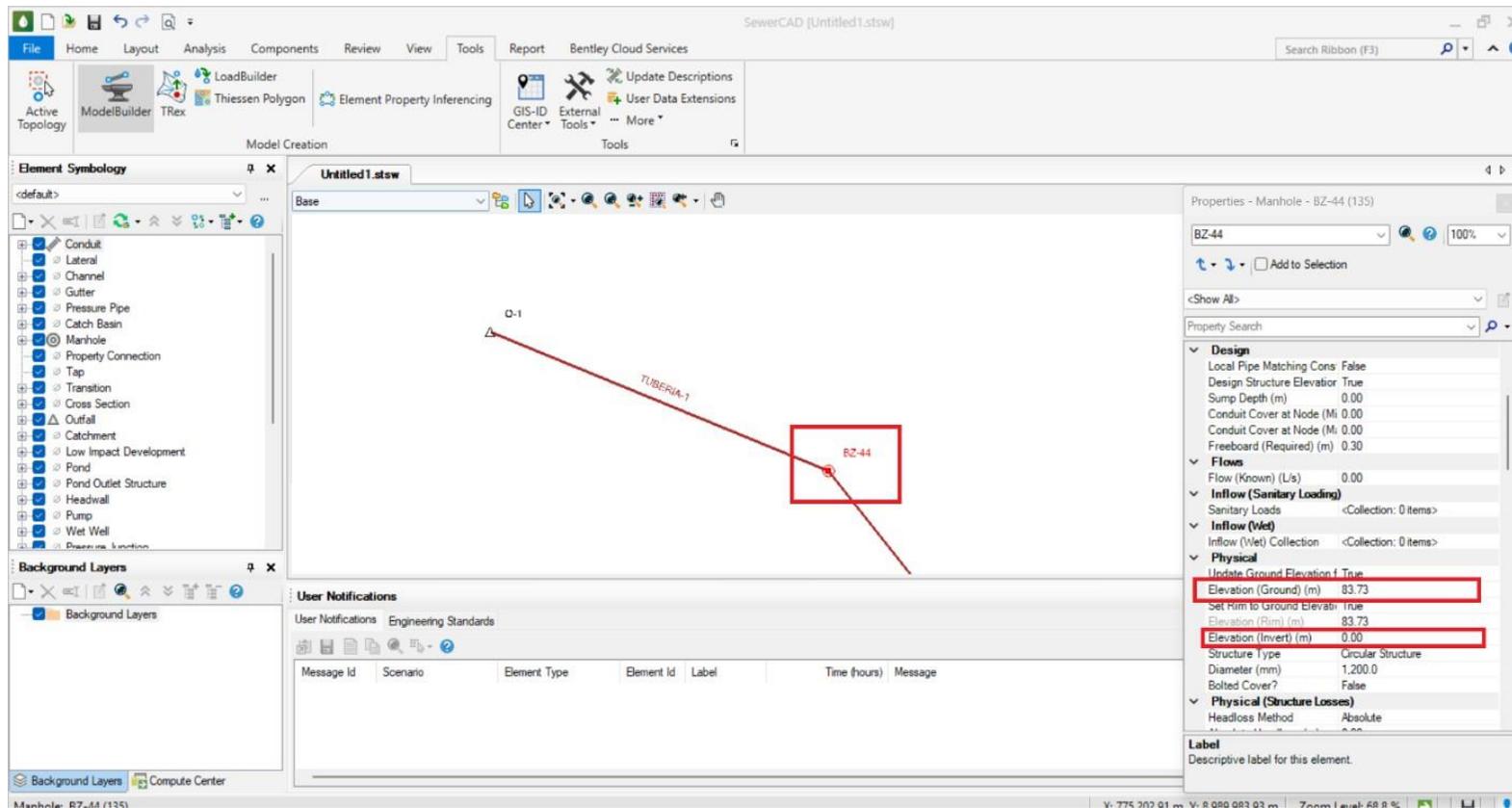
Inmediatamente nos saldrá la ventana con las elevaciones de los buzones, al exportarlos en formato LandXML, es más seguro que no se detecte errores y luego damos en finalizar.

Figura 53

Tabla de elevaciones de buzones



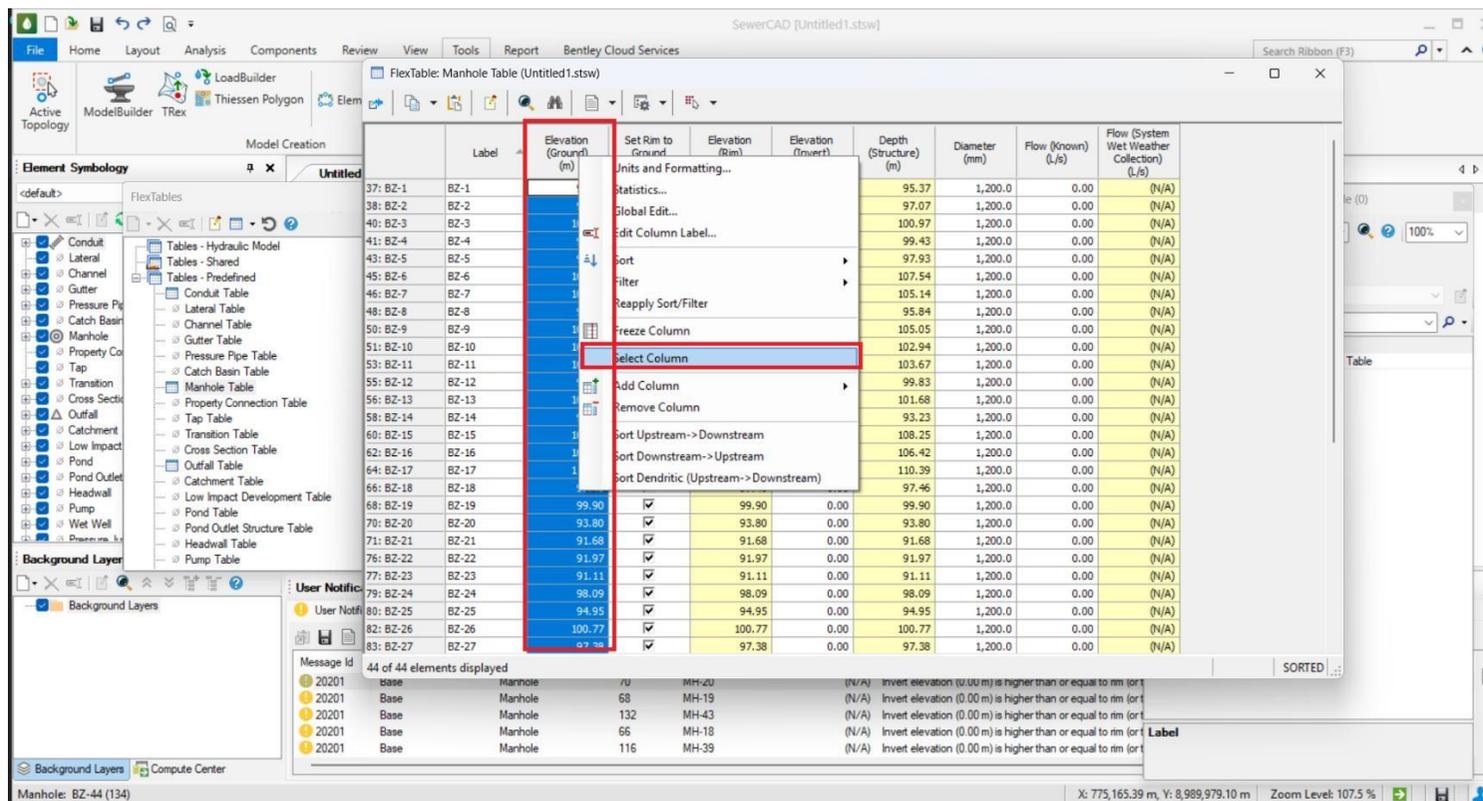
Se puede observar que ya se asignó la elevación de los buzones, es este caso la cota de tapa de los buzones (Elevation Ground) pero aún falta las cotas de fondo del buzón (Elevation Invert).

Figura 54*Cota de tapa del buzón*

8. Luego provisionalmente colocaremos las cotas de fondo del buzón, esto para que no nos salga error en las validaciones que realizaremos. Para esto vamos la tabla de reportes de buzones y seleccionamos toda la comuna de las elevaciones y copiamos con control + C, para luego pegarlos la columna de Elevation Invert.

Figura 55

Tabla de reporte de buzones

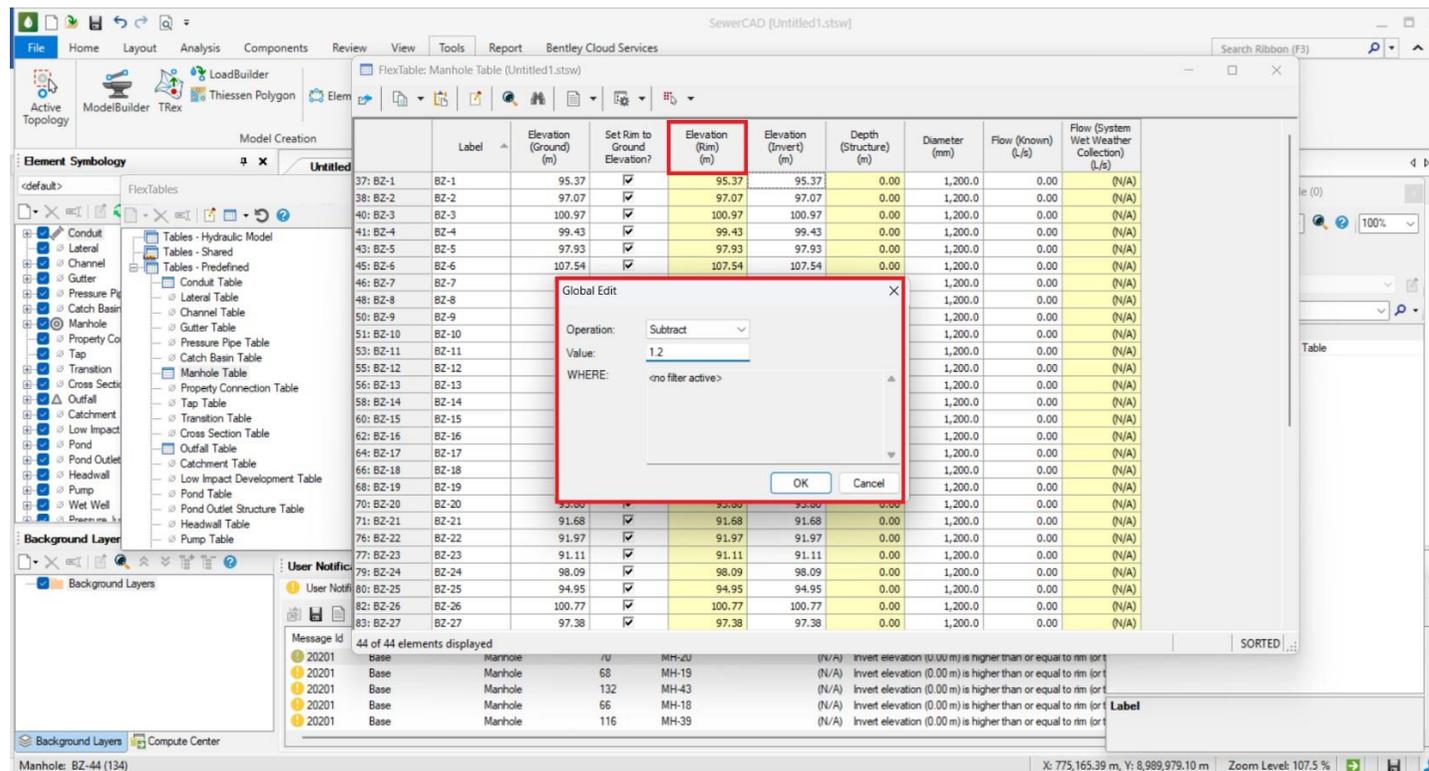


Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground	Elevation (Rim)	Elevation (Invert)	Depth (Structure) (m)	Diameter (mm)	Flow (Known) (L/s)	Flow (System Wet Weather Collection) (L/s)
37: BZ-1	BZ-1				95.37	1,200.0	0.00	(N/A)
38: BZ-2	BZ-2				97.07	1,200.0	0.00	(N/A)
40: BZ-3	BZ-3				100.97	1,200.0	0.00	(N/A)
41: BZ-4	BZ-4				99.43	1,200.0	0.00	(N/A)
43: BZ-5	BZ-5				97.93	1,200.0	0.00	(N/A)
45: BZ-6	BZ-6				107.54	1,200.0	0.00	(N/A)
46: BZ-7	BZ-7				105.14	1,200.0	0.00	(N/A)
48: BZ-8	BZ-8				95.84	1,200.0	0.00	(N/A)
50: BZ-9	BZ-9				105.05	1,200.0	0.00	(N/A)
51: BZ-10	BZ-10				102.94	1,200.0	0.00	(N/A)
53: BZ-11	BZ-11				103.67	1,200.0	0.00	(N/A)
55: BZ-12	BZ-12				99.83	1,200.0	0.00	(N/A)
56: BZ-13	BZ-13				101.68	1,200.0	0.00	(N/A)
58: BZ-14	BZ-14				93.23	1,200.0	0.00	(N/A)
60: BZ-15	BZ-15				108.25	1,200.0	0.00	(N/A)
62: BZ-16	BZ-16				106.42	1,200.0	0.00	(N/A)
64: BZ-17	BZ-17				110.39	1,200.0	0.00	(N/A)
66: BZ-18	BZ-18				97.46	1,200.0	0.00	(N/A)
68: BZ-19	BZ-19				99.90	1,200.0	0.00	(N/A)
70: BZ-20	BZ-20				93.80	1,200.0	0.00	(N/A)
71: BZ-21	BZ-21				91.68	1,200.0	0.00	(N/A)
76: BZ-22	BZ-22				91.97	1,200.0	0.00	(N/A)
77: BZ-23	BZ-23				91.11	1,200.0	0.00	(N/A)
79: BZ-24	BZ-24				98.09	1,200.0	0.00	(N/A)
80: BZ-25	BZ-25				94.95	1,200.0	0.00	(N/A)
82: BZ-26	BZ-26				100.77	1,200.0	0.00	(N/A)
83: BZ-27	BZ-27				97.38	1,200.0	0.00	(N/A)

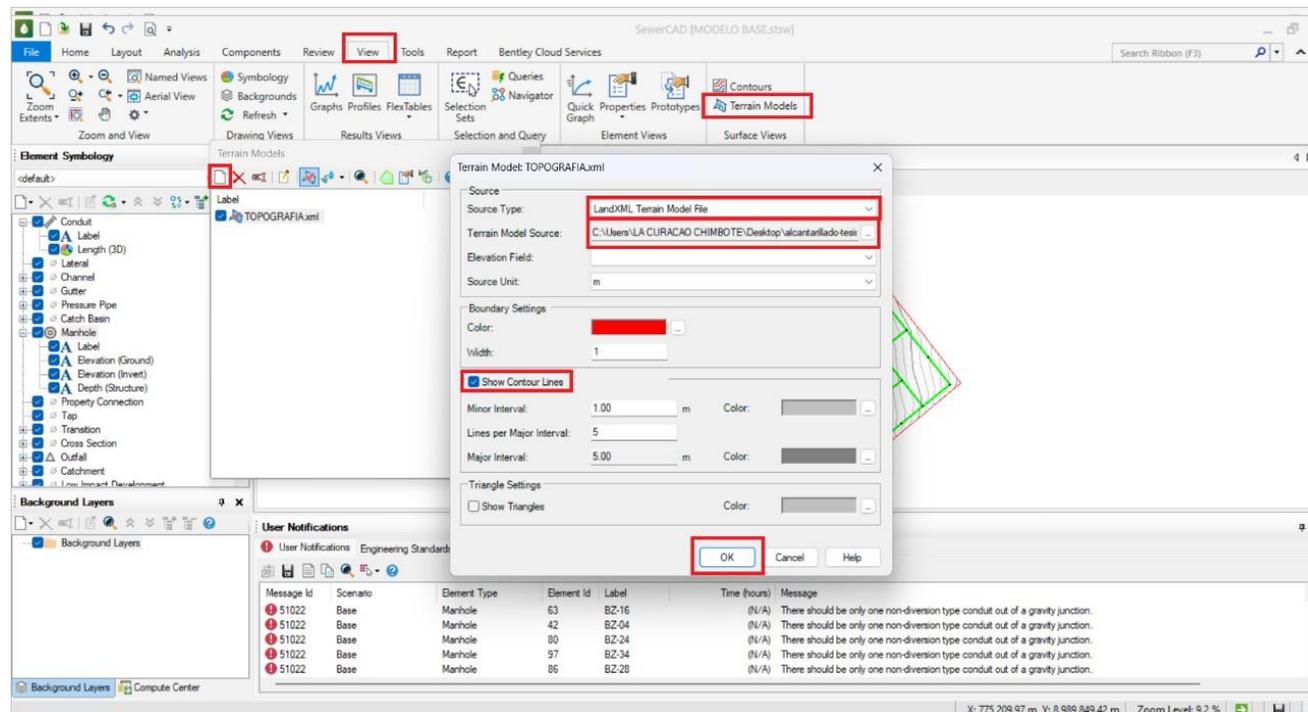
Luego de pegar en la columna de Elevation Invert, damos anticlick en la columna y escogemos la opción de Global Edit, después procedemos a realizar la operación de sustracción y colocamos la altura que tendrá temporalmente nuestros buzones, más adelante el programa calculará las alturas correctas para cada buzón.

Figura 56

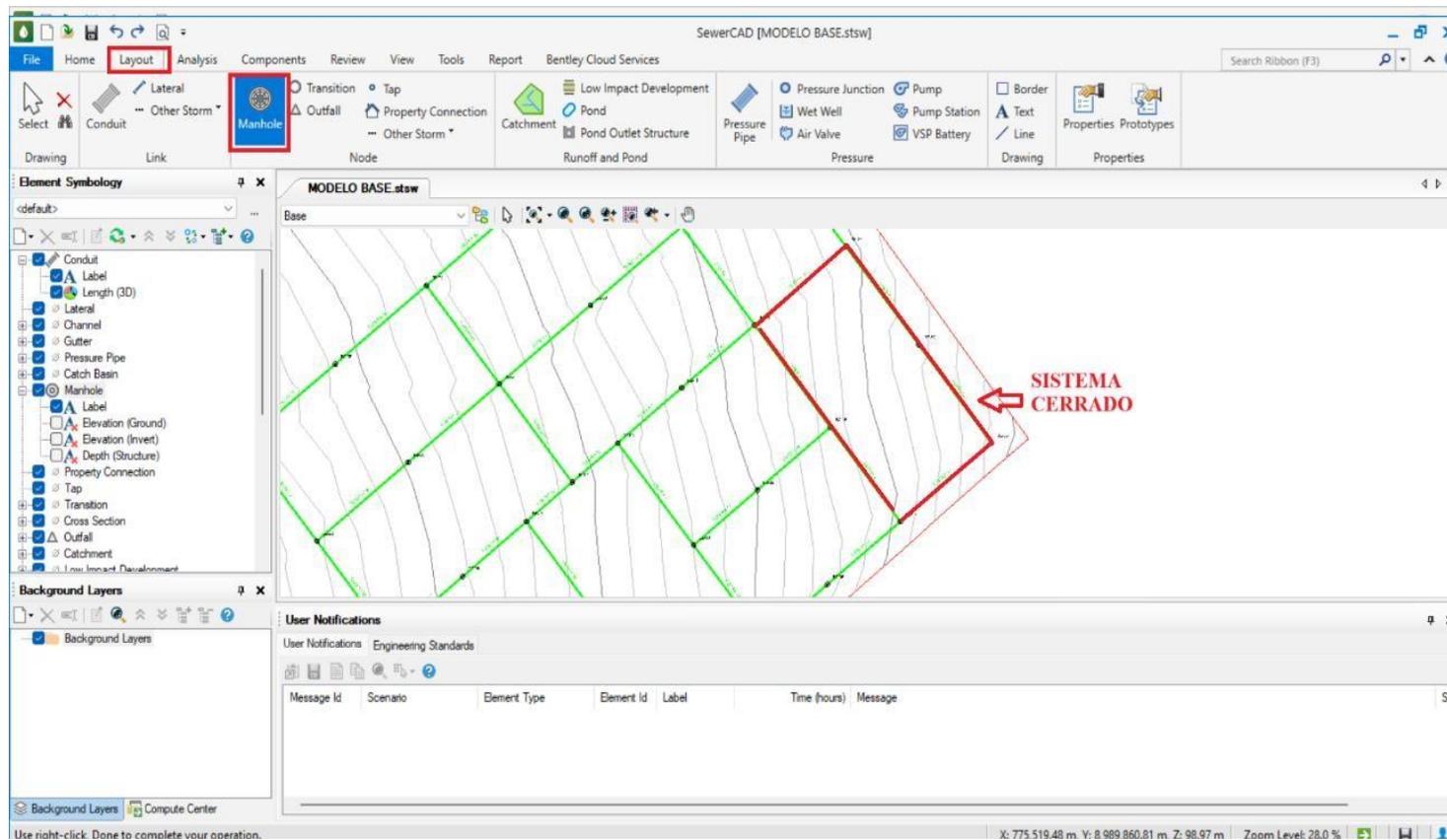
Alturas provisionales de buzones



9. Ahora procederemos a abrir el sistema, debido a que el programa SewerCAD no trabaja con sistemas de redes cerradas. Para esto primero debemos insertar las curvas de nivel al programa para poder a preciar correctamente en donde debemos abrir o talvez insertar otro buzón por que la tubería esta al descubierto, esto se realiza con la herramienta del programa Terrain models, damos a crear uno nuevo, seleccionamos el tipo de fuente como LandXML, escogemos el archivo, damos en la opción de mostrar curvas de nivel y seleccionamos OK.

Figura 57*Herramienta Terrain Models*

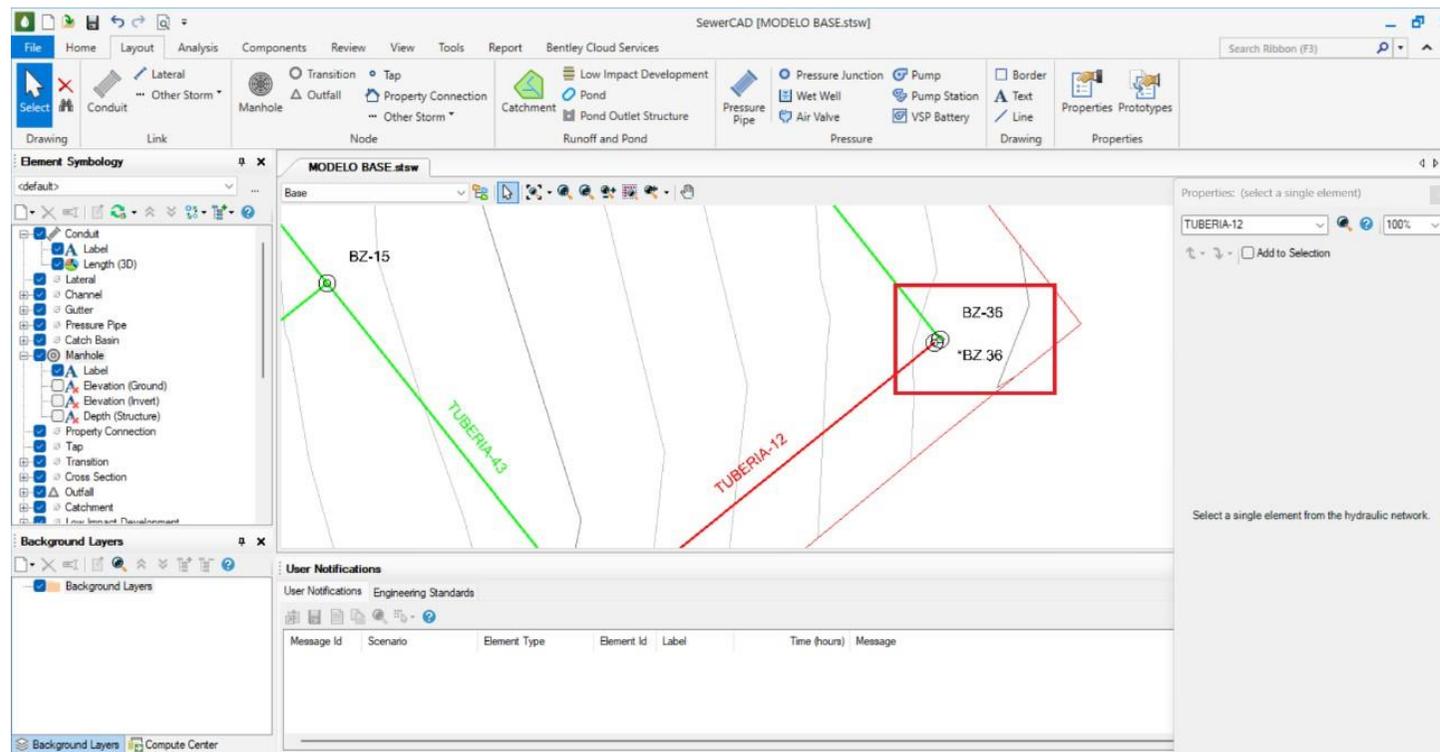
Para poder abrir el sistema, tenemos que colocar un nuevo buzón a lado del buzón que queremos abrir, este buzón significara un buzón de arranque.

Figura 58*Sistema cerrado*

Para poder abrir el sistema, tenemos que colocar un nuevo buzón a lado del buzón que queremos abrir, este buzón significara un buzón de arranque. Renombraremos este buzón con el mismo nombre, pero con algo que los diferencia en este caso un símbolo de asterisco (*), luego lo colocaremos a lado o sobre este buzón porque tiene que tener las mismas coordenadas y elevación debido a que este buzón es uno solo.

Figura 59

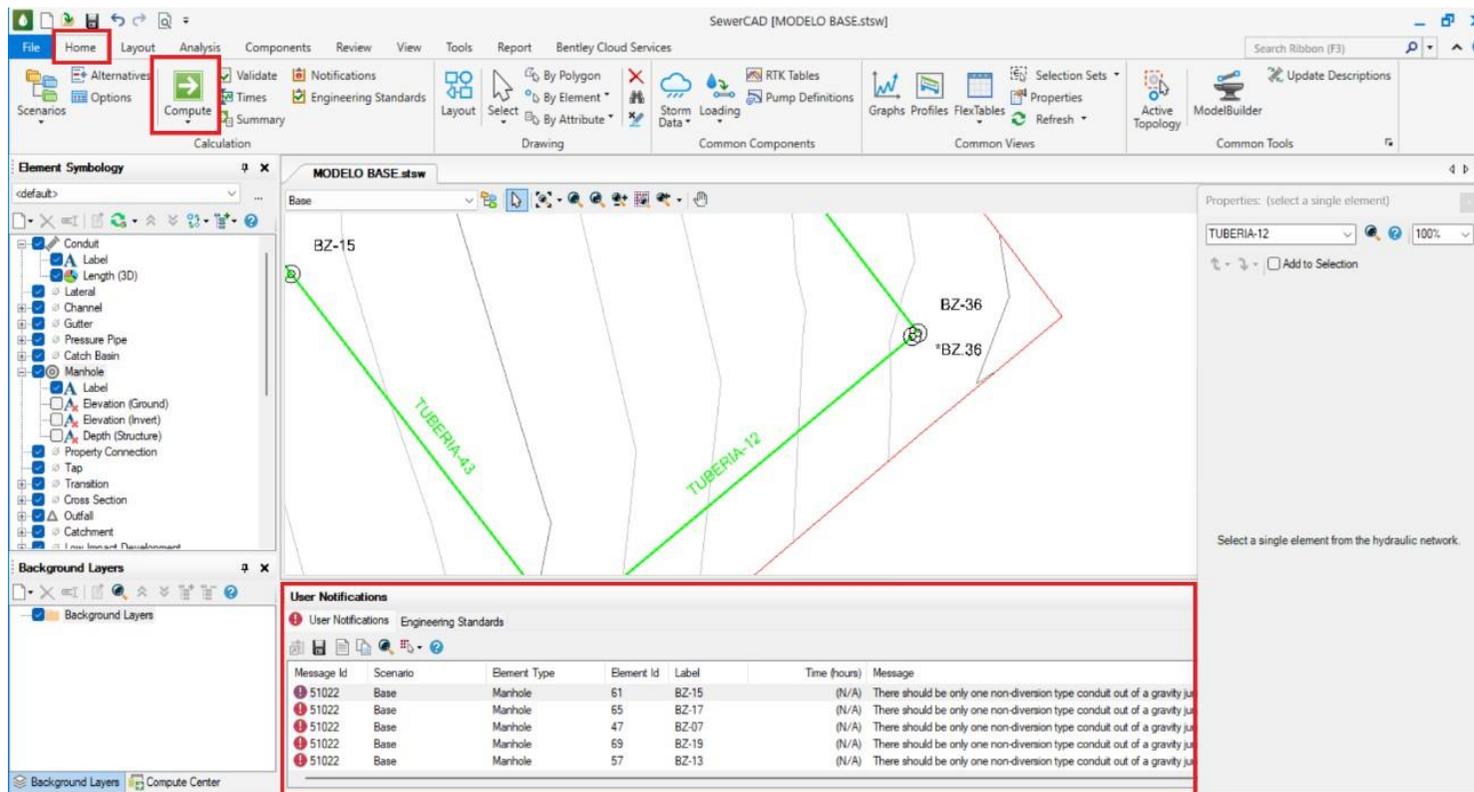
Creación de buzón de arranque



Esto lo realizamos para toda la red y para poder identificarlos tenemos que darle Calcular (Computer) al programa y en el cuadro de notificaciones nos aparecerá que buzones se deben de abrir, para abrir el sistema correctamente se debe abrir siempre del buzón más alto para así evitar excavaciones muy profundas.

Figura 60

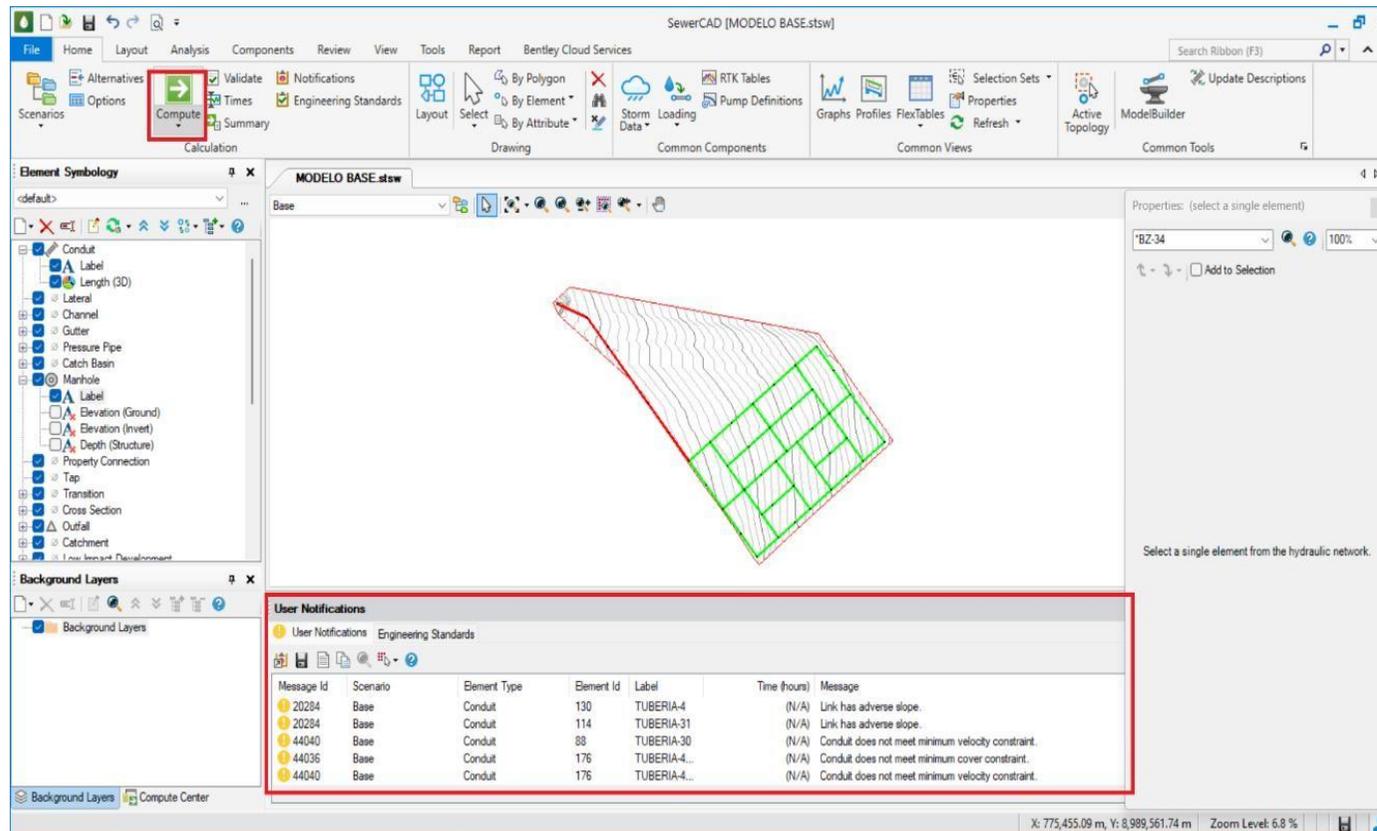
Identificación de Buzones a aperturar



Una vez abierto todo el sistema, procedemos a darle a Computer y en las tablas de notificaciones no debe presentar este problema que se simboliza con símbolo rojo como en la imagen anterior. Ahora solo se aprecia errores de pendiente y presiones que se corregirán después.

Figura 61

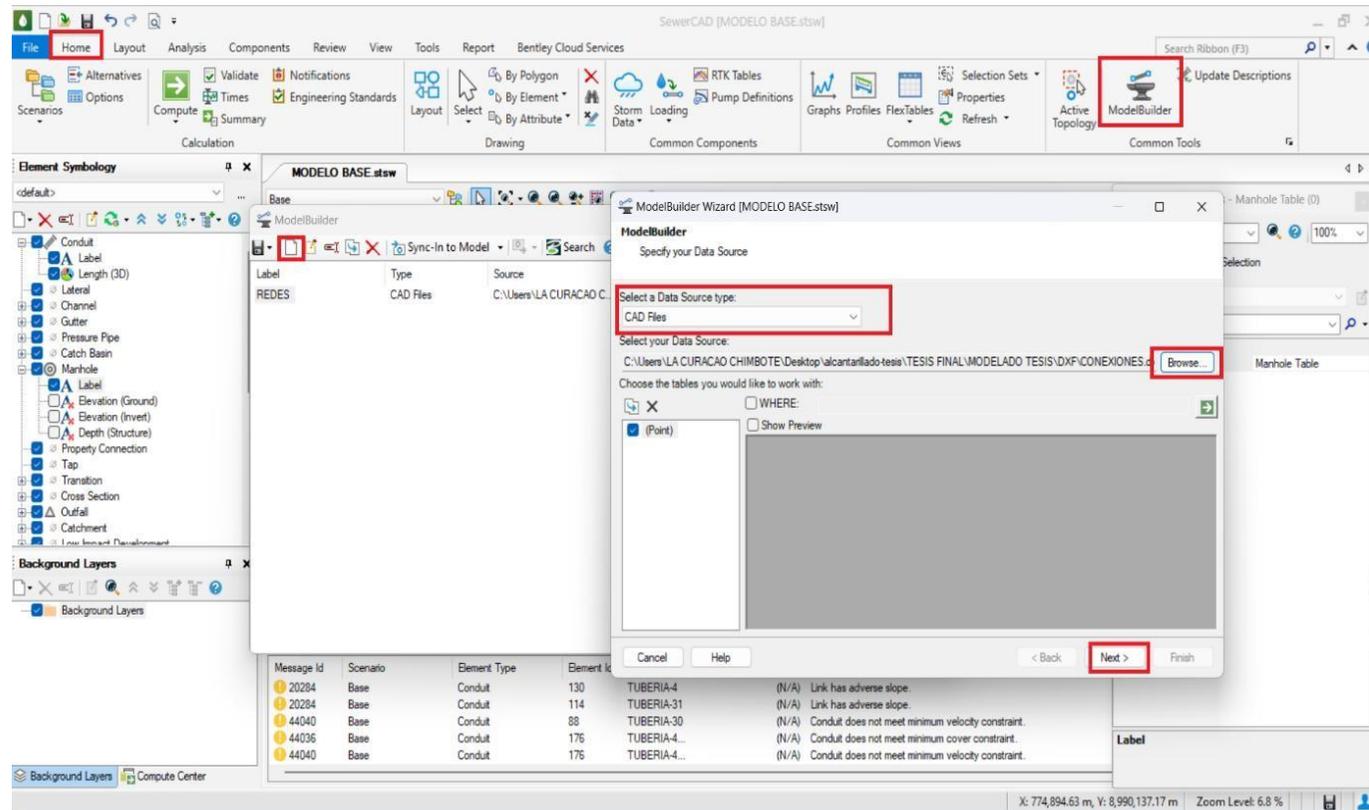
Sistema de alcantarillado abierto



10. Ahora si procedemos a importar las conexiones domiciliarias (Property connection), esto se realizará de la misma manera que las redes con la herramienta de Model Builder.

Figura 62

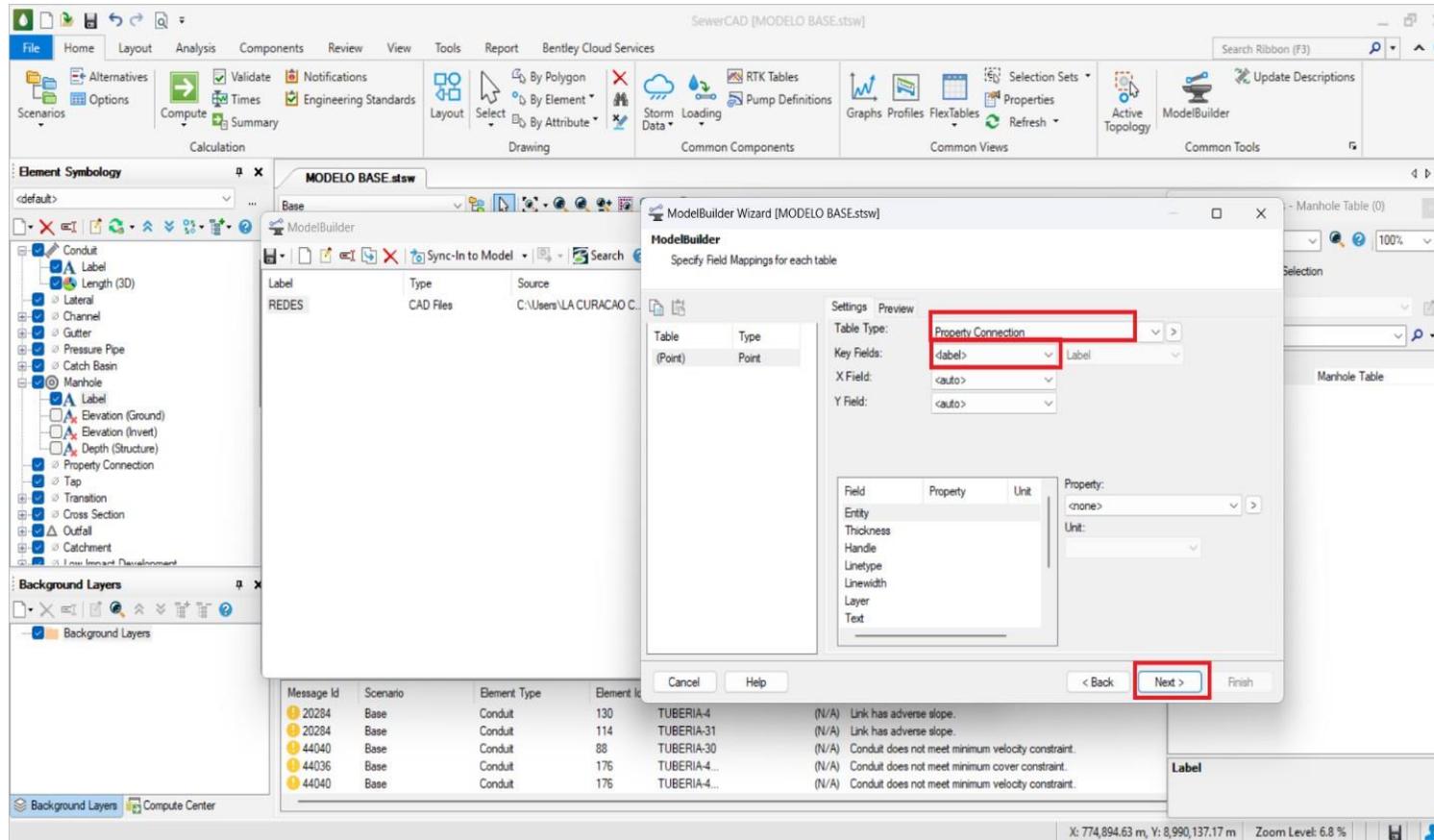
Importación de las conexiones domiciliarias



Se realizó los mismos pasos que las redes importadas anteriormente, pero en este caso serán puntos y se convertirán en Property Connection.

Figura 63

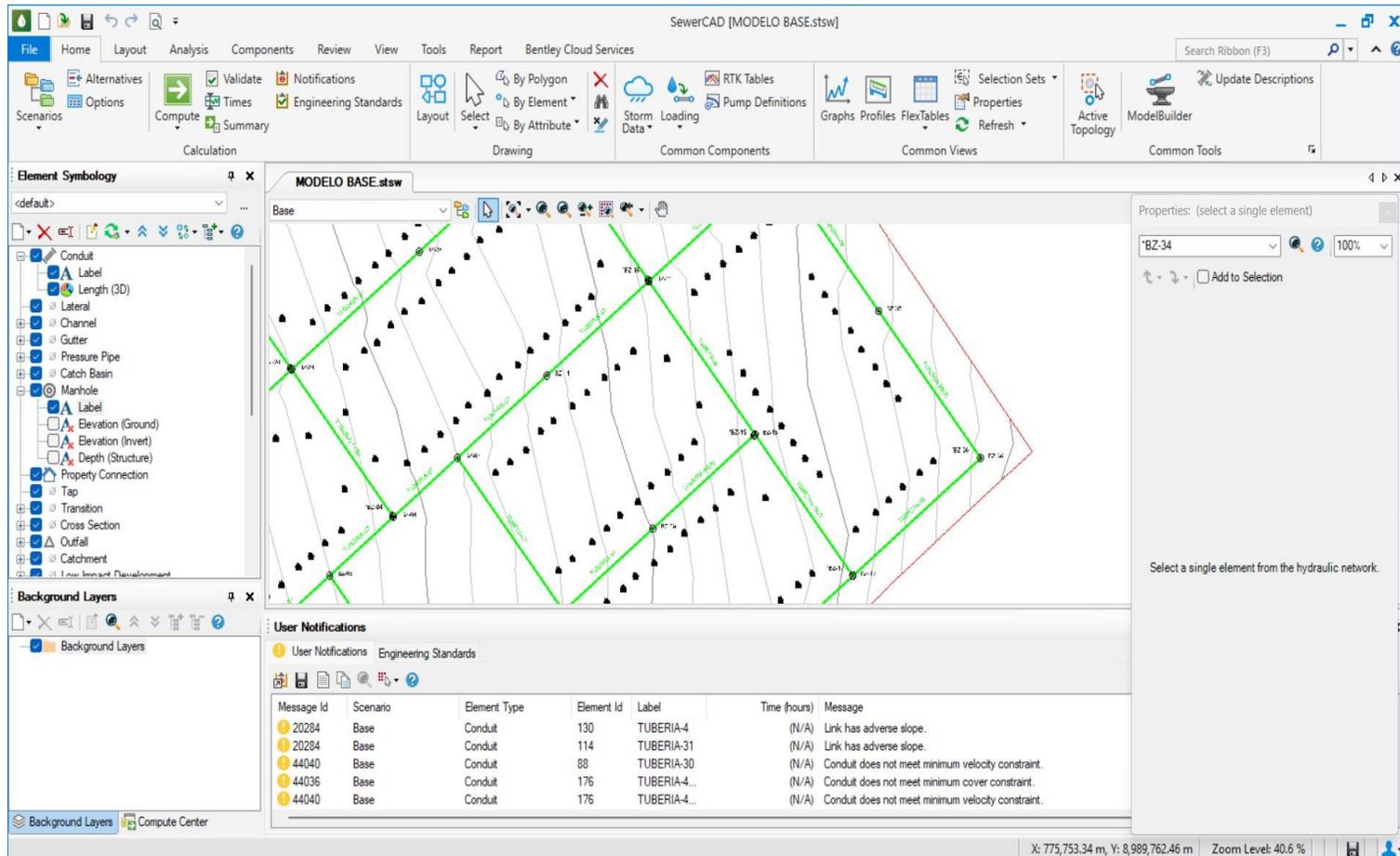
Point a Property Connection.



Al darle en finalizar se puede apreciar las conexiones domiciliarias en el sistema ahora nada más falta conectarlos a las tuberías.

Figura 64

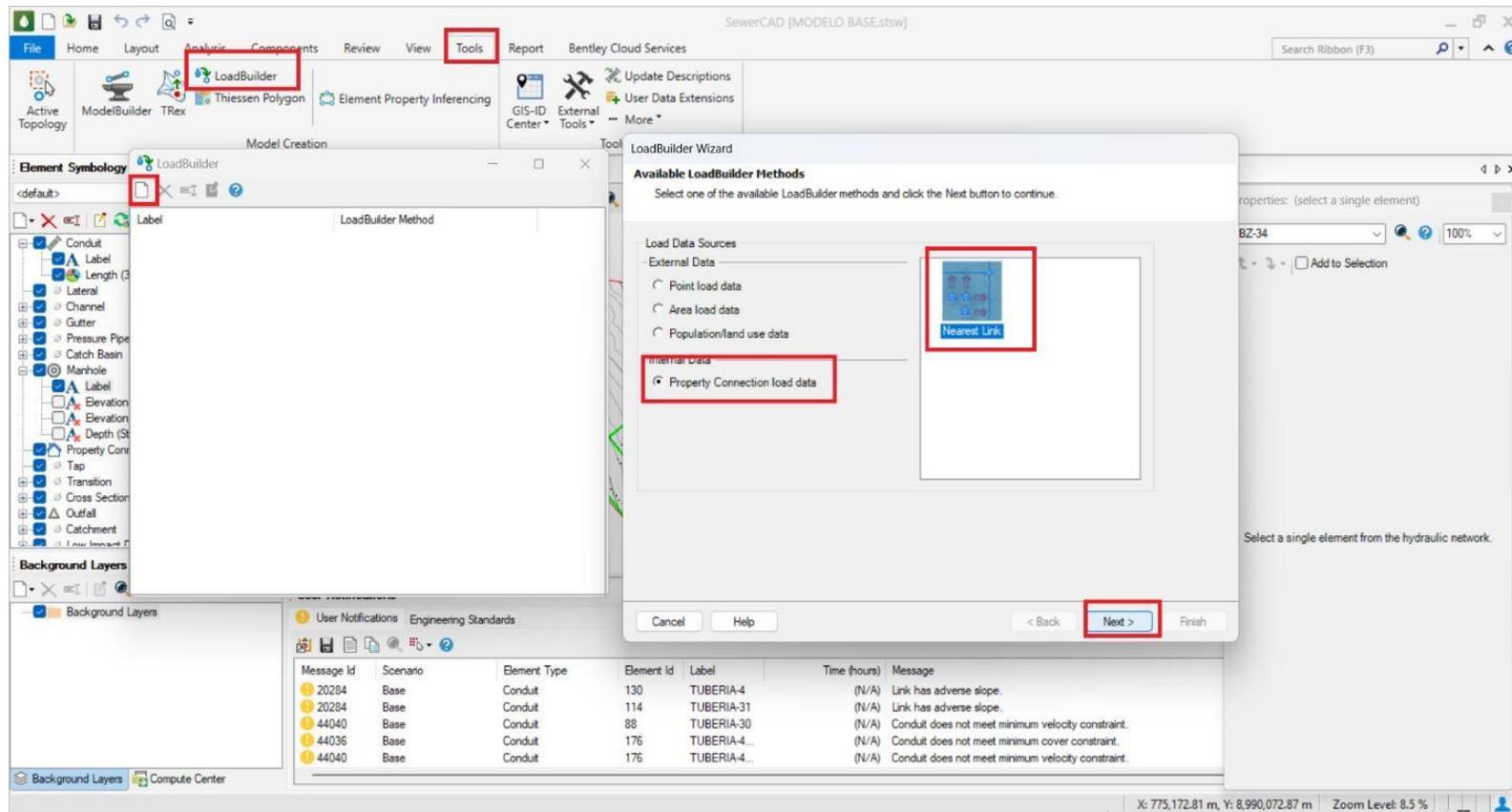
Property Connection en el programa



Para conectarlos se utilizará la herramienta LoadBuilder, procederemos a crear uno nuevo, seleccionamos la opción de Property Connection Load Data y damos en siguiente.

Figura 65

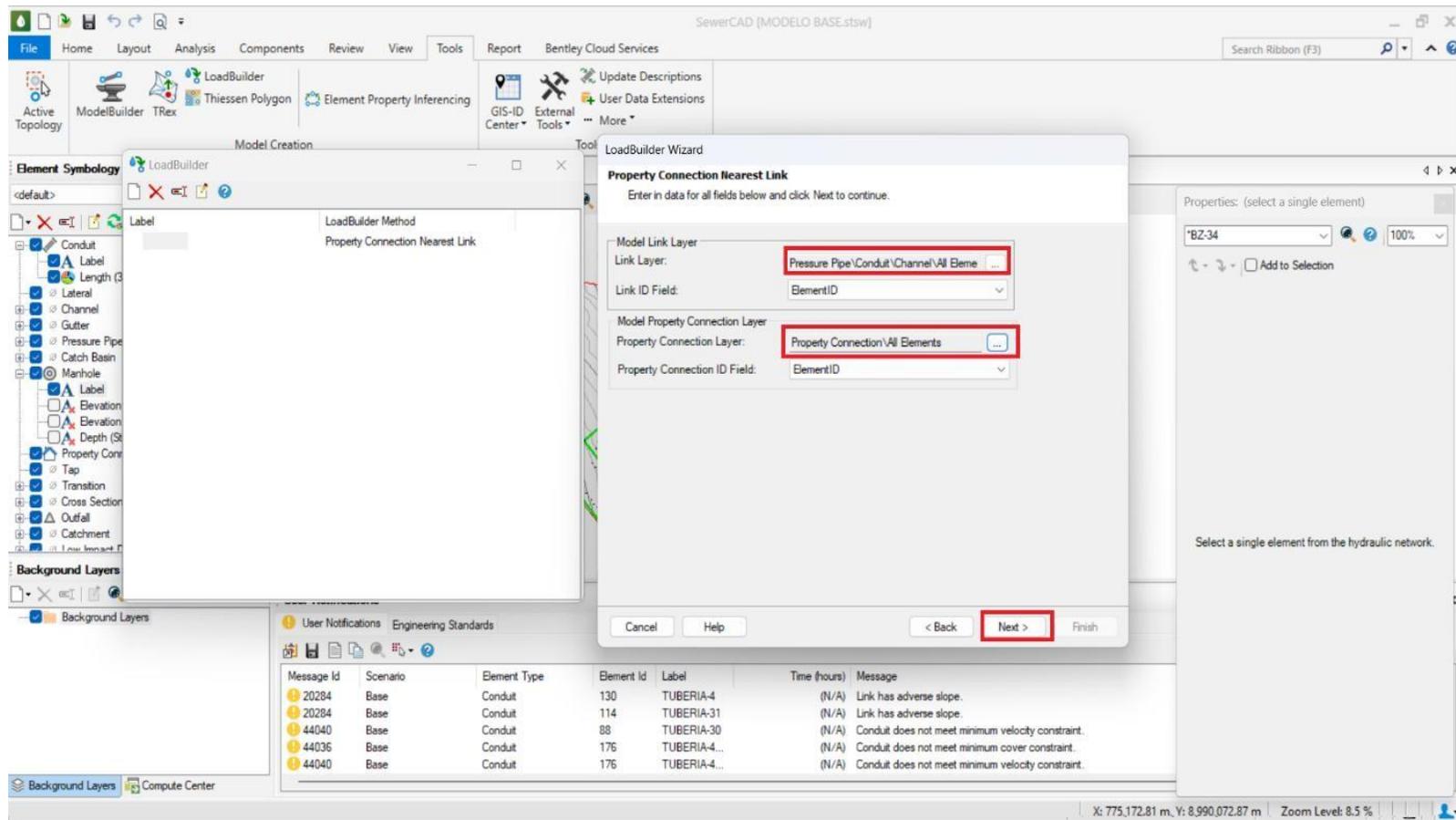
Herramienta LoadBuilder



Seleccionamos las siguientes opciones que se observa en la imagen, que quiere decir que va a seleccionar todos los elementos importados como Property Connection y le damos en siguiente.

Figura 66

Selección de todos los elementos



Nos aparecerá una ventana con la tabla de las conexiones conectadas, le damos en siguiente, luego le colocamos un nombre por último nos aparecerá la siguiente ventana y le damos en si para sincronizar y nos aparecerá las conexiones conectadas.

Figura 67

Sincronización de las conexiones domiciliarias

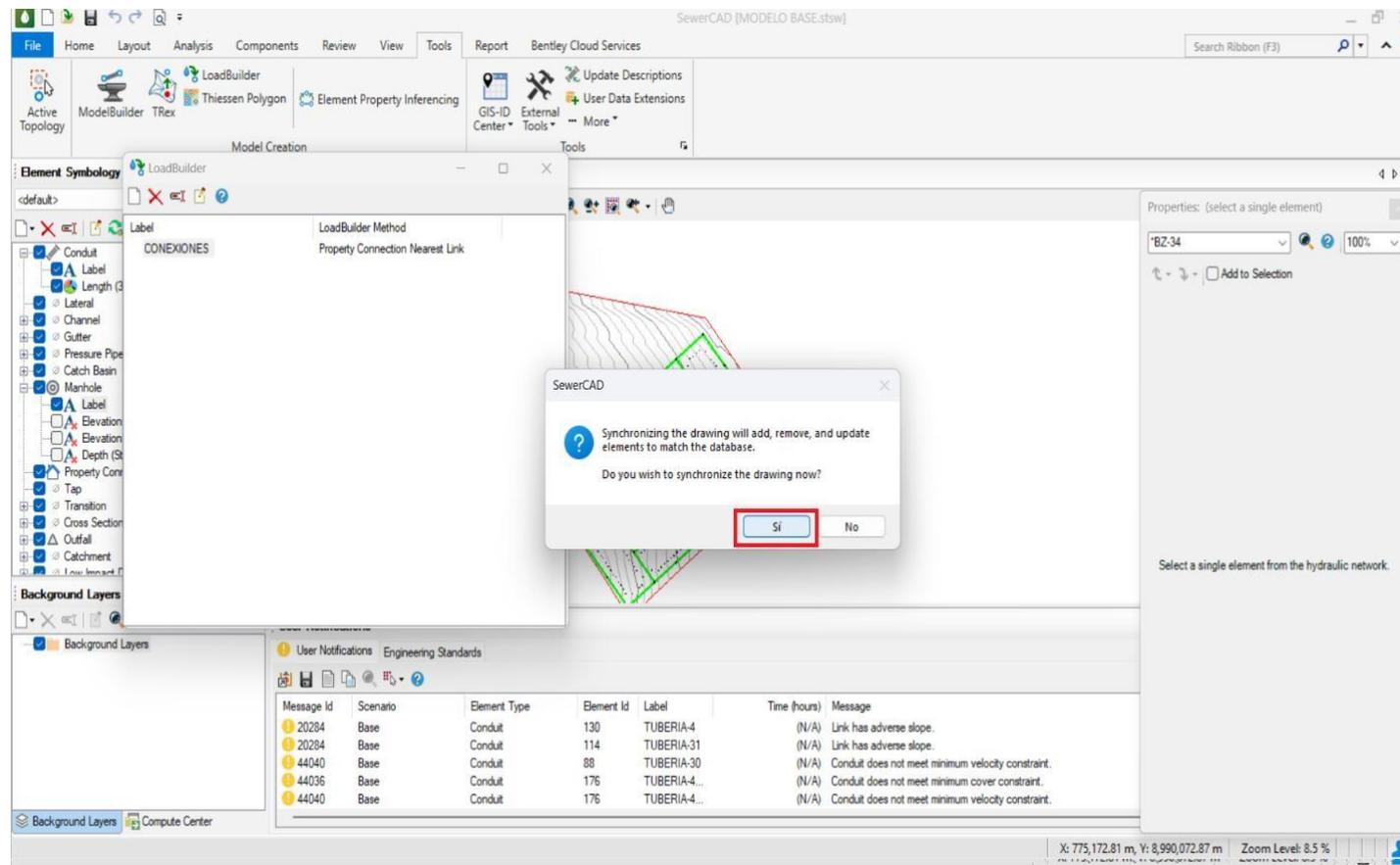
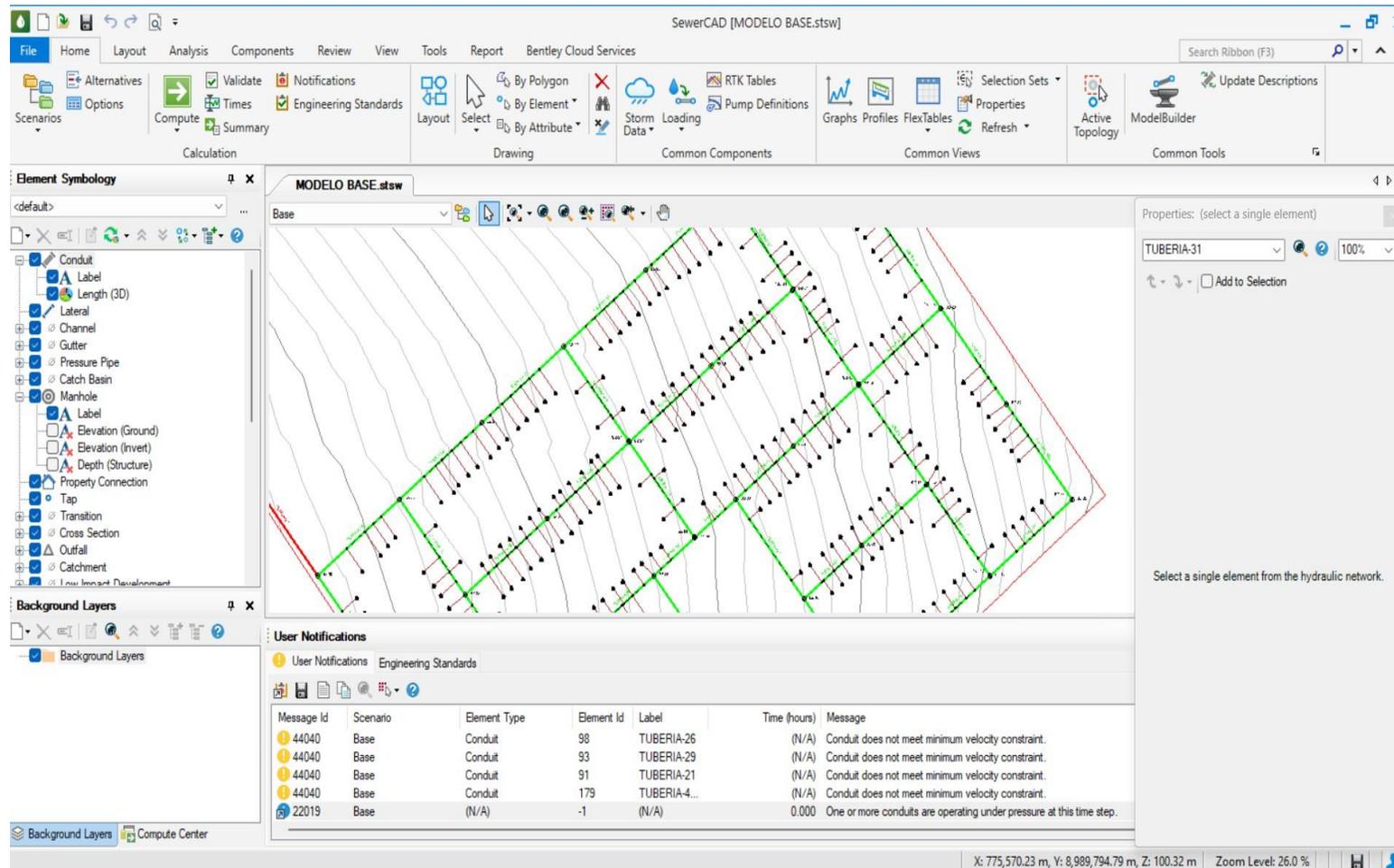


Figura 68

Conexiones domiciliarias conectadas



Luego tendremos que actualizar las elevaciones de las conexiones domiciliarias, este paso se realiza de la misma manera que se realizó anteriormente para las elevaciones de los buzones con la herramienta TRex.

Figura 69

Elevaciones de las Conexiones domiciliarias

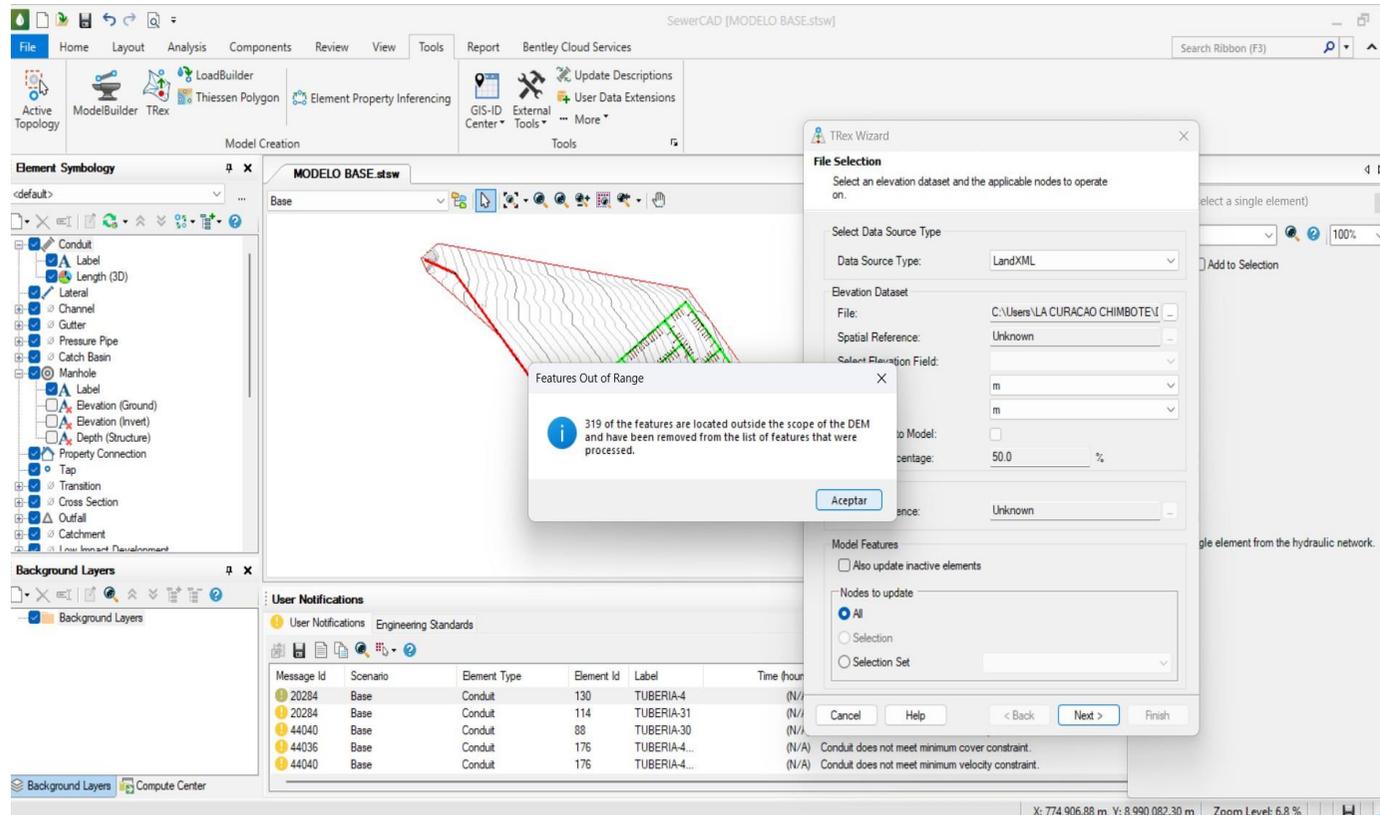
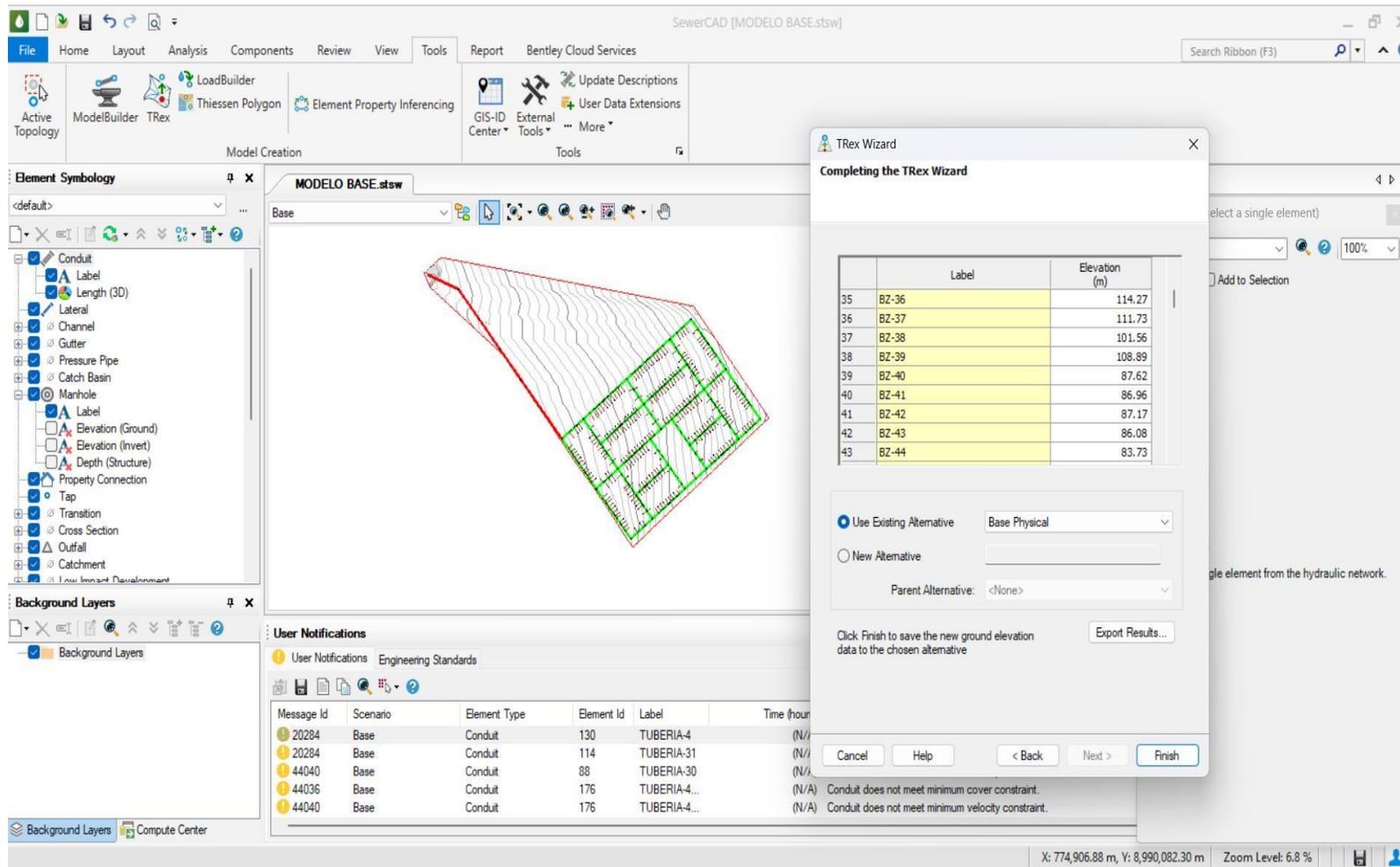


Figura 70

Elevaciones asignadas con la herramienta TRex



The screenshot shows the SewerCAD interface with the TRex Wizard dialog box open. The wizard is titled "Completing the TRex Wizard" and contains the following elements:

- A table with columns "Label" and "Elevation (m)".
- Radio buttons for "Use Existing Alternative" (selected) and "New Alternative".
- A dropdown menu for "Parent Alternative" set to "<None>".
- An "Export Results..." button.
- Buttons for "Cancel", "Help", "< Back", "Next >", and "Finish".

The table data is as follows:

	Label	Elevation (m)
35	BZ-36	114.27
36	BZ-37	111.73
37	BZ-38	101.56
38	BZ-39	108.89
39	BZ-40	87.62
40	BZ-41	86.96
41	BZ-42	87.17
42	BZ-43	86.08
43	BZ-44	83.73

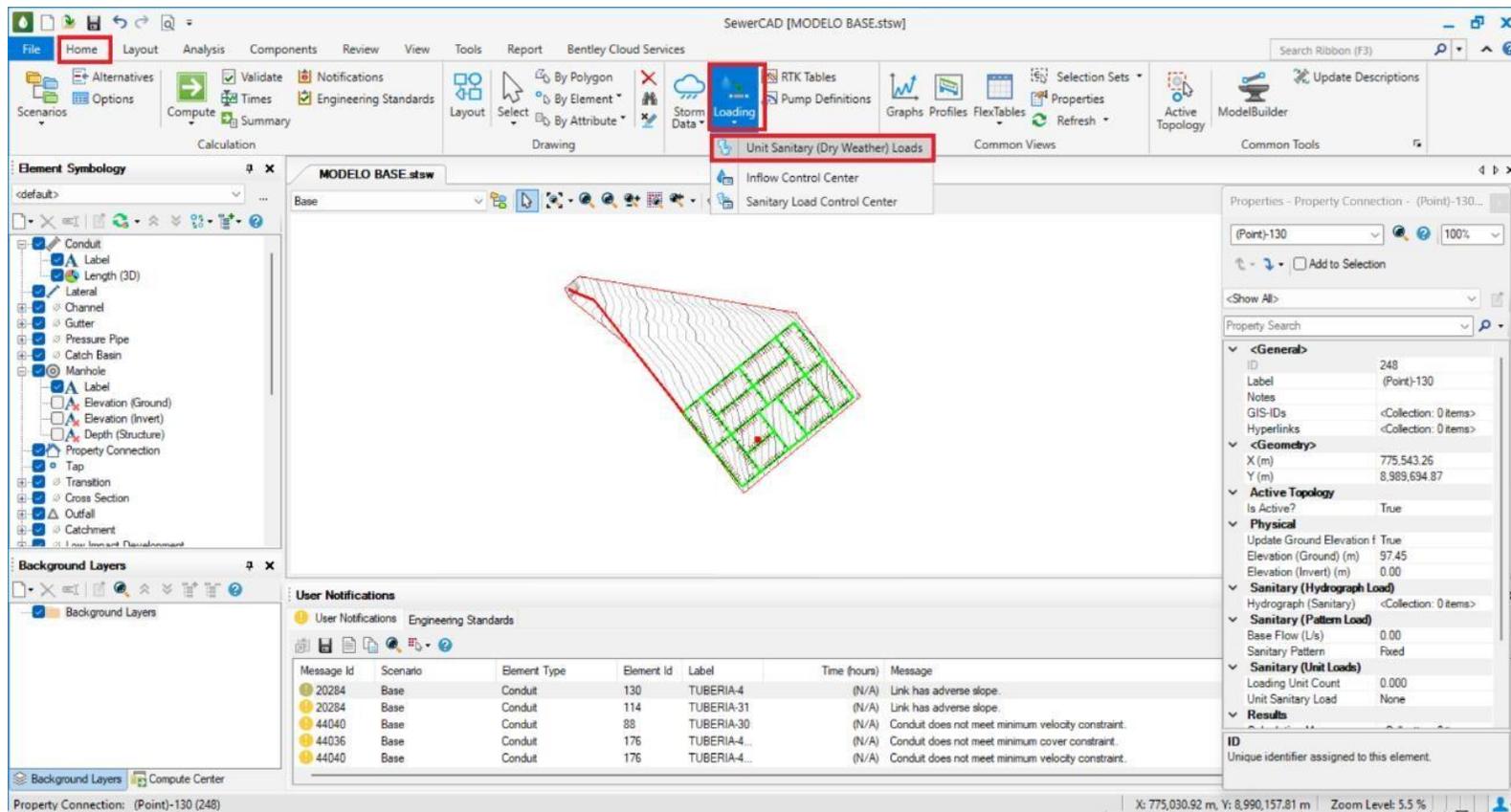
At the bottom of the screenshot, a "User Notifications" table is visible:

Message Id	Scenario	Element Type	Element Id	Label	Time (hour)
20284	Base	Conduit	130	TUBERIA-4	(N/A)
20284	Base	Conduit	114	TUBERIA-31	(N/A)
44040	Base	Conduit	88	TUBERIA-30	(N/A)
44036	Base	Conduit	176	TUBERIA-4...	(N/A) Conduit does not meet minimum cover constraint.
44040	Base	Conduit	176	TUBERIA-4...	(N/A) Conduit does not meet minimum velocity constraint.

11. Ahora, se procederá a asignar las cargas de las conexiones domesticas ya calculadas previamente. Esto se realizará con la herramienta Loading, se generó cargas sanitarias (Unit Sanitary).

Figura 71

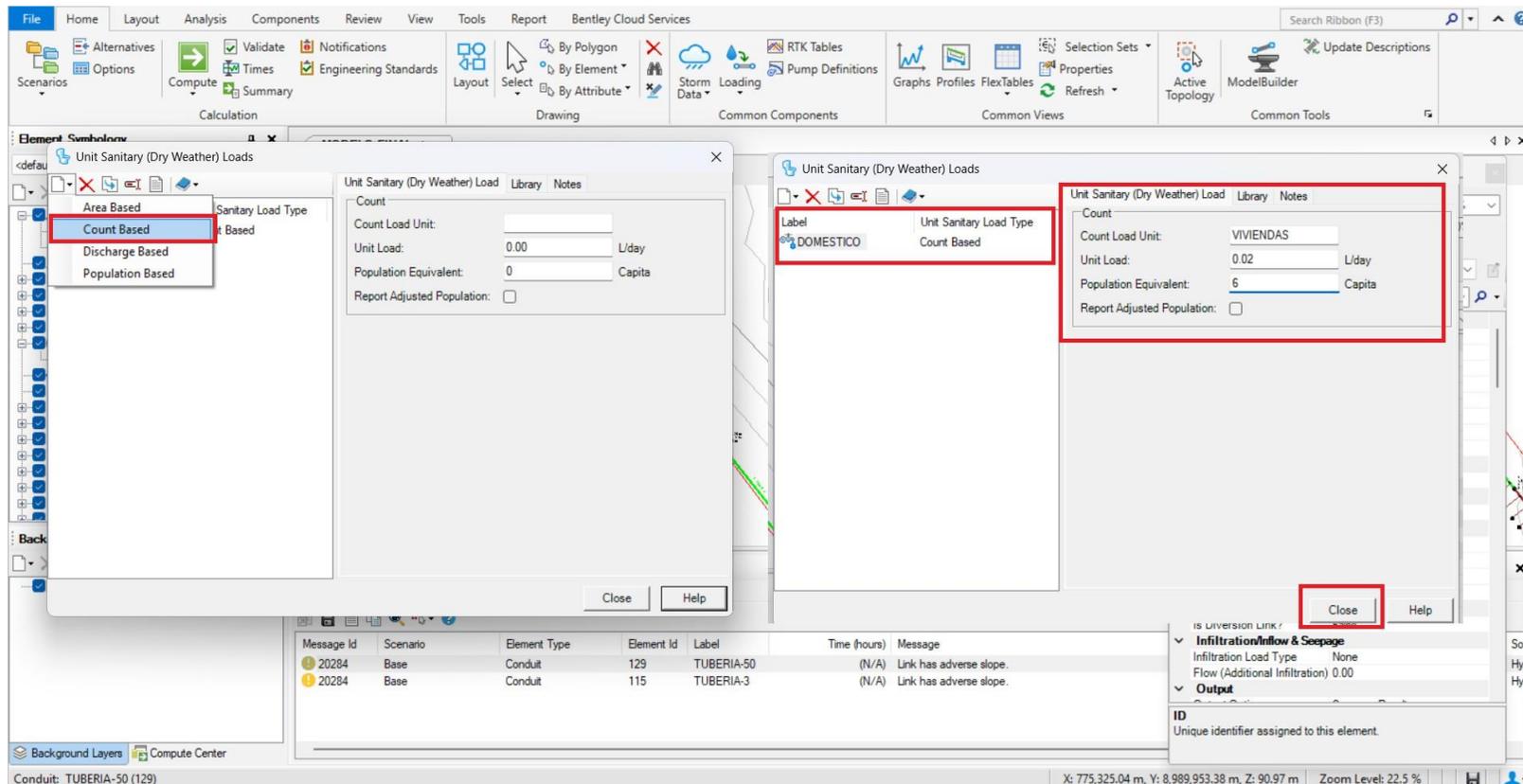
Creación de cargas sanitarias



Creamos una nueva carga en base al conteo, en la ventana que aparece al crear esta carga, debemos generar los distintos tipos de cargas que se tienen en el sistema puede ser de viviendas, colegios, etc.

Figura 72

Cargas basado en el conteo

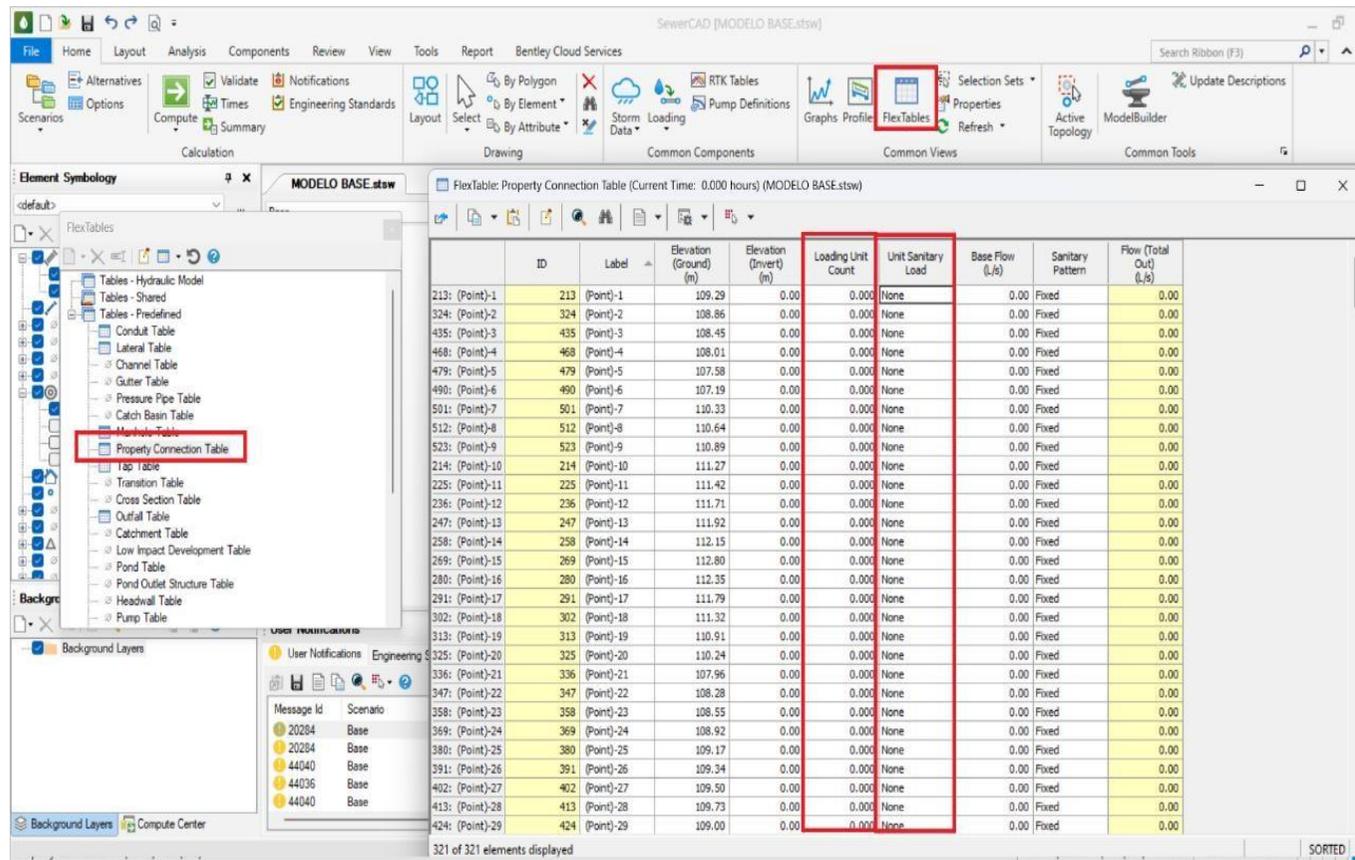


Para asignar cada carga de las conexiones, debemos ir a las tablas de reporte de las conexiones domiciliarias y editar las columnas de Load

Unit y Unit Sanitary.

Figura 73

Tabla de reporte de las conexiones domiciliarias

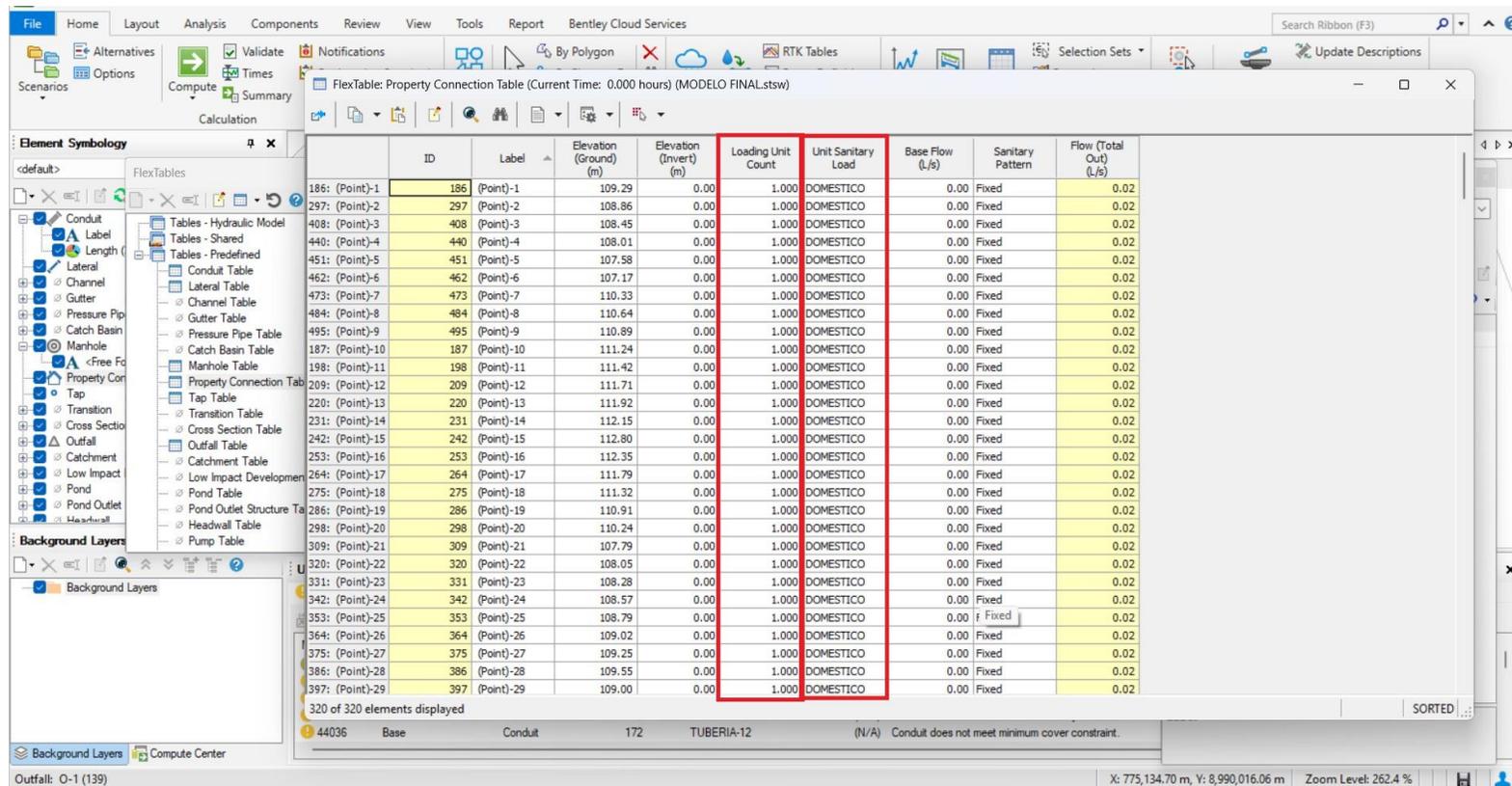


ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Base Flow (L/s)	Sanitary Pattern	Flow (Total Out) (L/s)
213: (Point)-1	213 (Point)-1	109.29	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
324: (Point)-2	324 (Point)-2	108.86	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
435: (Point)-3	435 (Point)-3	108.45	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
468: (Point)-4	468 (Point)-4	108.01	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
479: (Point)-5	479 (Point)-5	107.58	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
490: (Point)-6	490 (Point)-6	107.19	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
501: (Point)-7	501 (Point)-7	110.33	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
512: (Point)-8	512 (Point)-8	110.64	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
523: (Point)-9	523 (Point)-9	110.89	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
214: (Point)-10	214 (Point)-10	111.27	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
225: (Point)-11	225 (Point)-11	111.42	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
236: (Point)-12	236 (Point)-12	111.71	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
247: (Point)-13	247 (Point)-13	111.92	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
258: (Point)-14	258 (Point)-14	112.15	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
269: (Point)-15	269 (Point)-15	112.80	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
280: (Point)-16	280 (Point)-16	112.35	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
291: (Point)-17	291 (Point)-17	111.79	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
302: (Point)-18	302 (Point)-18	111.32	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
313: (Point)-19	313 (Point)-19	110.91	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
325: (Point)-20	325 (Point)-20	110.24	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
336: (Point)-21	336 (Point)-21	107.96	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
347: (Point)-22	347 (Point)-22	108.28	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
358: (Point)-23	358 (Point)-23	108.55	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
369: (Point)-24	369 (Point)-24	108.92	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
380: (Point)-25	380 (Point)-25	109.17	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
391: (Point)-26	391 (Point)-26	109.34	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
402: (Point)-27	402 (Point)-27	109.50	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
413: (Point)-28	413 (Point)-28	109.73	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00
424: (Point)-29	424 (Point)-29	109.00	0.00	0.000	None	0.00	Fixed	0.00

En la columna de Loading Unit editamos de manera global y colocamos 1 ya que cada vivienda genera una carga. En la columna de Unit Sanitary colocaremos el tipo de carga que le corresponde creada anteriormente.

Figura 74

Cargas sanitarias insertadas

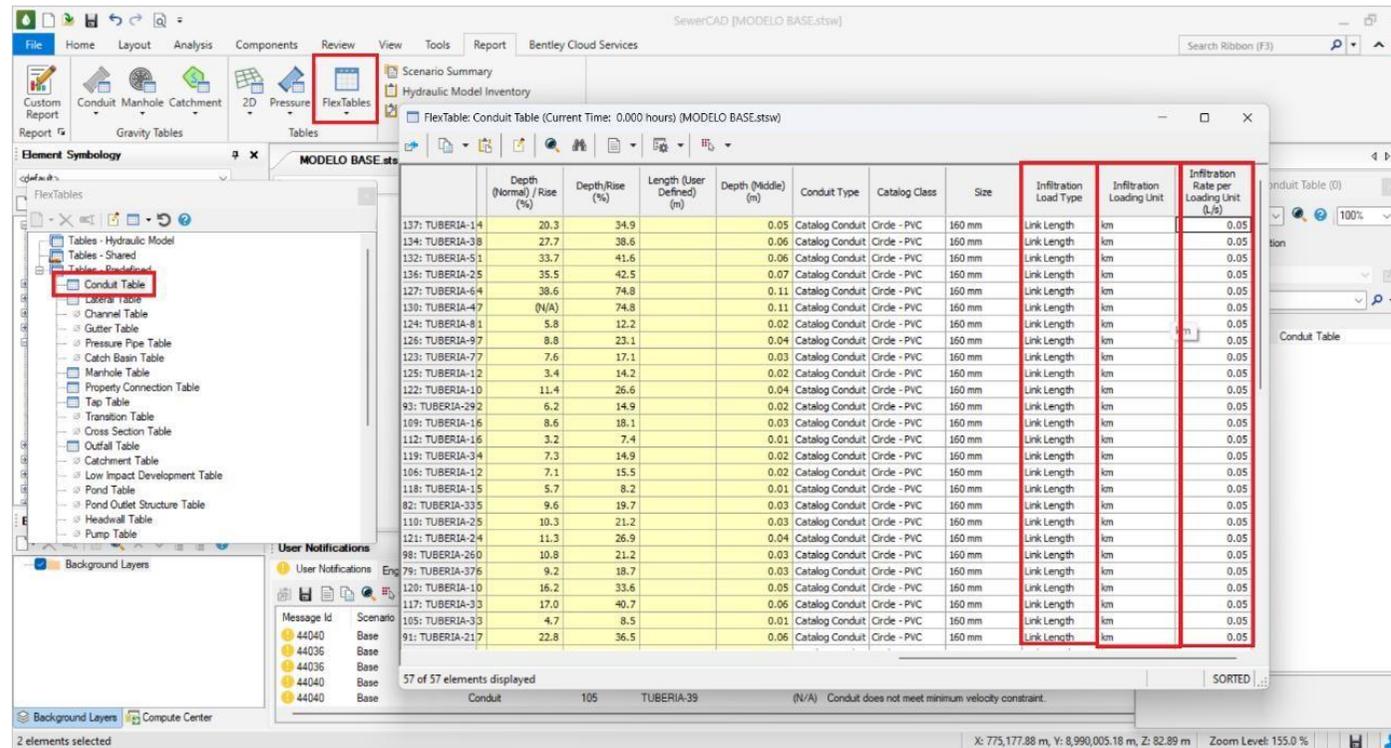


ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Base Flow (L/s)	Sanitary Pattern	Flow (Total Out) (L/s)
186: (Point)-1	186 (Point)-1	109.29	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
297: (Point)-2	297 (Point)-2	108.86	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
408: (Point)-3	408 (Point)-3	108.45	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
440: (Point)-4	440 (Point)-4	108.01	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
451: (Point)-5	451 (Point)-5	107.58	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
462: (Point)-6	462 (Point)-6	107.17	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
473: (Point)-7	473 (Point)-7	110.33	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
484: (Point)-8	484 (Point)-8	110.64	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
495: (Point)-9	495 (Point)-9	110.89	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
187: (Point)-10	187 (Point)-10	111.24	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
198: (Point)-11	198 (Point)-11	111.42	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
209: (Point)-12	209 (Point)-12	111.71	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
220: (Point)-13	220 (Point)-13	111.92	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
231: (Point)-14	231 (Point)-14	112.15	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
242: (Point)-15	242 (Point)-15	112.80	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
253: (Point)-16	253 (Point)-16	112.35	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
264: (Point)-17	264 (Point)-17	111.79	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
275: (Point)-18	275 (Point)-18	111.32	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
286: (Point)-19	286 (Point)-19	110.91	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
298: (Point)-20	298 (Point)-20	110.24	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
309: (Point)-21	309 (Point)-21	107.79	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
320: (Point)-22	320 (Point)-22	108.05	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
331: (Point)-23	331 (Point)-23	108.28	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
342: (Point)-24	342 (Point)-24	108.57	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
353: (Point)-25	353 (Point)-25	108.79	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
364: (Point)-26	364 (Point)-26	109.02	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
375: (Point)-27	375 (Point)-27	109.25	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
386: (Point)-28	386 (Point)-28	109.55	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
397: (Point)-29	397 (Point)-29	109.00	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02

12. Continuamos con las cargas de infiltración en tuberías, para eso abrimos la tabla de las tuberías, en la columna de tipo de infiltración editamos globalmente y seleccionamos la opción de Link Length (Longitud de la tubería), en columna de la unidad de infiltración seleccionamos KM debido a que el factor que se asignara Infiltracion Rate es 0.05 L/s, este dato se encuentra en la norma.

Figura 75

Cargas de infiltración en tuberías

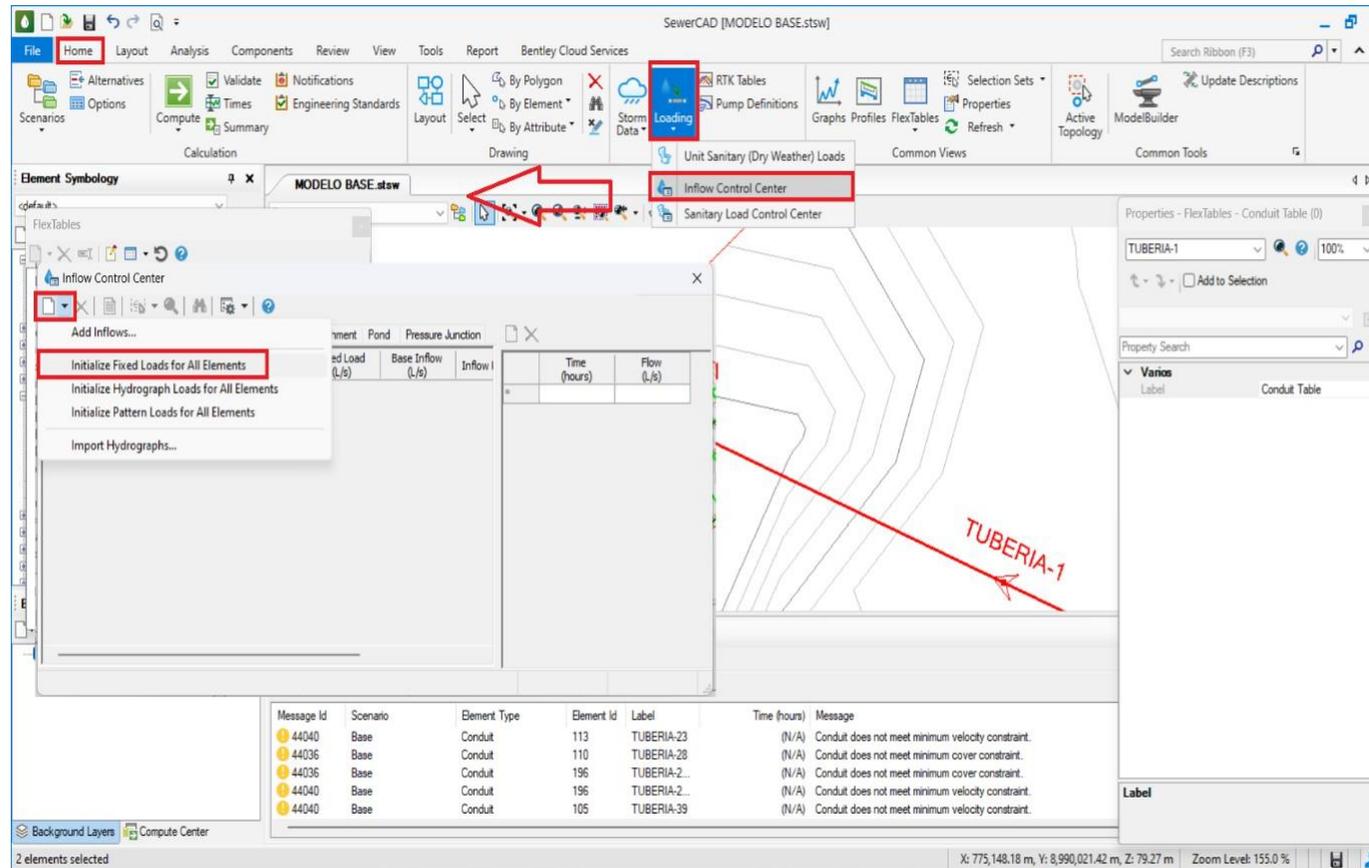


ID	Depth (Normal) / Rise (%)	Depth/Rise (%)	Length (User Defined) (m)	Depth (Middle) (m)	Conduit Type	Catalog Class	Size	Infiltration Load Type	Infiltration Loading Unit	Infiltration Rate per Loading Unit (L/s)
137: TUBERIA-1-4	20.3	34.9		0.05	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
134: TUBERIA-3-8	27.7	38.6		0.06	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
132: TUBERIA-5-1	33.7	41.6		0.06	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
136: TUBERIA-2-5	35.5	42.5		0.07	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
127: TUBERIA-6-4	38.6	74.8		0.11	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
130: TUBERIA-4-7	(N/A)	74.8		0.11	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
124: TUBERIA-8-1	5.8	12.2		0.02	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
126: TUBERIA-9-7	8.8	23.1		0.04	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
123: TUBERIA-7-7	7.6	17.1		0.03	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
125: TUBERIA-1-2	3.4	14.2		0.02	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
122: TUBERIA-1-0	11.4	26.6		0.04	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
93: TUBERIA-2-2	6.2	14.9		0.02	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
109: TUBERIA-1-6	8.6	18.1		0.03	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
112: TUBERIA-1-6	3.2	7.4		0.01	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
119: TUBERIA-3-4	7.3	14.9		0.02	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
106: TUBERIA-1-2	7.1	15.5		0.02	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
118: TUBERIA-1-5	5.7	8.2		0.01	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
82: TUBERIA-3-5	9.6	19.7		0.03	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
110: TUBERIA-2-5	10.3	21.2		0.03	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
121: TUBERIA-2-4	11.3	26.9		0.04	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
98: TUBERIA-2-0	10.8	21.2		0.03	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
79: TUBERIA-3-7	9.2	18.7		0.03	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
120: TUBERIA-1-0	16.2	33.6		0.05	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
117: TUBERIA-3-3	17.0	40.7		0.06	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
105: TUBERIA-3-3	4.7	8.5		0.01	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05
91: TUBERIA-2-7	22.8	36.5		0.06	Catalog Conduit	Circle - PVC	160 mm	Link Length	km	0.05

13. Luego se debe asignar las cargas de infiltraciones de los buzones, para esto se utilizará la herramienta Loading → Inflow Control center, y creamos una nueva carga fija para todos los elementos

Figura 76

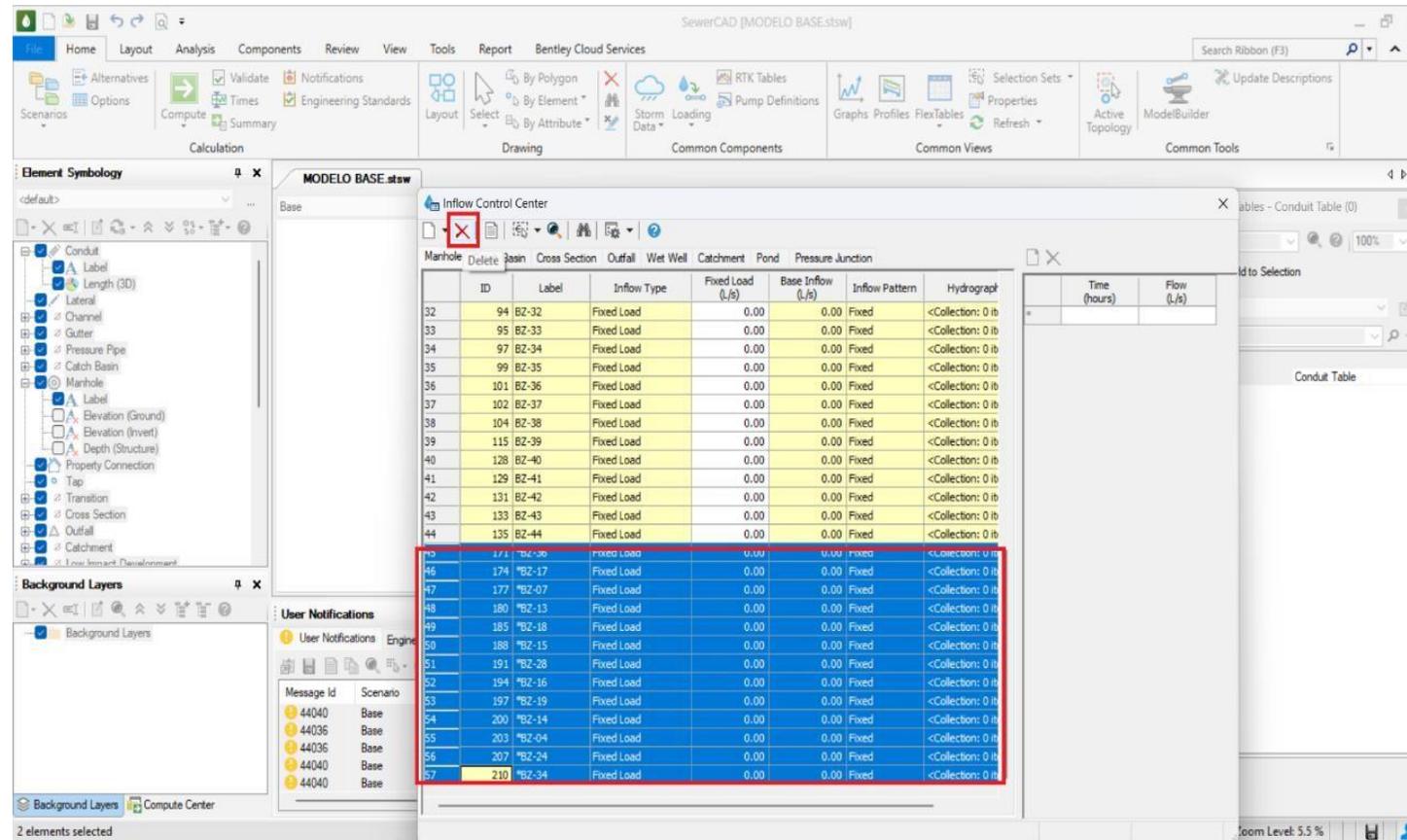
Cargas de infiltración en buzones



En la siguiente ventana se observará todos los buzones del sistema, primero debemos eliminar los buzones creados cuando se convirtió la red en un sistema abierto.

Figura 77

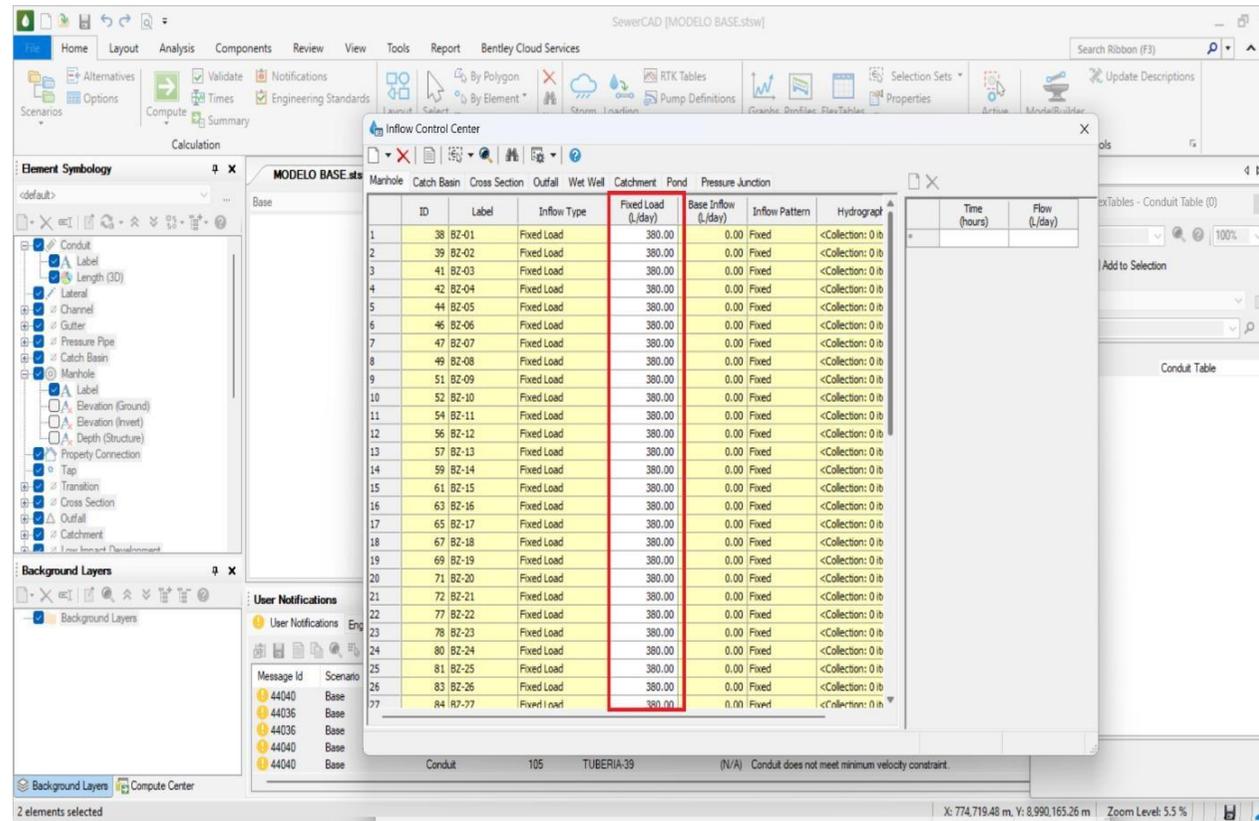
Eliminación de buzones de arranque



Luego en la columna de cargas fijas, asignamos la carga de 380 L/día, este parámetro, aunque no está normado, es muy utilizado debido a diversos estudios.

Figura 78

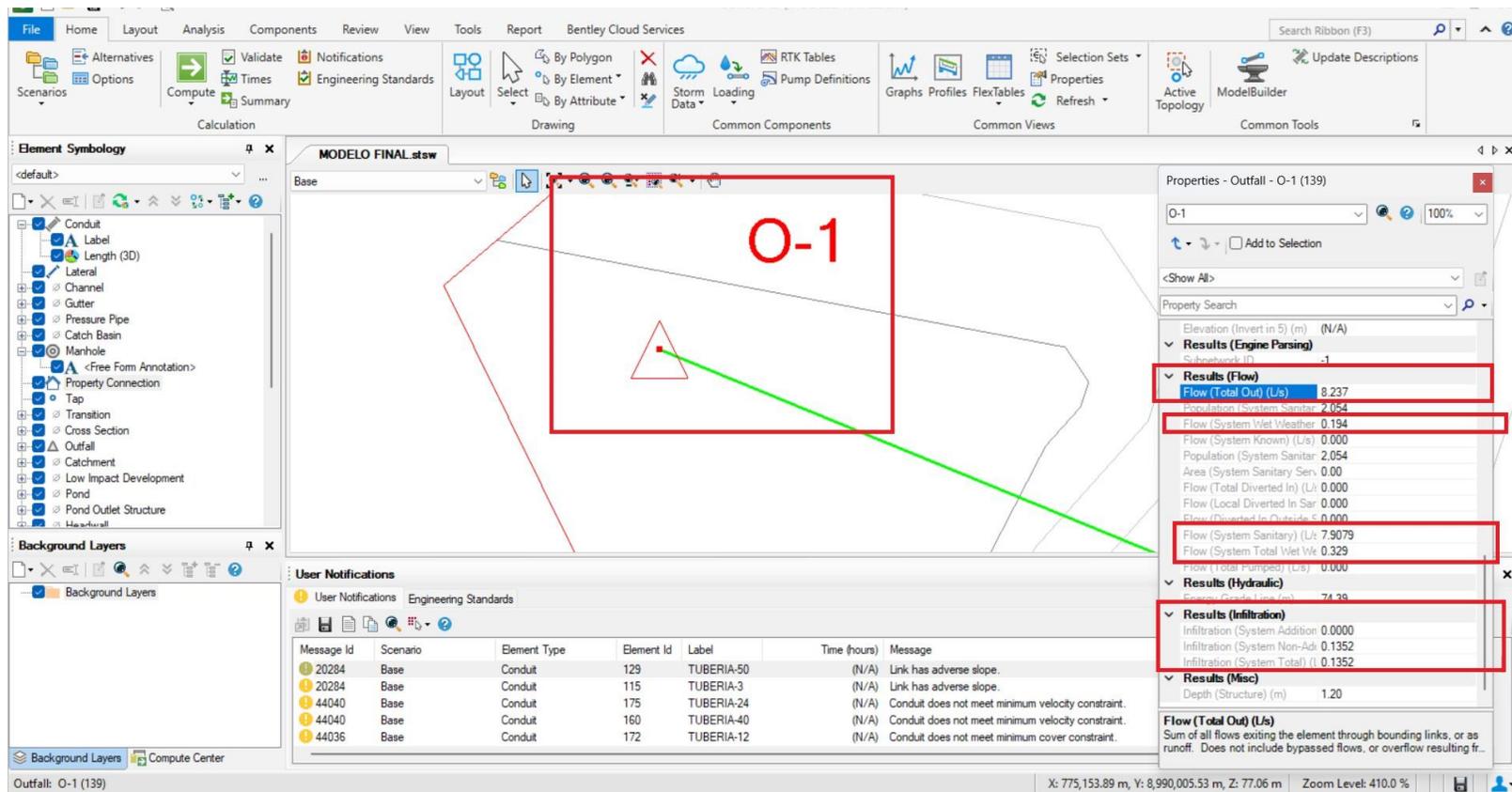
Asignación de la carga de infiltración del buzón



Luego le damos en Computer y verificamos que las cargas se han asignado correctamente, esto se puede comprobar seleccionando el buzón de descarga (Outfall) y la carga final debe ser igual a la carga de diseño determinada previamente.

Figura 79

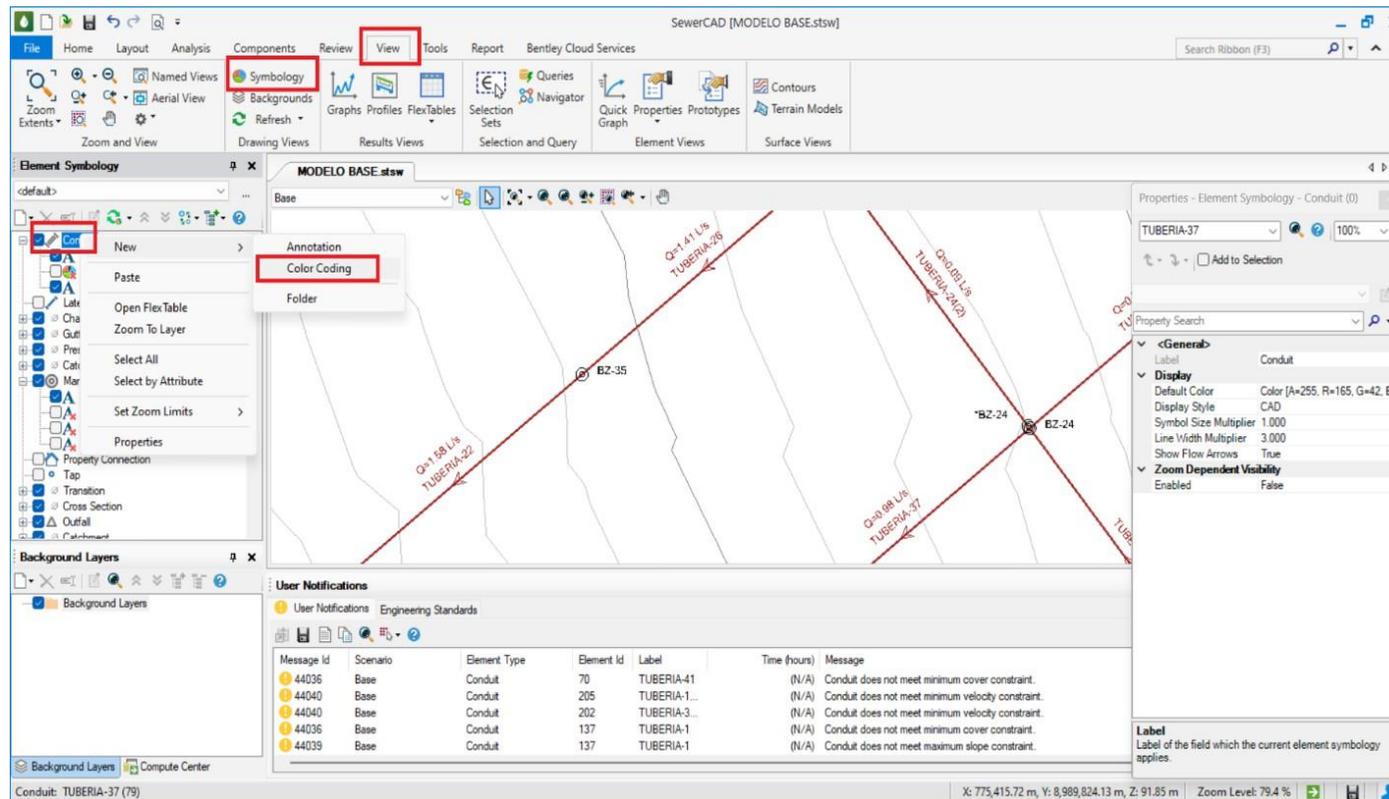
Comprobación de las cargas asignadas



14. Ahora procedemos a verificar los caudales que circulan por el sistema, como se sabe según el RNE, el caudal mínimo que debe circular por el sistema es de 1.5 L/s. Para hacerlo más sencillo se utilizó una herramienta del programa que es “Element Symbology”, debemos crear una codificación de colores para las tuberías.

Figura 80

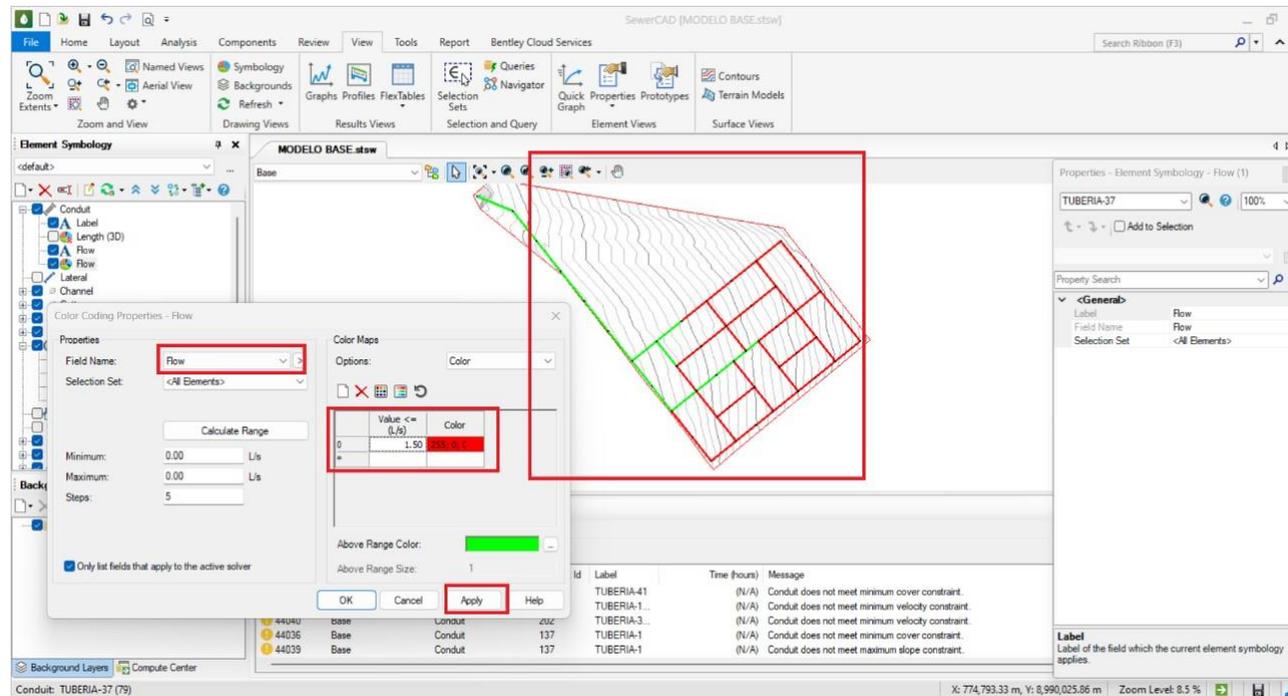
Verificación de los caudales mínimos por el sistema



Al aparecer la tabla de codificación de color en tuberías, primero debemos ingresar el nombre del campo “Field Name”, en este caso será el caudal y en la tabla de colores en el valor de mayor o igual debemos ingresar el valor 1.5 y escoger el color que quieres que tome la tubería que tenga estos valores, en este caso escogemos el color rojo y en la parte de abajo debemos colocar otro color que tomaran los colores por encima del rango colocado y le damos aplicar.

Figura 81

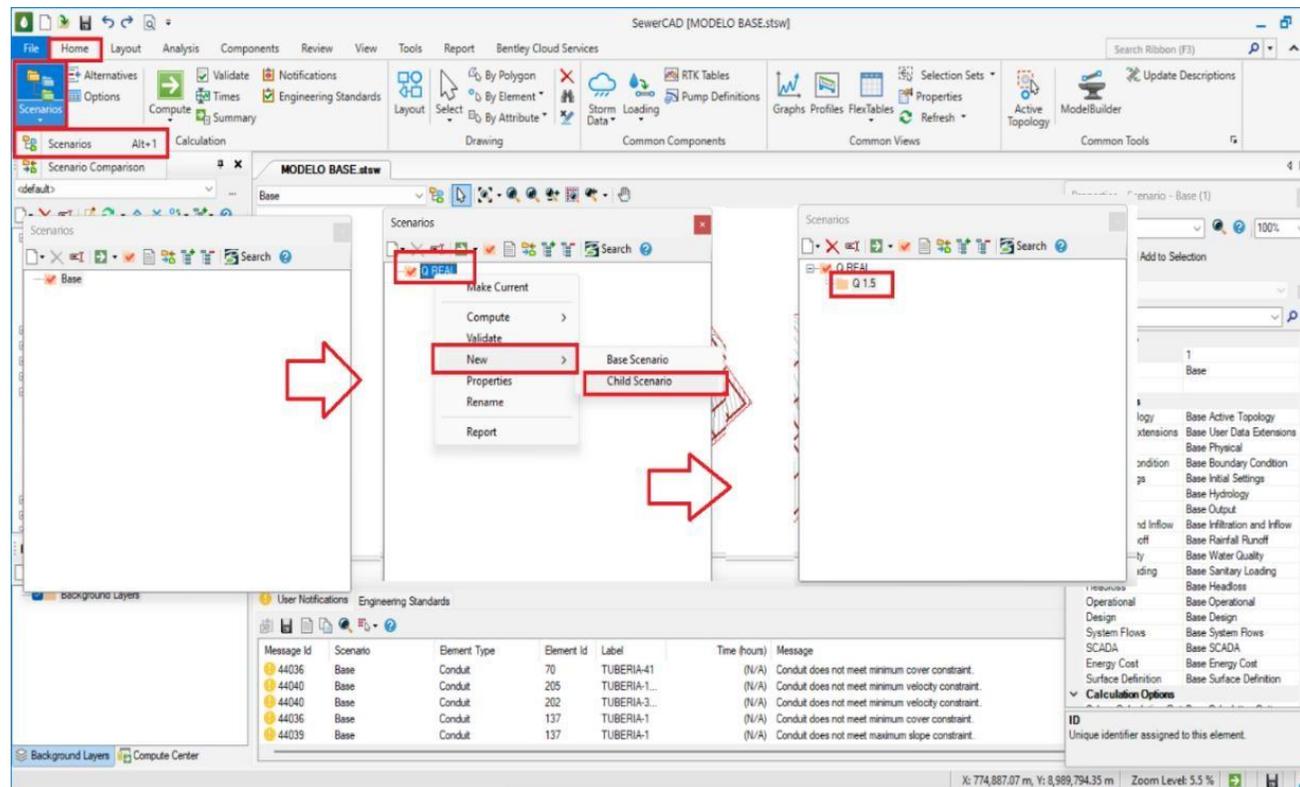
Codificación de colores de las tuberías



15. Para hacer que los caudales menores a 1.5 l/s tomen este valor debemos crear escenarios en el programa. Para esto primero debemos renombrar el sistema a Q REAL, después debemos crear un “Child Scenario”, también se renombrará como Q 1.5.

Figura 82

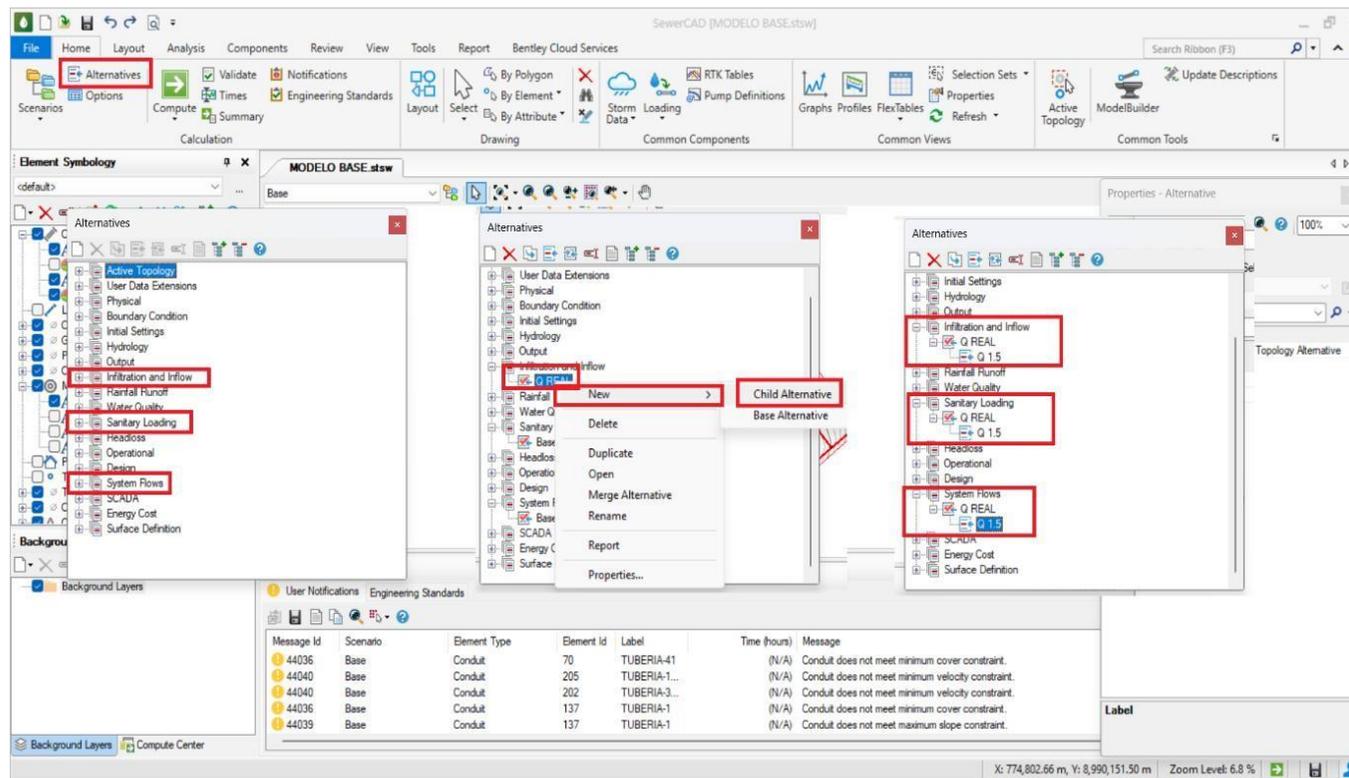
Creación de un nuevo escenario



Ahora debemos generar 3 alternativas, para el nuevo escenario creado una alternativa para las cargas sanitarias (Sanitary Loading), otro por las infiltraciones (Infiltration and flow) y otra para los caudales del sistema (System Flows). Para esto debemos abrir la herramienta de Alternativas y cambiar el nombre de las alternativas ya generadas a Q real y a su vez generar alternativas Child y cambiar de nombre a Q 1.5.

Figura 83

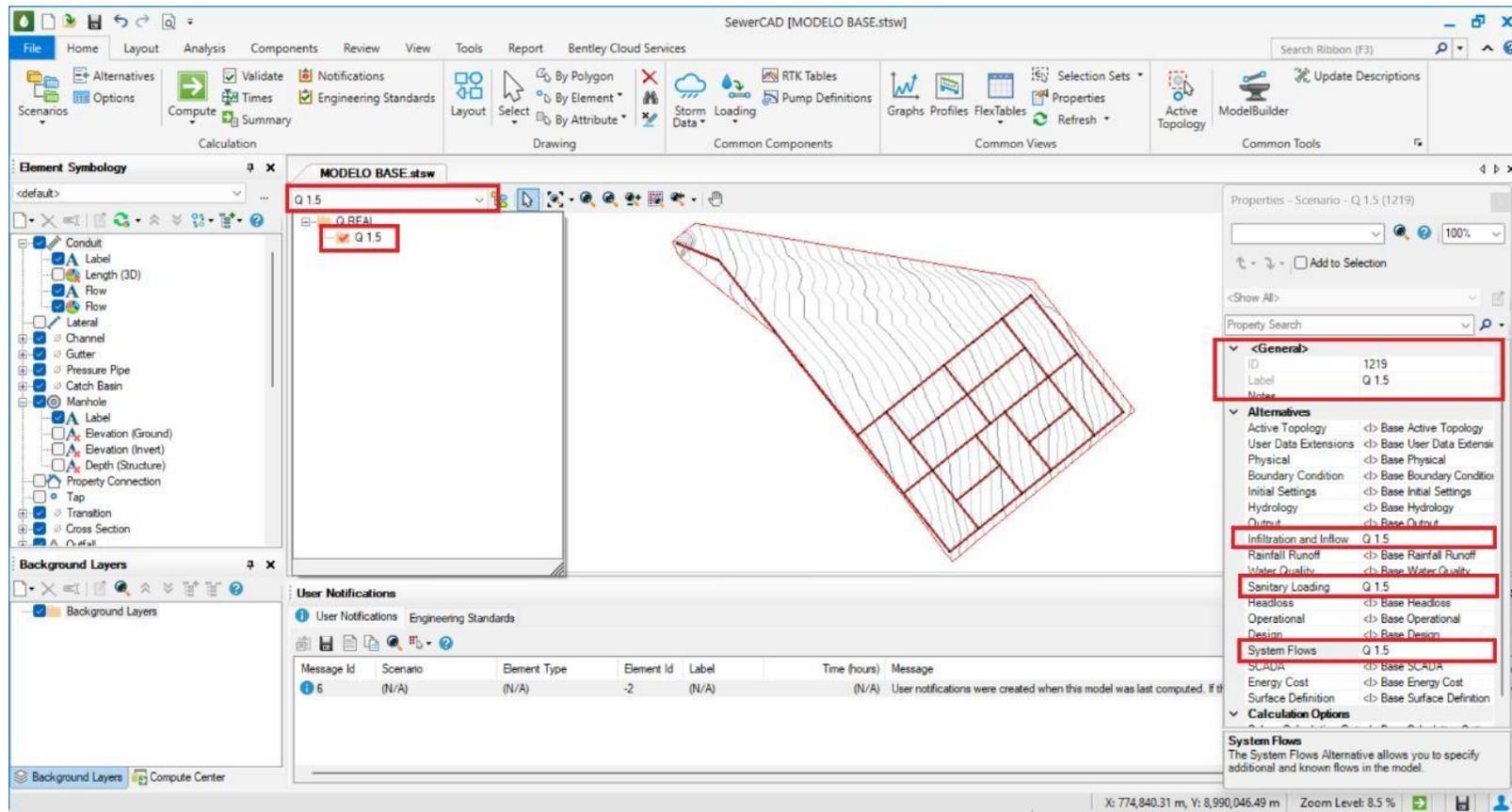
Creación de alternativas para el nuevo escenario



Luego debemos colocar las 3 alternativas creadas en el nuevo escenario creado, para luego proceder a eliminar las cargas insertadas debido a que a este nuevo escenario tiene las cargas coladas previamente en el escenario “Q REAL”.

Figura 84

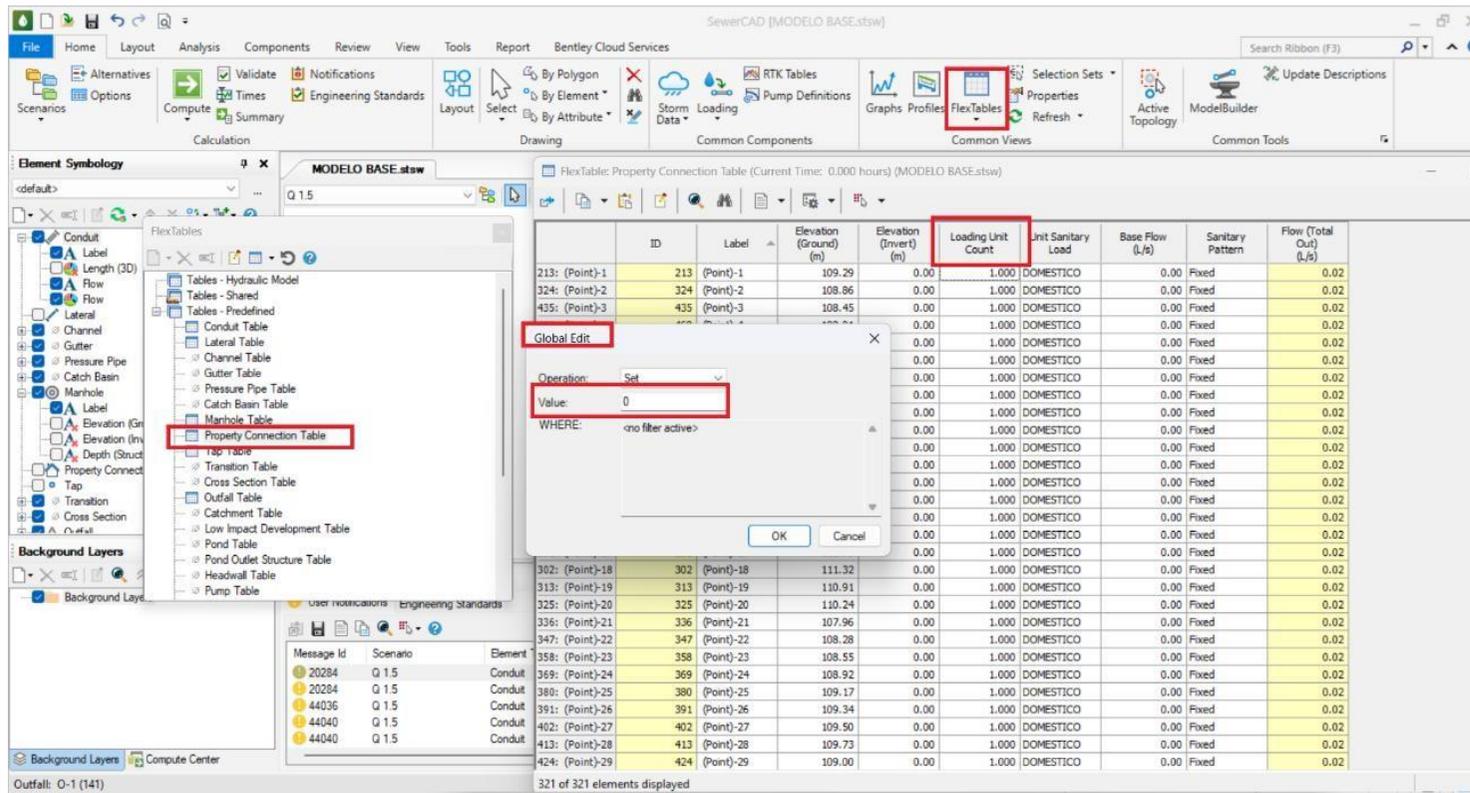
Colocación de alternativas al nuevo escenario



Se debe borrar debido a que se insertara un nuevo caudal con un caudal mínimo de 1.5 l/s, y al borrarlas evitamos que el sistema tenga doble carga. Primero eliminaremos las cargas sanitarias generadas por las conexiones domiciliarias, para esto debemos ir a la tabla de “Property connection” ir a la columna de “Loading Unit count” seleccionar la opción de “Global Edit” y en valor “Value” colocar 0.

Figura 85

Eliminación de cargas sanitarias por conexiones domiciliarias



The screenshot displays the SewerCAD software interface. The main window shows the 'Property Connection Table' with columns for ID, Label, Elevation (Ground), Elevation (Invert), Loading Unit Count, Unit Sanitary Load, Base Flow (L/s), Sanitary Pattern, and Flow (Total Out) (L/s). The 'Loading Unit Count' column is highlighted in yellow. A 'Global Edit' dialog box is open, showing the 'Operation' set to 'Set' and the 'Value' set to 0. The 'WHERE' field is empty. The background shows the 'FlexTables' tree view with 'Property Connection Table' selected.

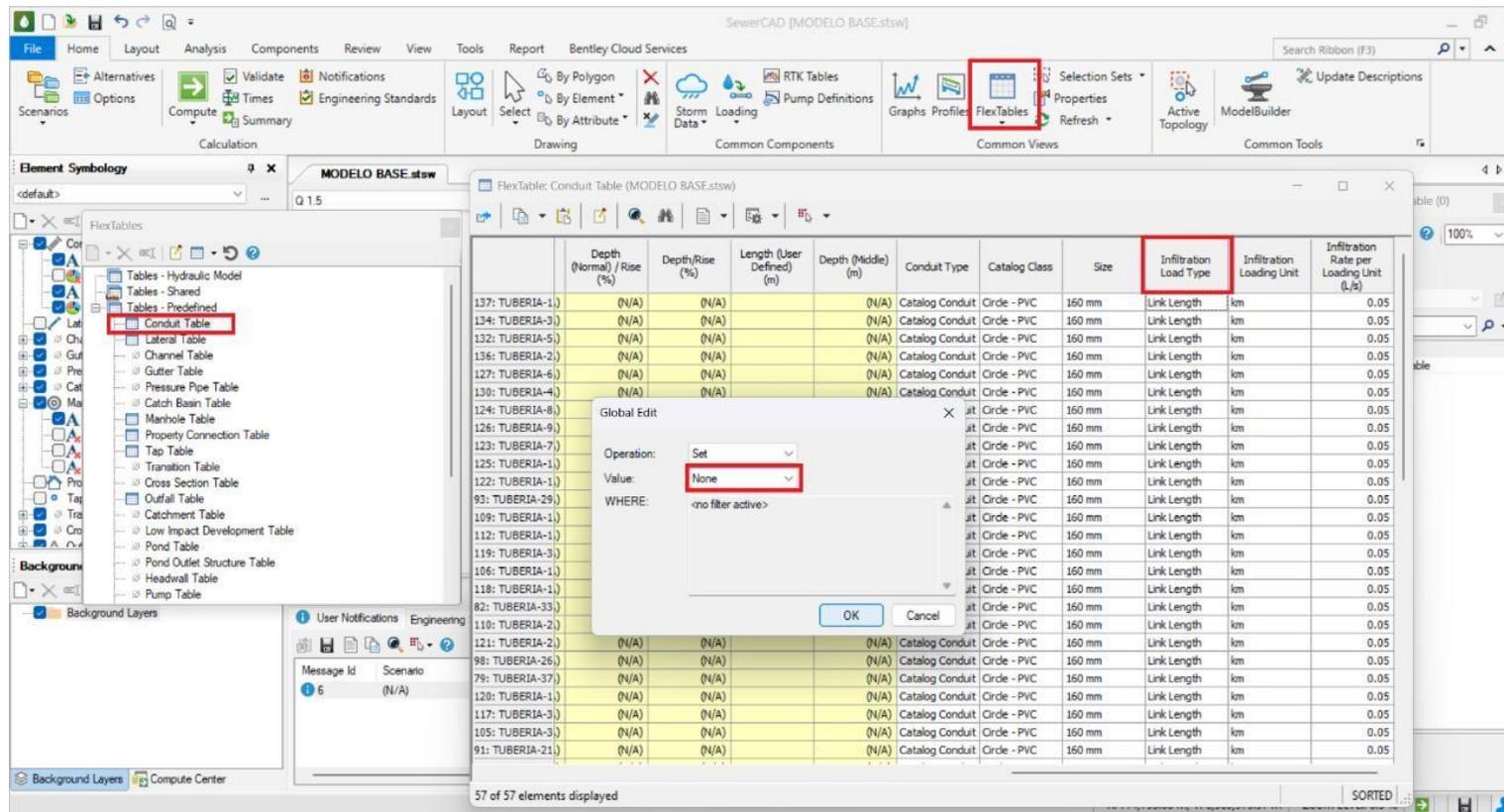
ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Base Flow (L/s)	Sanitary Pattern	Flow (Total Out) (L/s)
213: (Point)-1	213 (Point)-1	109.29	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
324: (Point)-2	324 (Point)-2	108.86	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
435: (Point)-3	435 (Point)-3	108.45	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
...
302: (Point)-18	302 (Point)-18	111.32	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
313: (Point)-19	313 (Point)-19	110.91	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
325: (Point)-20	325 (Point)-20	110.24	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
336: (Point)-21	336 (Point)-21	107.96	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
347: (Point)-22	347 (Point)-22	108.28	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
358: (Point)-23	358 (Point)-23	108.55	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
369: (Point)-24	369 (Point)-24	108.92	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
380: (Point)-25	380 (Point)-25	109.17	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
391: (Point)-26	391 (Point)-26	109.34	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
402: (Point)-27	402 (Point)-27	109.50	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
413: (Point)-28	413 (Point)-28	109.73	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02
424: (Point)-29	424 (Point)-29	109.00	0.00	1.000	DOMESTICO	0.00	Fixed	0.02

Ahora eliminaremos las cargas de infiltración en las tuberías y para eso debemos ir a las tablas de conductos, luego en la columna de

“Infiltration Load Type” seleccionar la opción de “Global Edit” y en valor “Value” colocar ninguno “None”.

Figura 86

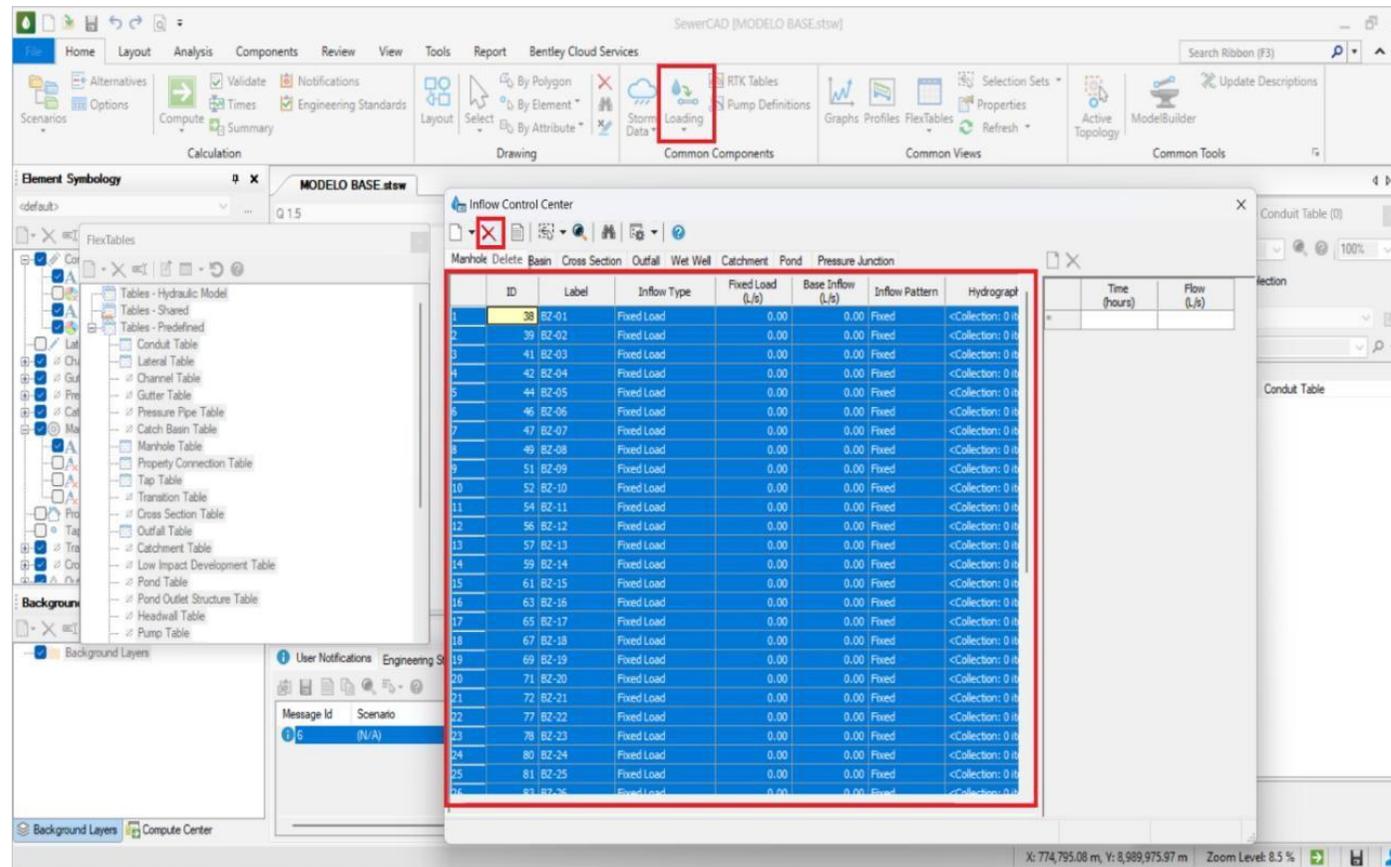
Eliminación de las cargas de infiltración de tuberías en el nuevo escenario



Luego procederemos a eliminar las cargas de infiltración en buzones, para esto debemos abrir la herramienta “Loading” para luego seleccionar la opción de “Inflow Control Center”, debemos seleccionar todas lo columnas y eliminar dando clic en la X roja.

Figura 87

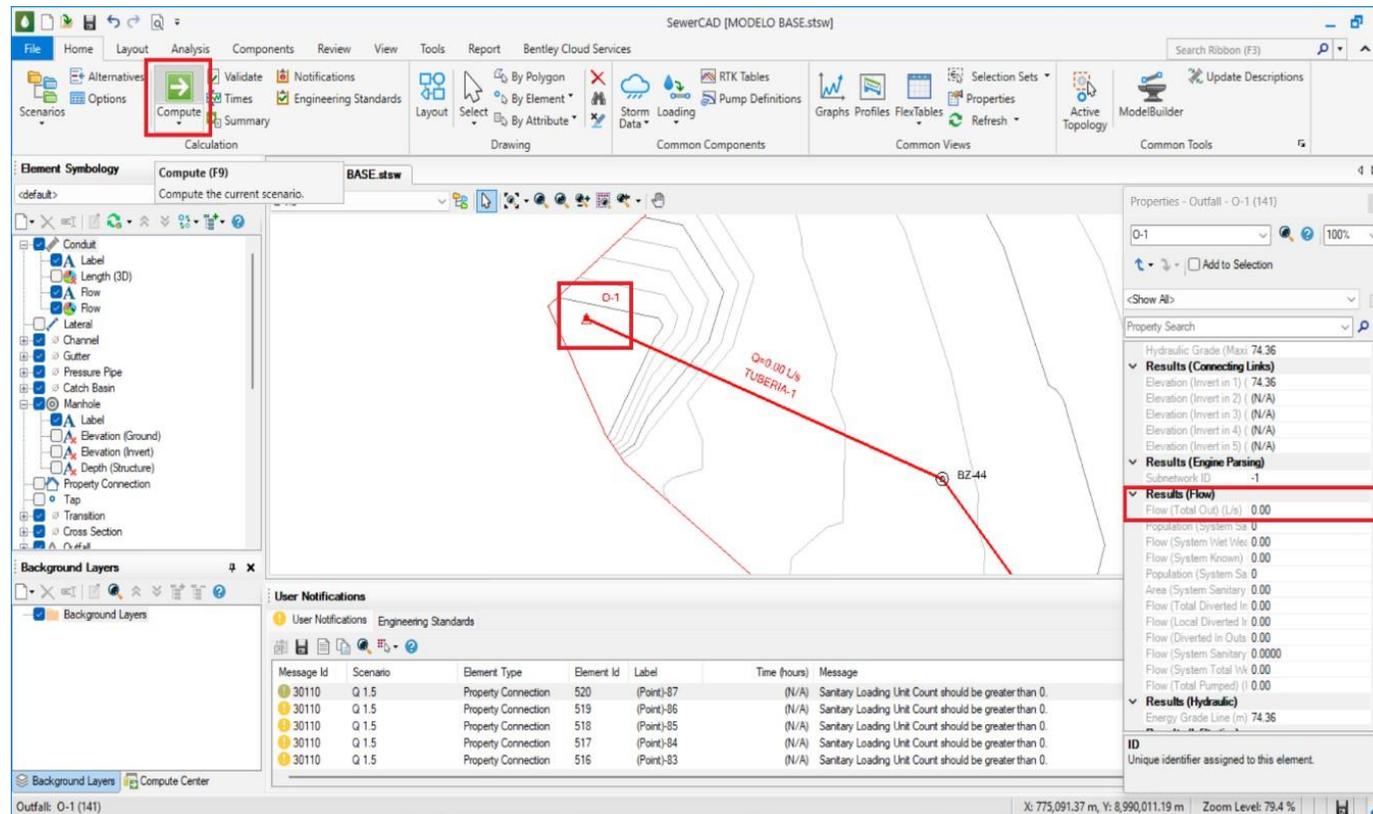
Eliminación de cargas de infiltración en Buzones.



Una vez eliminados las cargas del sistema en el escenario de Q 1.5, debemos correr el programa y luego verificar que en el buzón de descarga final “Outfall” que la carga final sea 0 l/s.

Figura 88

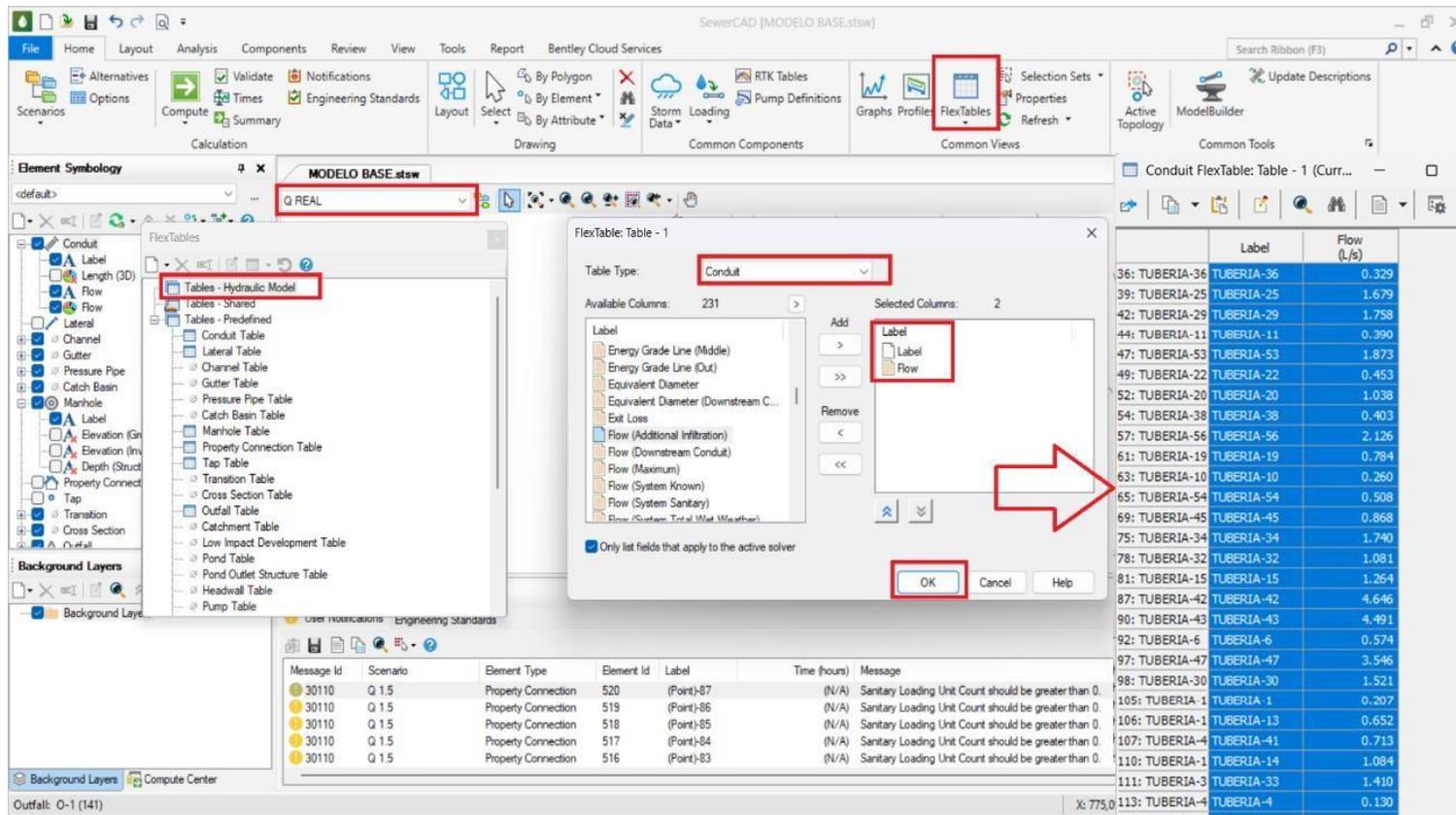
Carga final del nuevo escenario



Ahora tendremos que ver en que tuberías la carga es menor a 1.5 l/s. Para esto regresaremos al escenario de Q REAL, para luego crear una nueva tabla en donde nos muestre la tubería “label” y el caudal “flow” para luego copiar las filas en una hoja de Excel.

Figura 89

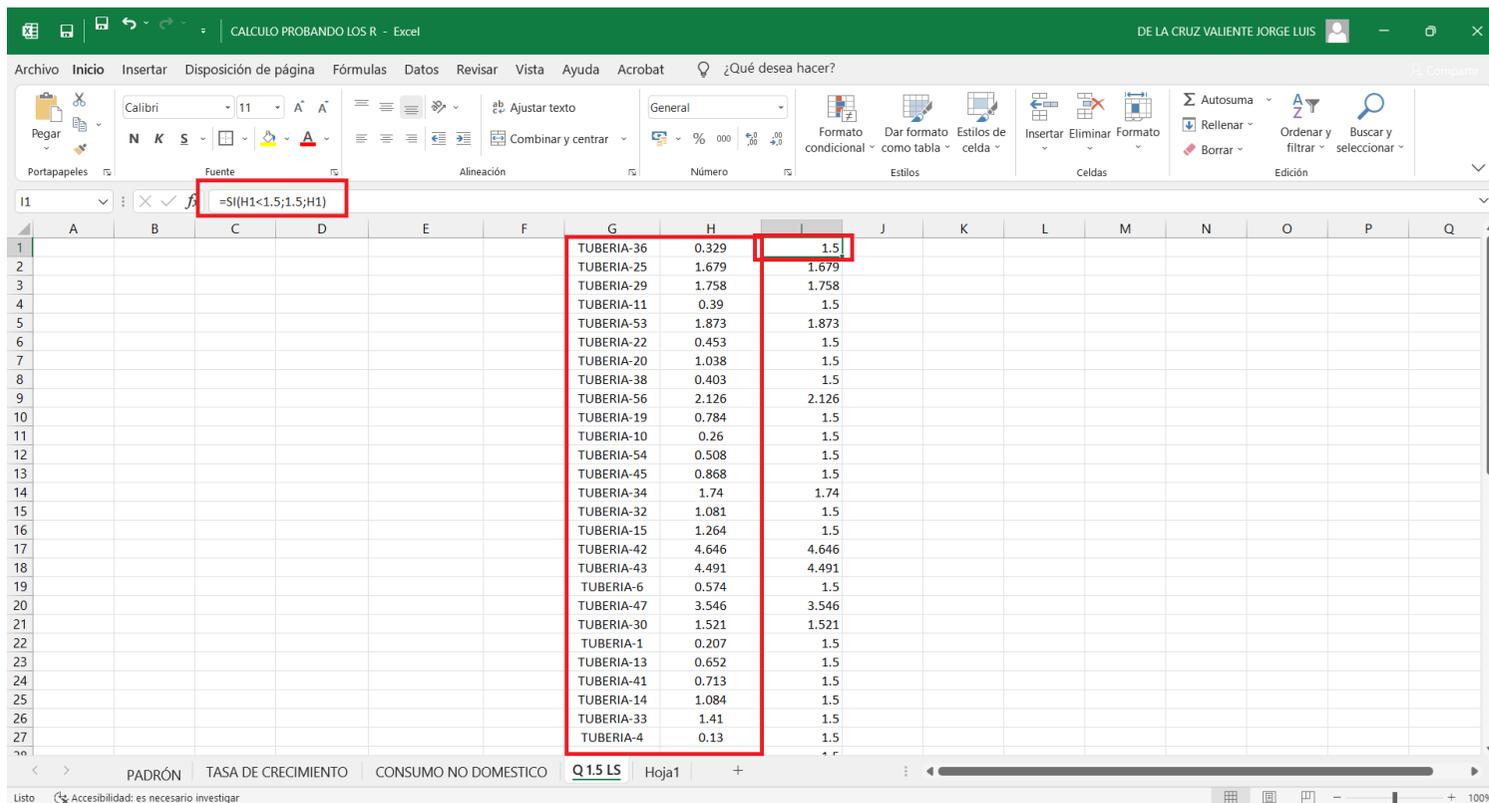
Caudales que circulan por las tuberías



Una vez copiado las columnas en Excel, procederemos a utilizar una función del programa la cual es la función SI. En la siguiente imagen se puede apreciar la función que nos quiere decir que si el valor de la columna seleccionada es menor 1.5, colocar 1.5 y si es mayor o igual al mismo valor de la columna seleccionada).

Figura 90

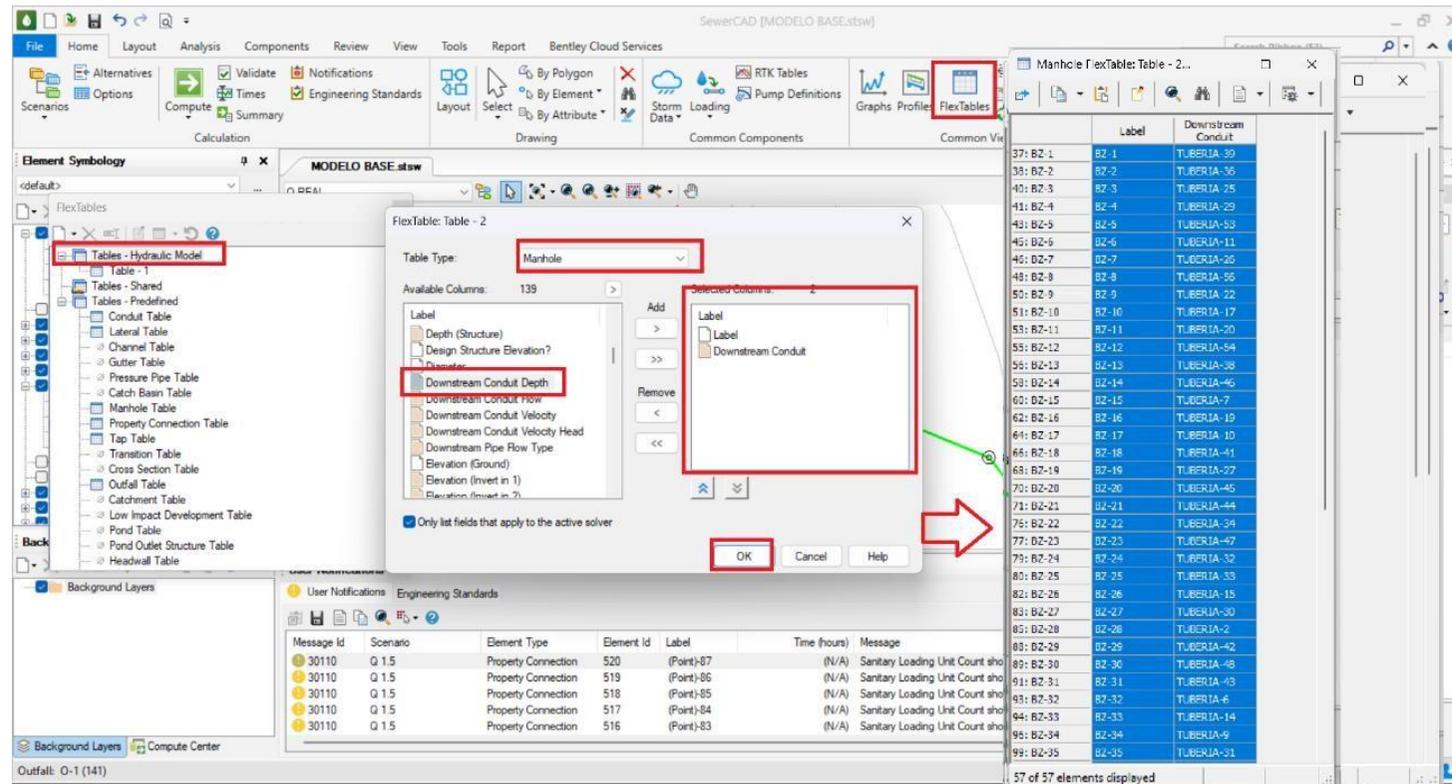
Programa Excel, aplicación de la Función SI



Ahora procederemos a crear una nueva tabla, pero esta vez para los buzones. De igual manera escogeremos la primera opción de “Label” y esta vez escogeremos el parámetro de Conductos agua abajo “Downstream Conduit”, que nos proporcionara la información de que tuberías sale de cada buzón. Una vez creada la tabla, procedemos a seleccionar todas las columnas y copiar para luego pegarlas en el Excel ya creado.

Figura 91

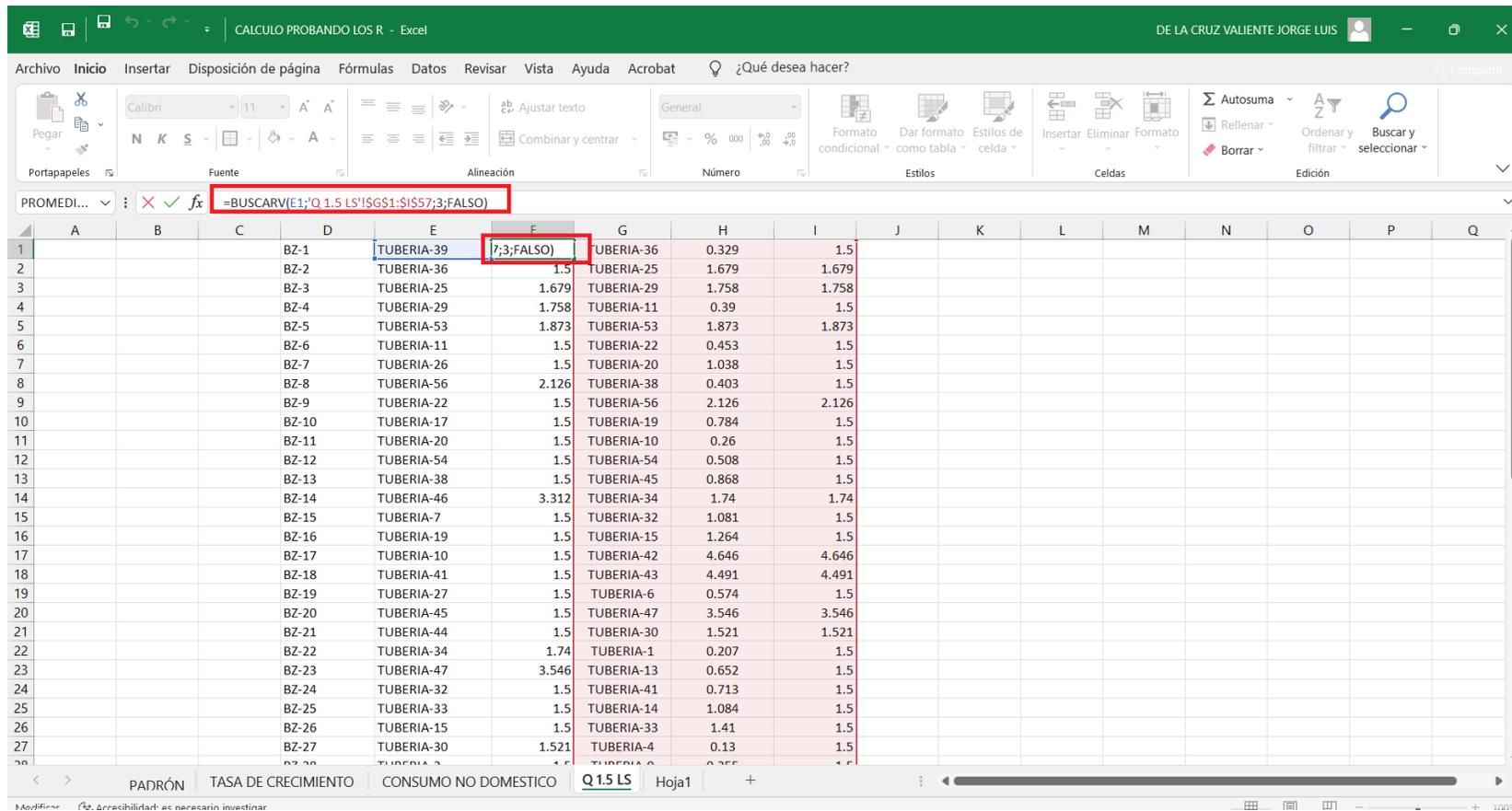
Parámetro “Downstream Conduit” de los buzones



Una vez copiado la información de los buzones en la hoja de Excel, procederemos a usar la función de BUSCARV, esta función nos ayudara a colocar el caudal que pertenece a la tubería insertada en el paso anterior y colocarlo al buzón que pertenece.

Figura 92

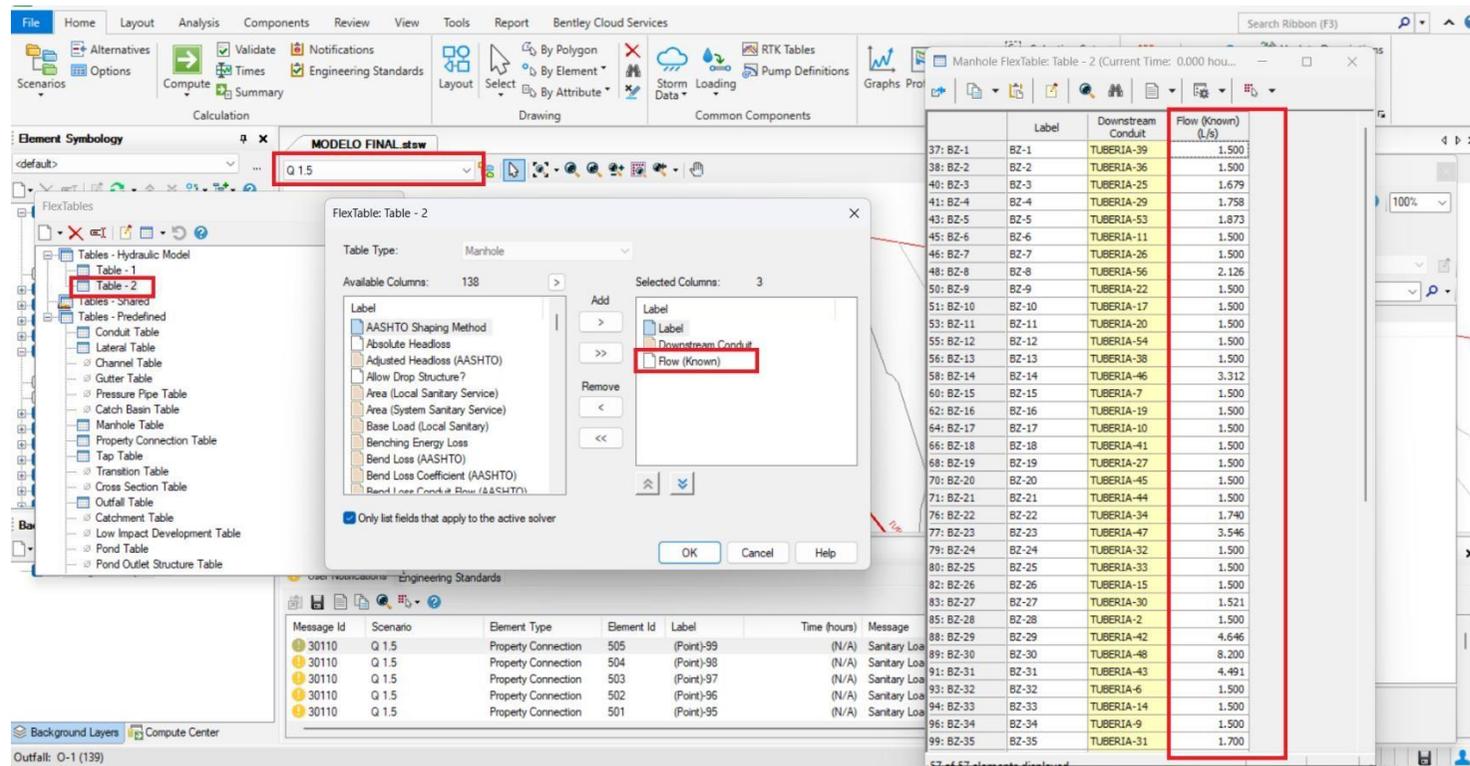
Programa Excel, Función BUSCARV.



Ahora la información de la columna F de la hoja de Excel tendremos que insertarlos en los buzones y para esto primero debemos insertar un nuevo parámetro en la tabla creada anterior mente para los buzones. Este parámetro es el del Caudal conocido “Know Flow”, una vez copiado de la hoja de Excel procedemos a pegar para luego correr el programa, pero este caudal debe ser pegado en el escenario hijo Q 1.5.

Figura 93

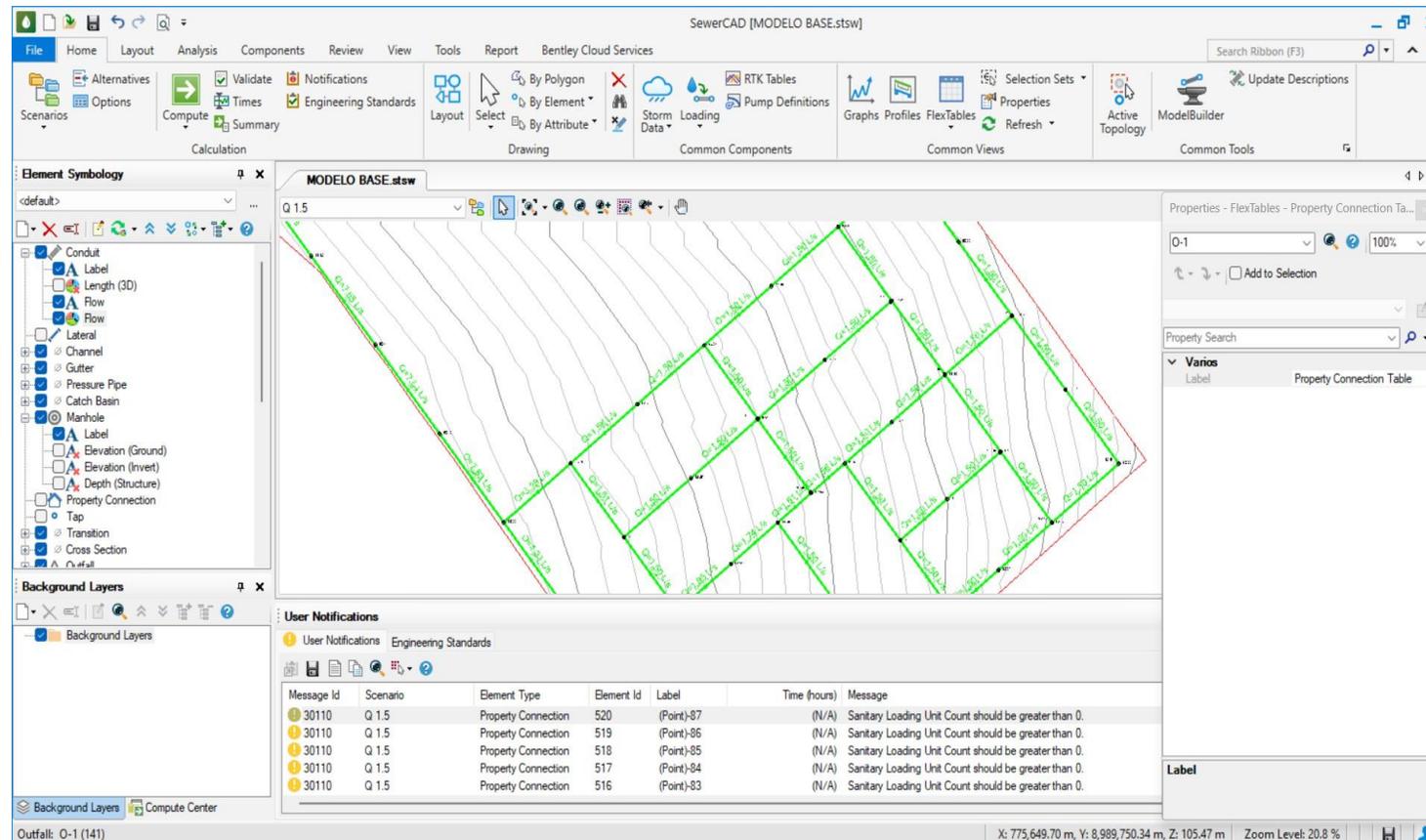
Colocación de los nuevos caudales mayor o iguales a 1.5 l/s



Luego de correr el programa se puede observar que todas las tuberías están de color verde por la codificación que colocamos anteriormente que todas las tuberías con caudal de mayor a 1.5 l/s sean de color verde.

Figura 94

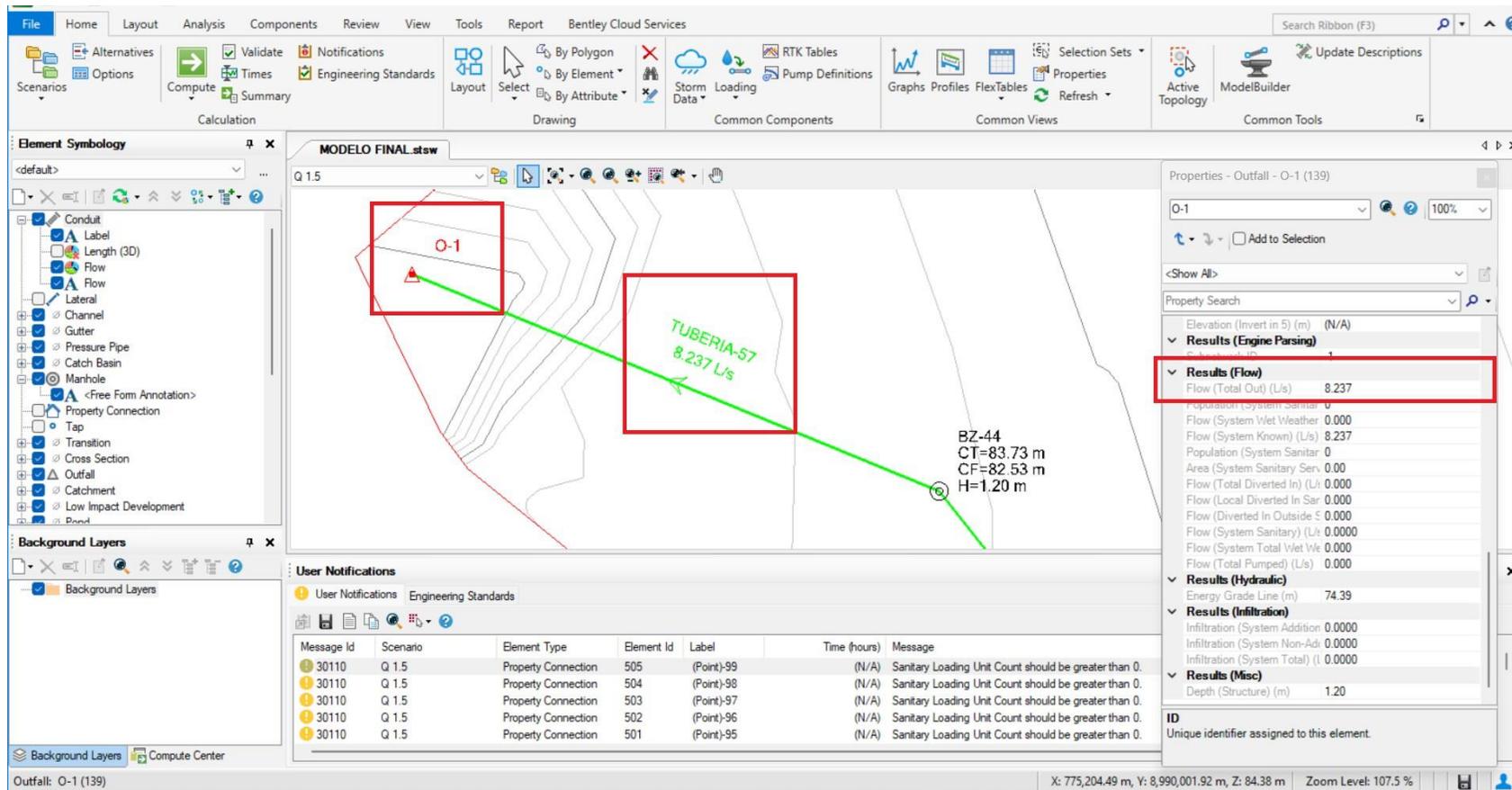
Verificación de los caudales mayor o igual a 1.5 l/s.



También debemos verificar que el caudal de salida sea igual al que se colocó inicialmente y el que se determino en los cálculos, además que todo este proceso se realice en el escenario de Q 1.5.

Figura 95

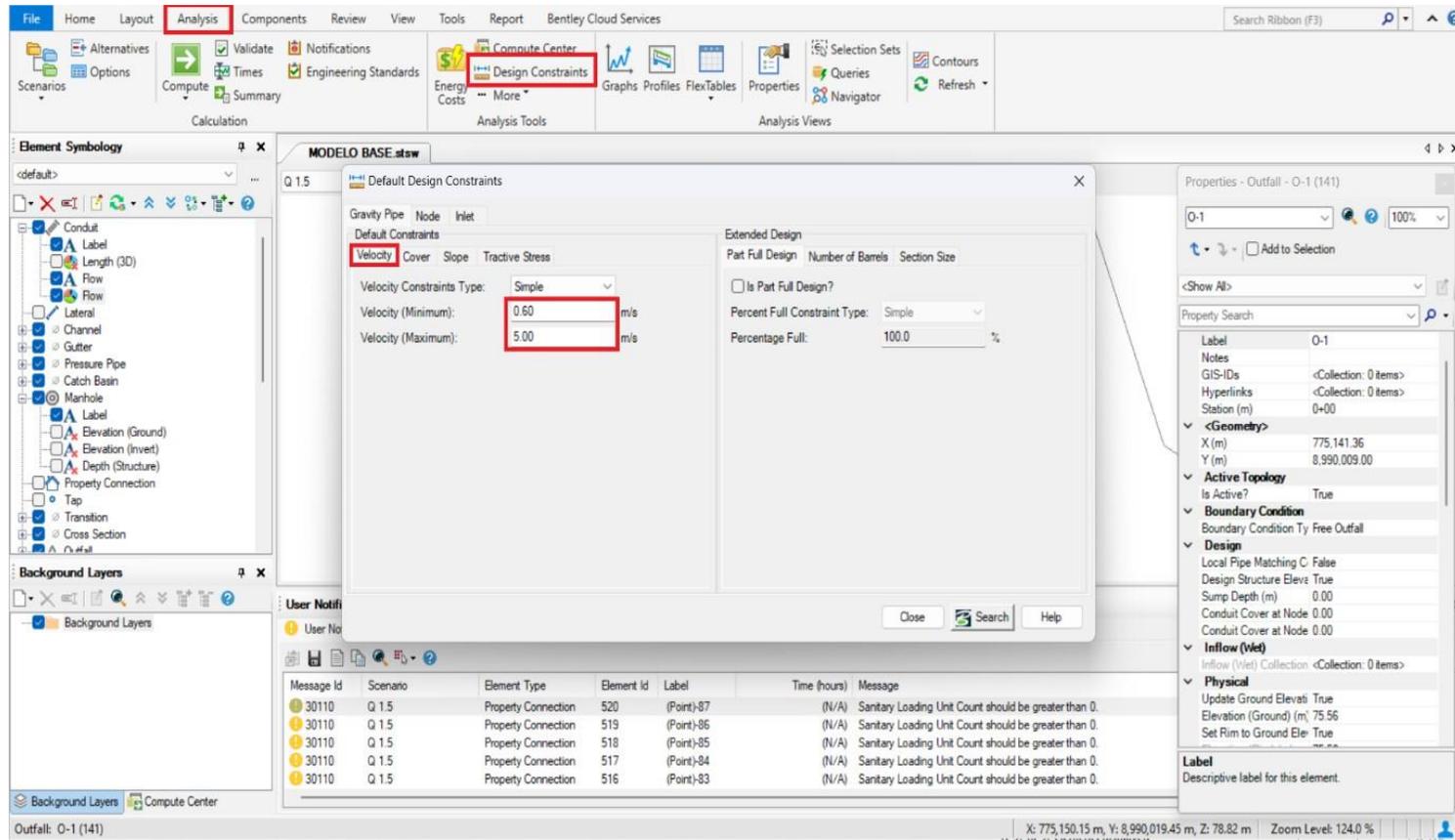
Verificación del caudal de salida en el buzón de salida



16. Ahora procederemos a configurar las restricciones de diseño según el RNE. En primer lugar, colocaremos la velocidad mínima de las tuberías que es 0.6 m/s y la velocidad máxima de 5 m/s.

Figura 96

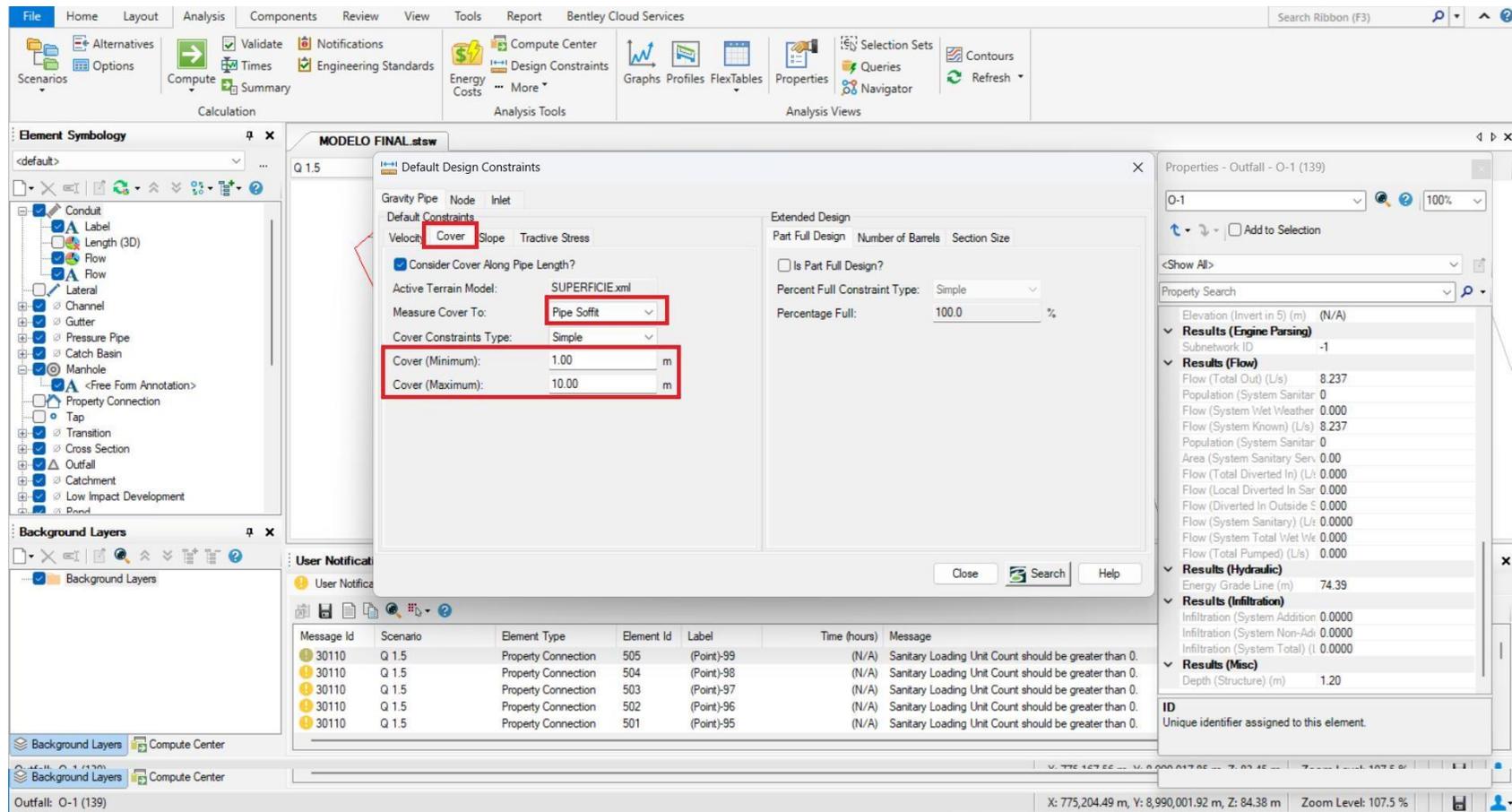
Restricciones de velocidades en las tuberías



Luego procederemos a colocar a la cobertura mínima de la tubería que es de 1 metro desde la corona de la tubería “Pipe Soffit”, a la máxima le daremos la libertad de 10 metros.

Figura 97

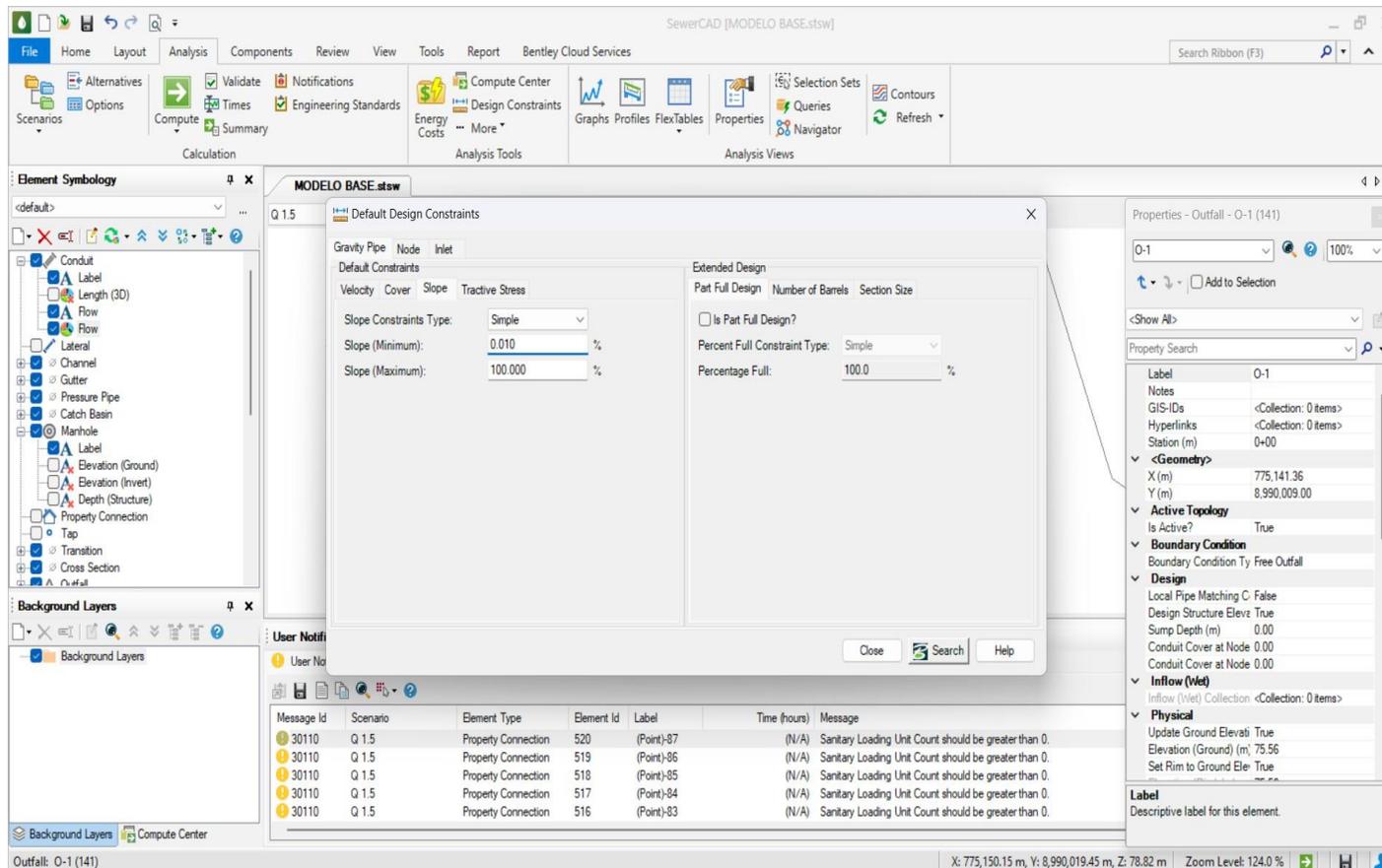
Restricción de cobertura mínima de la tubería



Después procederemos a colocar las pendientes, el reglamento no establece un parámetro explícito, pero se calculará de acuerdo a las velocidades y caudales colocados anteriormente por eso colocaremos una pendiente mínima muy baja y una máxima muy alta.

Figura 98

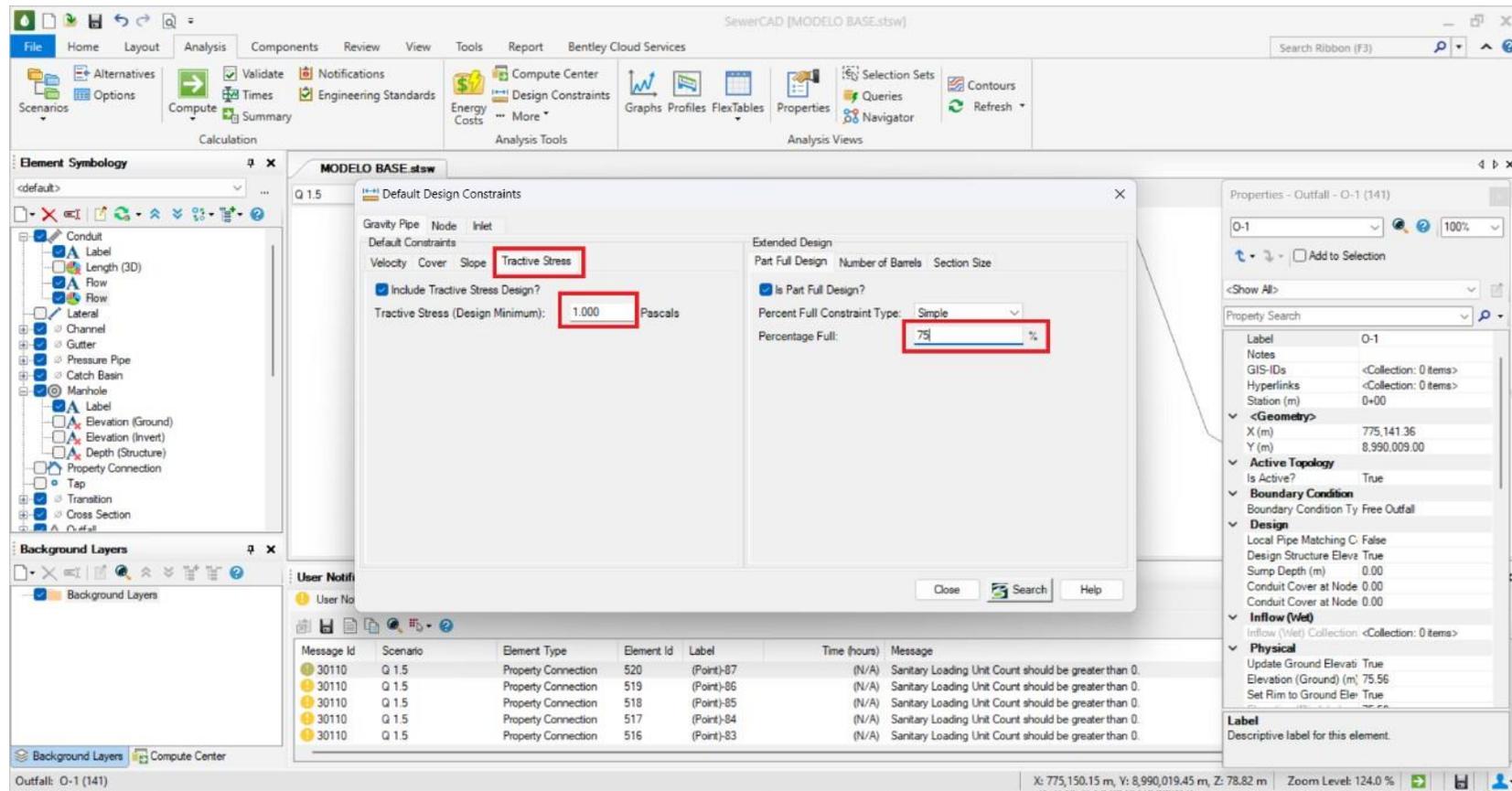
Restricción de pendientes



Colocaremos la tensión tractiva mínima que nos dice el reglamento de 1 Pa y también el porcentaje de llenado de la tubería o la altura de la lámina de agua que es de 75%.

Figura 99

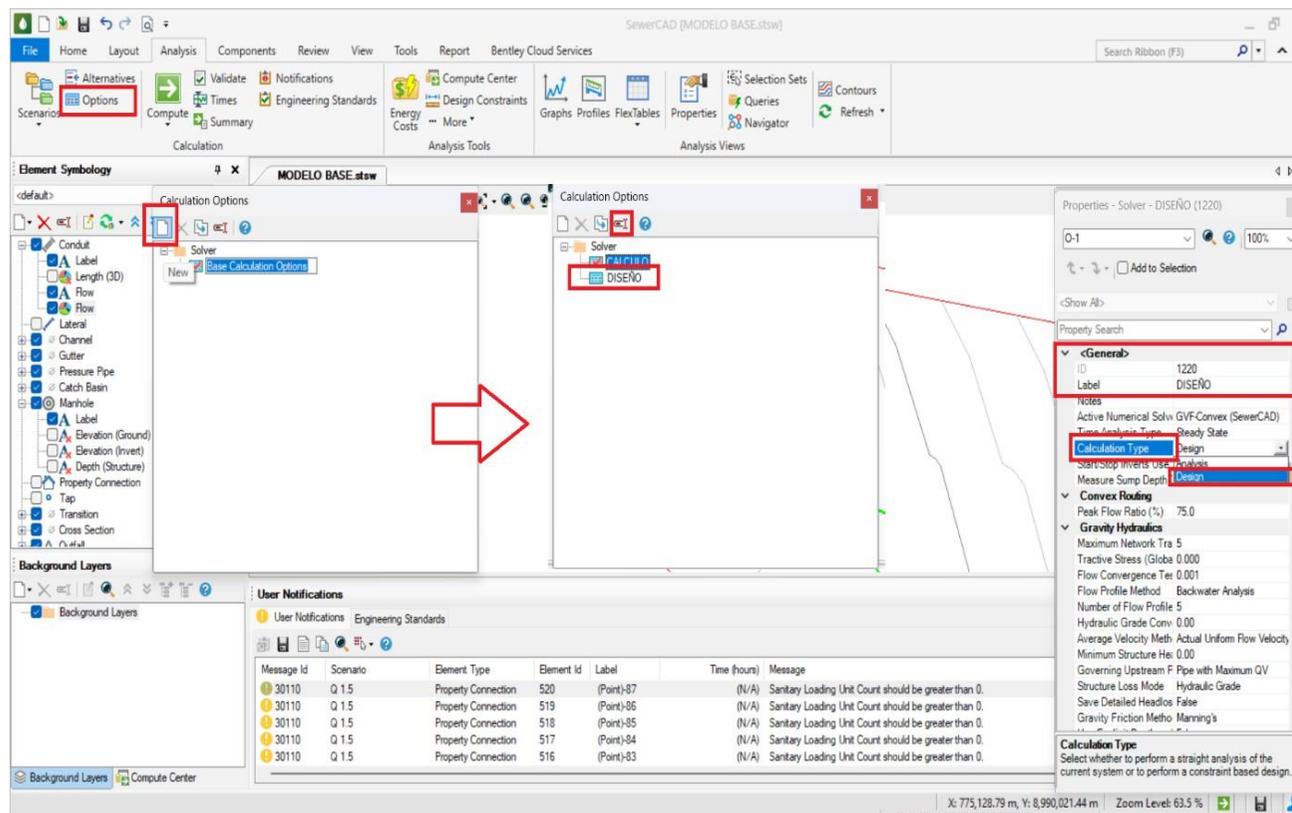
Restricción de Tensión Tractiva y porcentaje de llenado de la tubería



Una vez colocado las restricciones procedemos a crear una opción de calculadora para el diseño, la primera opción que aparece la renombraremos como Calculo y la recién creada como diseño, para luego proceder a cambiar en la opción creada cambiar el tipo de cálculo a diseño.

Figura 100

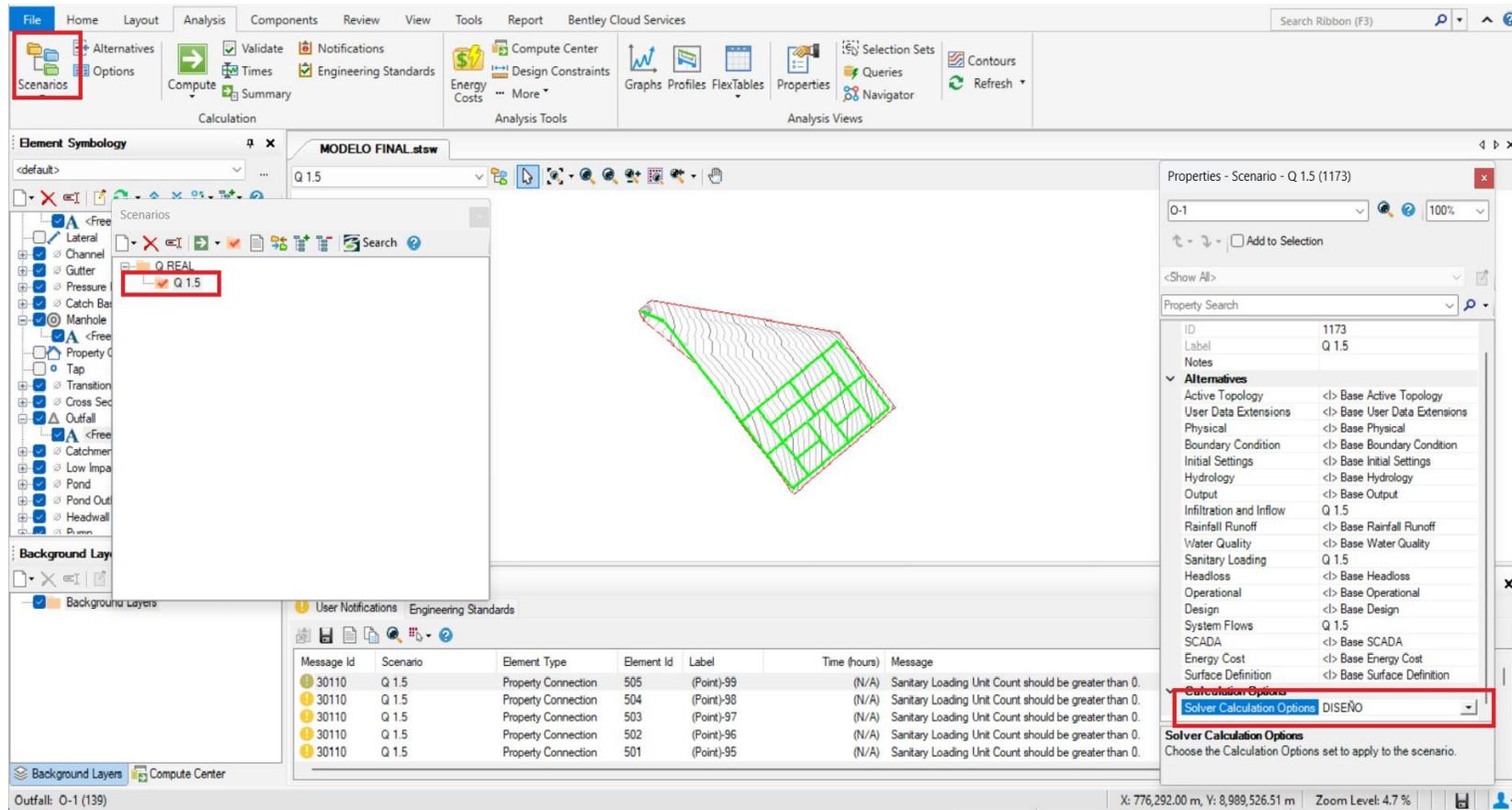
Creación de opciones de diseño



Luego de haber creada la opción de diseño procedemos a cambiar en el escenario creado de 1.5 la opción de cálculo a DISEÑO y procedemos a correr el programa

Figura 101

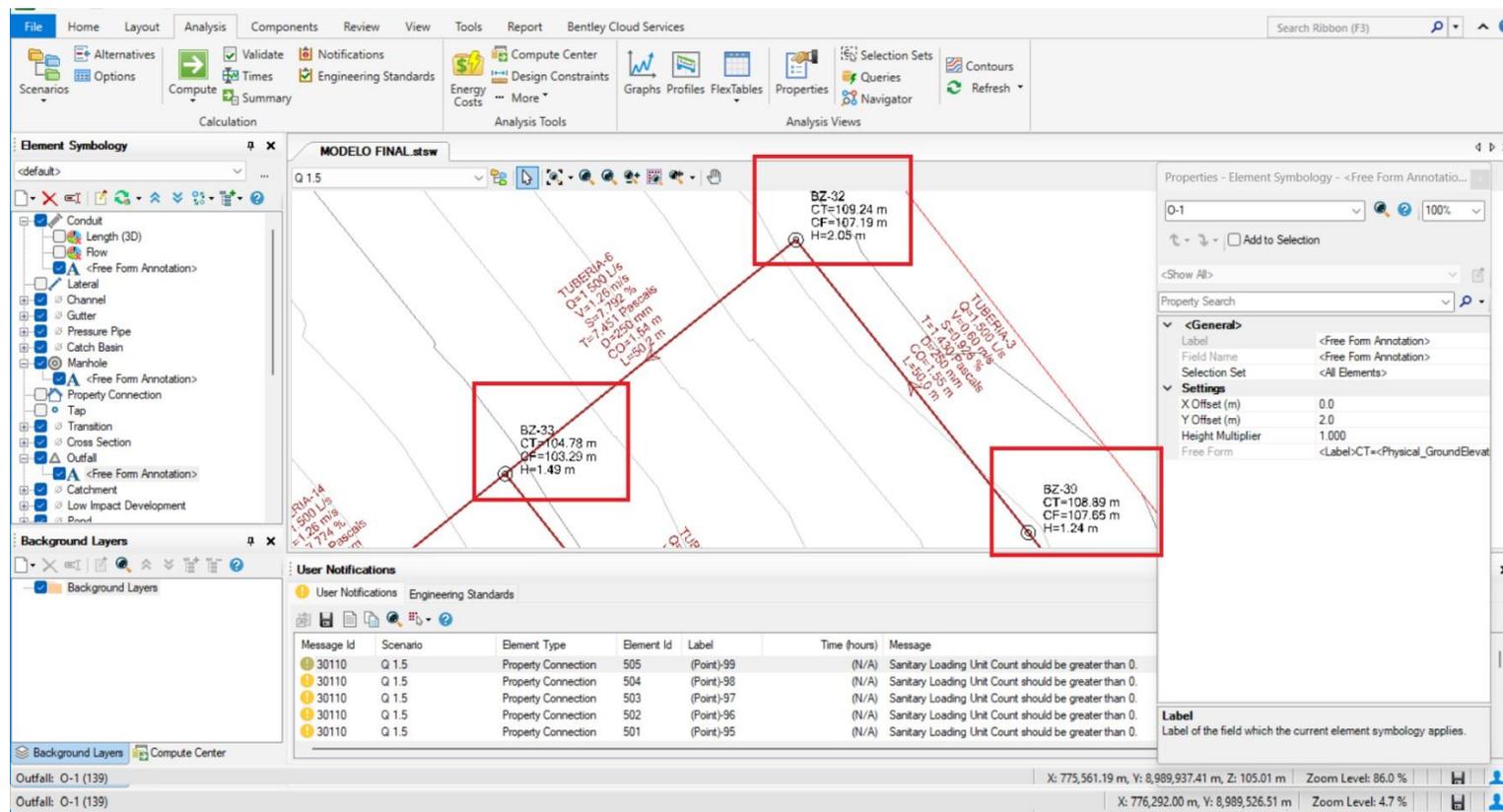
Proceso del programa en la opción de diseño



17. Una vez procesado, el programa calculara las alturas de los buzones de acuerdo a los parámetros, podemos ver que las alturas de los buzones tienen alturas que son muy complicado de construir, generalmente los buzones tienen que tener una altura redondeada a un decimal o que sea múltiplo de 10.

Figura 102

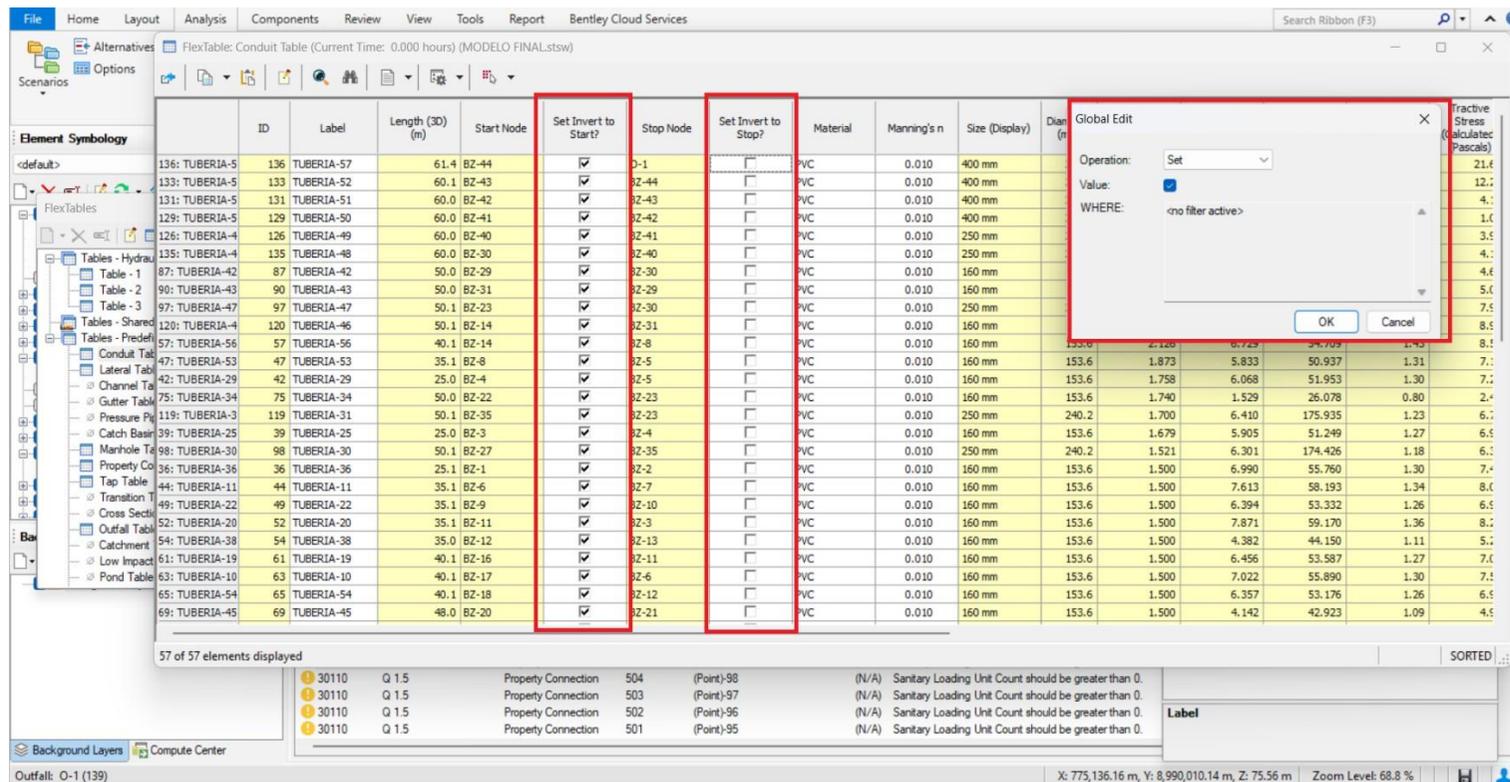
Altura de los buzones



Pero primero debemos vincular los nodos de inicio y llegada de las tuberías a los buzones, debido a que en el modo de calculadora de diseño el programa los desactiva para poder hallar las alturas con los parámetros establecidos. Para esto debemos abrir la tablade reporte de tuberías y en las columnas de nodo de inicio y llegada hacer uso de la herramienta Global edit y marcar la casilla con el check y listo se activará las opciones de los nodos de las tuberías.

Figura 103

Activación de los nodos de inicio y llegada de las tuberías





Ahora debemos ir a la tabla de reporte de los buzones, luego copiar las columnas de las cotas de tapa, las cotas de fondo y las alturas de los buzones a una hoja de Excel. Luego procederemos a usar la función REDONDEAR.MAS de Excel a la columna de las alturas, para que dichas alturas se redondeen a su decimal superior más cercano. Finalmente, estas nuevas alturas se deben restar a las alturas de cota de tapa para tener una nueva cota de fondo

Figura 104

Redondeo de Alturas

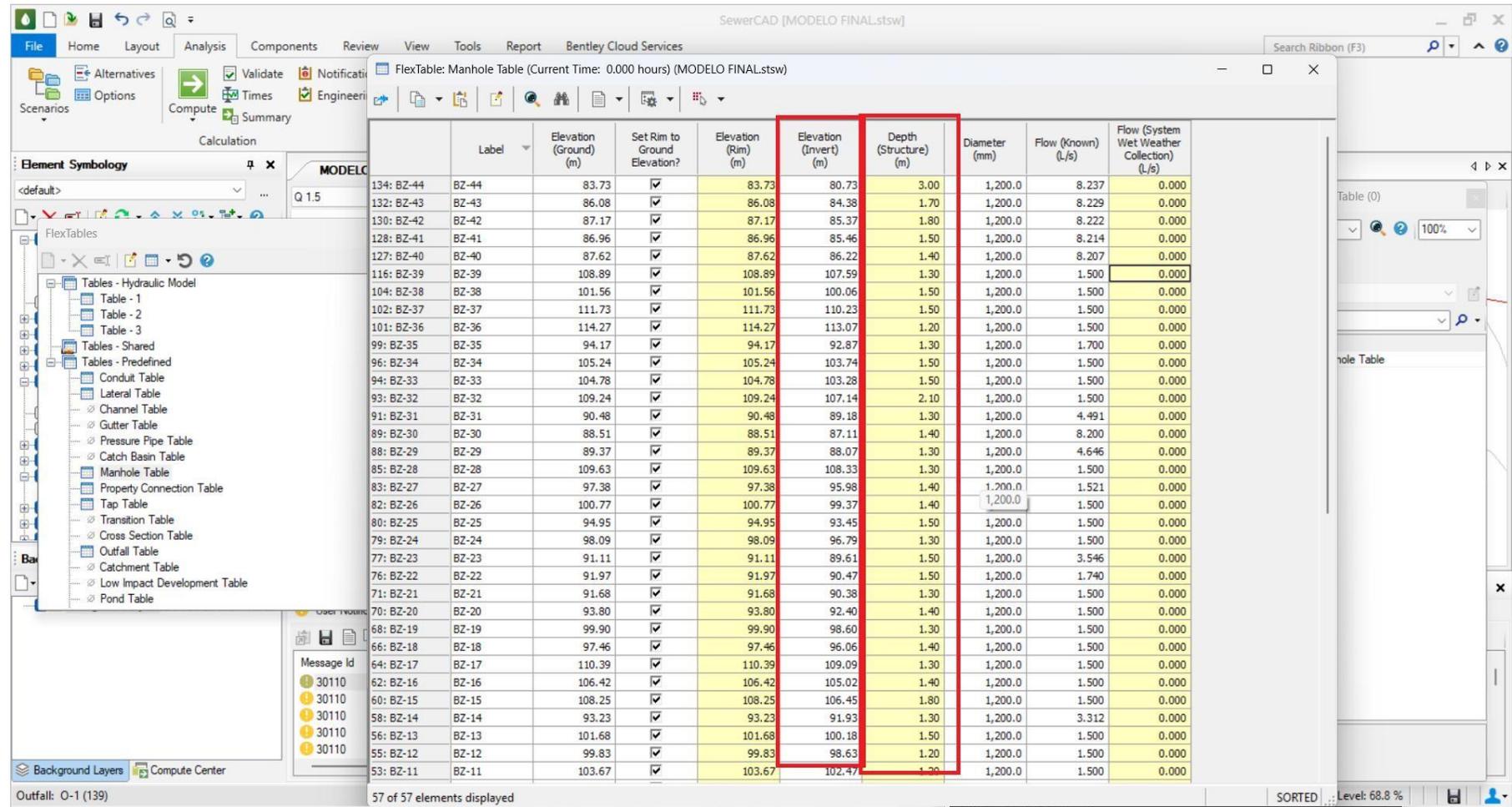
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F
		Elevation (Ground)	Elevation (Invert)	Depth (Structure)	NUEVA ALTURA	NUEVA COTA DE FONDO
1						
2		83.73	80.74	3	MAS(D2;1)	80.73
3		86.08	84.45	1.63	1.70	84.38
4		87.17	85.36	1.8	1.80	85.37
5		86.96	85.52	1.44	1.50	85.46
6		87.62	86.29	1.33	1.40	86.22
7		108.89	107.65	1.24	1.30	107.59
8		101.56	100.11	1.45	1.50	100.06
9		111.73	110.27	1.46	1.50	110.23
10		114.27	113.07	1.2	1.20	113.07
11		94.17	92.9	1.27	1.30	92.87
12		105.24	103.74	1.5	1.50	103.74
13		104.78	103.29	1.49	1.50	103.28
14		109.24	107.19	2.05	2.10	107.14
15		90.48	89.23	1.26	1.30	89.18
16		88.51	87.11	1.4	1.40	87.11
17		89.37	88.11	1.26	1.30	88.07
18		109.63	108.39	1.24	1.30	108.33
19		97.38	96.06	1.33	1.40	95.98
20		100.77	99.41	1.36	1.40	99.37
21		94.95	93.54	1.41	1.50	93.45
22		98.09	96.88	1.21	1.30	96.79
23		91.11	89.7	1.41	1.50	89.61
24		91.97	90.46	1.5	1.50	90.47
25		91.68	90.43	1.26	1.30	90.38

Una vez obtenida las nuevas cotas de fondo, procederemos a colocarlas en las tablas de buzones en el programa SewerCAD.

Figura 105

Colocación de las nuevas cotas de fondo de buzones

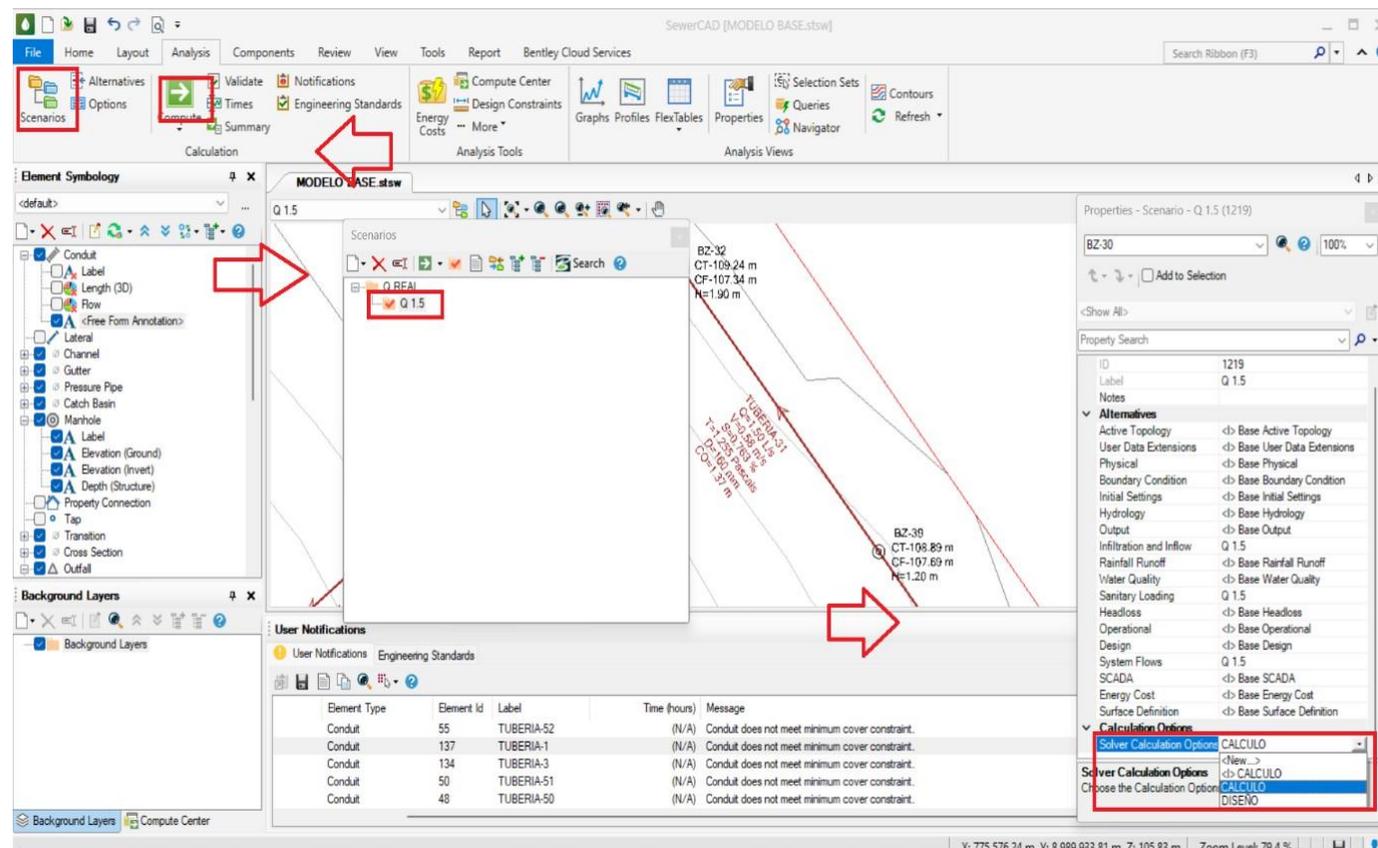


Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Depth (Structure) (m)	Diameter (mm)	Flow (Known) (L/s)	Flow (System Wet Weather Collection) (L/s)
134: BZ-44	83.73	✓	83.73	80.73	3.00	1,200.0	8.237	0.000
132: BZ-43	86.08	✓	86.08	84.38	1.70	1,200.0	8.229	0.000
130: BZ-42	87.17	✓	87.17	85.37	1.80	1,200.0	8.222	0.000
128: BZ-41	86.96	✓	86.96	85.46	1.50	1,200.0	8.214	0.000
127: BZ-40	87.62	✓	87.62	86.22	1.40	1,200.0	8.207	0.000
116: BZ-39	108.89	✓	108.89	107.59	1.30	1,200.0	1.500	0.000
104: BZ-38	101.56	✓	101.56	100.06	1.50	1,200.0	1.500	0.000
102: BZ-37	111.73	✓	111.73	110.23	1.50	1,200.0	1.500	0.000
101: BZ-36	114.27	✓	114.27	113.07	1.20	1,200.0	1.500	0.000
99: BZ-35	94.17	✓	94.17	92.87	1.30	1,200.0	1.700	0.000
96: BZ-34	105.24	✓	105.24	103.74	1.50	1,200.0	1.500	0.000
94: BZ-33	104.78	✓	104.78	103.28	1.50	1,200.0	1.500	0.000
93: BZ-32	109.24	✓	109.24	107.14	2.10	1,200.0	1.500	0.000
91: BZ-31	90.48	✓	90.48	89.18	1.30	1,200.0	4.491	0.000
89: BZ-30	88.51	✓	88.51	87.11	1.40	1,200.0	8.200	0.000
88: BZ-29	89.37	✓	89.37	88.07	1.30	1,200.0	4.646	0.000
85: BZ-28	109.63	✓	109.63	108.33	1.30	1,200.0	1.500	0.000
83: BZ-27	97.38	✓	97.38	95.98	1.40	1,200.0	1.521	0.000
82: BZ-26	100.77	✓	100.77	99.37	1.40	1,200.0	1.500	0.000
80: BZ-25	94.95	✓	94.95	93.45	1.50	1,200.0	1.500	0.000
79: BZ-24	98.09	✓	98.09	96.79	1.30	1,200.0	1.500	0.000
77: BZ-23	91.11	✓	91.11	89.61	1.50	1,200.0	3.546	0.000
76: BZ-22	91.97	✓	91.97	90.47	1.50	1,200.0	1.740	0.000
71: BZ-21	91.68	✓	91.68	90.38	1.30	1,200.0	1.500	0.000
70: BZ-20	93.80	✓	93.80	92.40	1.40	1,200.0	1.500	0.000
68: BZ-19	99.90	✓	99.90	98.60	1.30	1,200.0	1.500	0.000
66: BZ-18	97.46	✓	97.46	96.06	1.40	1,200.0	1.500	0.000
64: BZ-17	110.39	✓	110.39	109.09	1.30	1,200.0	1.500	0.000
62: BZ-16	106.42	✓	106.42	105.02	1.40	1,200.0	1.500	0.000
60: BZ-15	108.25	✓	108.25	106.45	1.80	1,200.0	1.500	0.000
58: BZ-14	93.23	✓	93.23	91.93	1.30	1,200.0	3.312	0.000
56: BZ-13	101.68	✓	101.68	100.18	1.50	1,200.0	1.500	0.000
55: BZ-12	99.83	✓	99.83	98.63	1.20	1,200.0	1.500	0.000
53: BZ-11	103.67	✓	103.67	102.47	1.20	1,200.0	1.500	0.000

Para poder correr el programa de nuevo y verificar que los parámetros de diseño colocados anteriormente cumplan debemos cambiar el tipo de calculadora del programa, para esto debemos ir a la parte de escenarios, seleccionar el escenario Q 1.5 y cambiar la opción de diseño a calculo. Esto se realiza para que las alturas corregidas no se modifiquen.

Figura 106

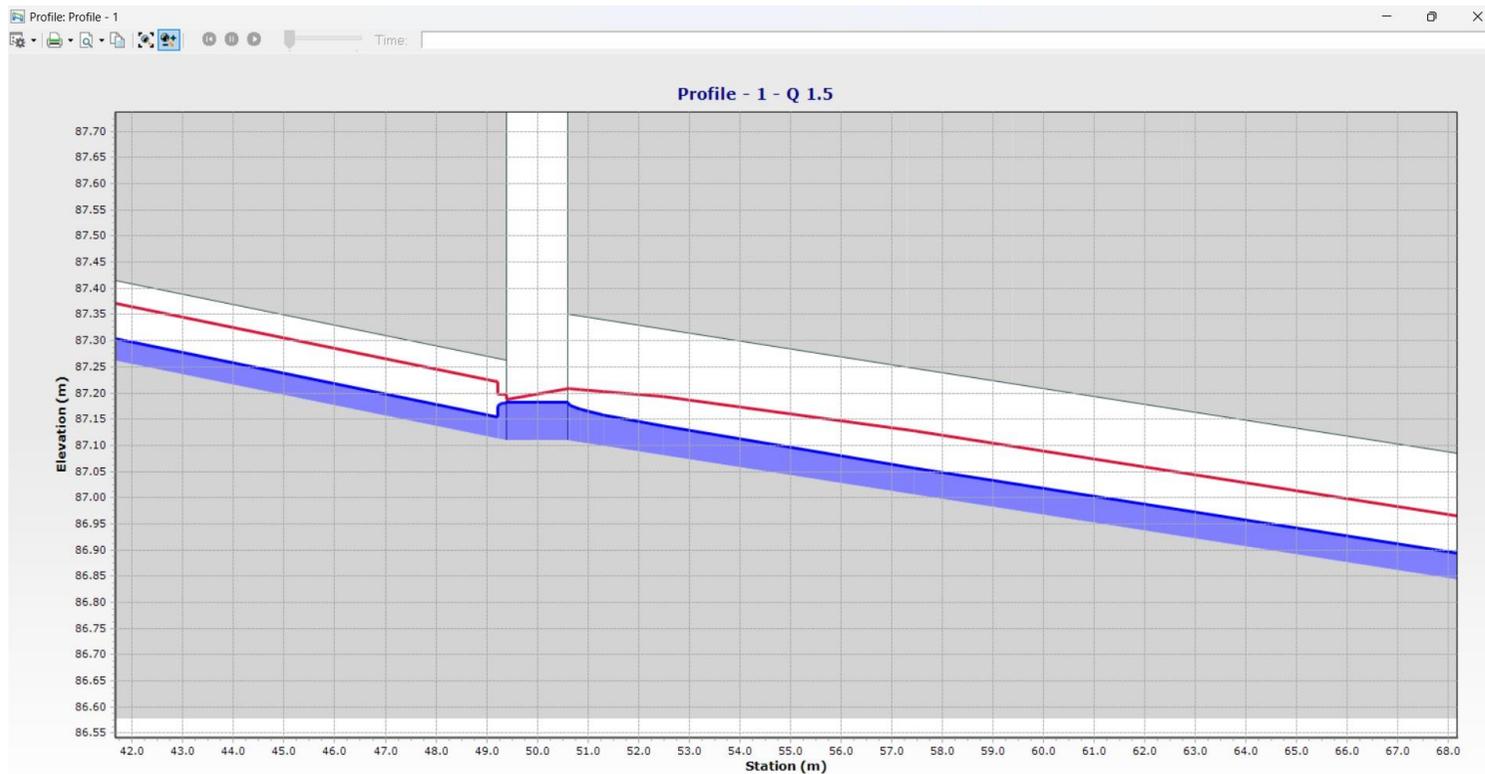
Cambio a la opción de calculo



18. Ahora debemos verificar los tramos donde hay un cambio de tubería de mayor a menor diámetro debido a que en el reglamento indica que en cambios de diámetros de menor a mayor estos deben coincidir en la clave. Como podemos observar en la siguiente imagen hay un cambio de tubería de 160 mm a 400 mm y el programa no lo hace coincidir esto se debe cambiar manualmente.

Figura 107

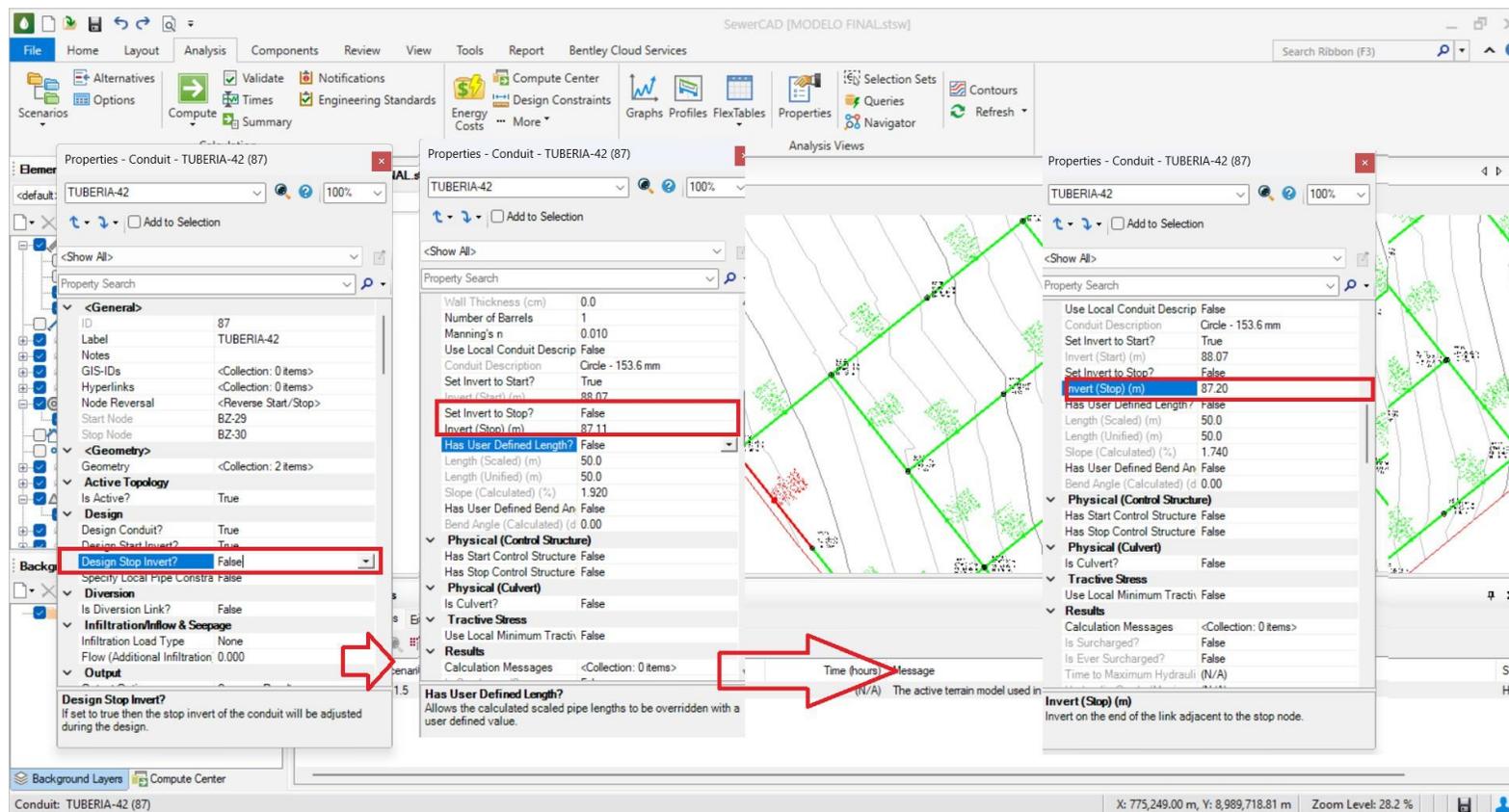
Cambio de diámetro de menor a mayor en la red



Para esto se debe seleccionar la tubería de llegada y desactivar la opción de colocándolo en falso. También colocar la opción de falso en la parte de ‘Set invert to Stop’. Ahora en la opción de Invert (Stop) se puede colocar la cota de llegada de la tubería, para colocar bien la cota se debe restar los diámetros y sumarle a la cota actual esa diferencia. En nuestro caso súmanos 90 mm.

Figura 108

Corrección de cota de llegada de la tubería de menor diámetro

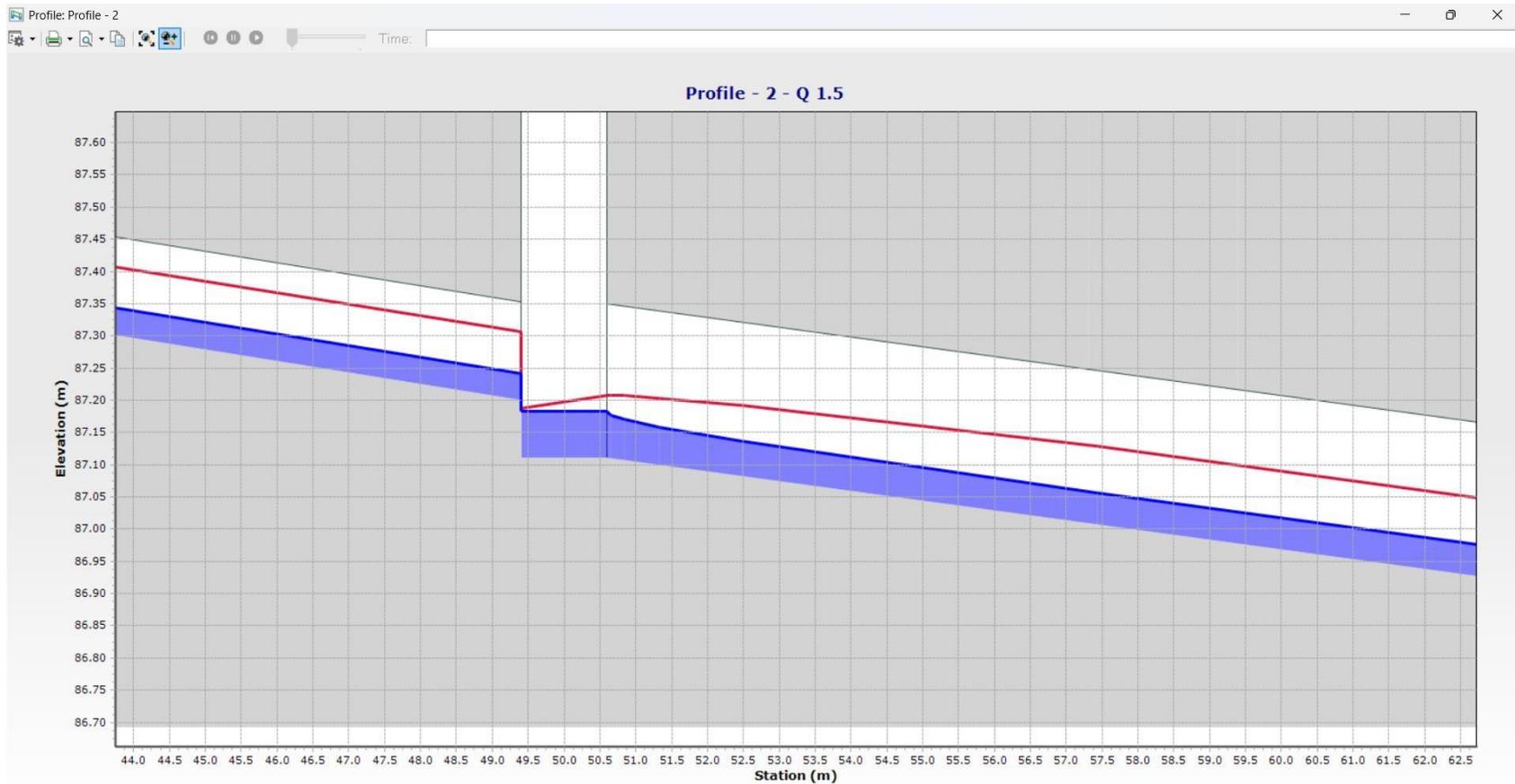




Ahora en la imagen se puede observar la forma correcta de diseñar las tuberías cuando hay un cambio de diámetro de menor a mayor.

Figura 109

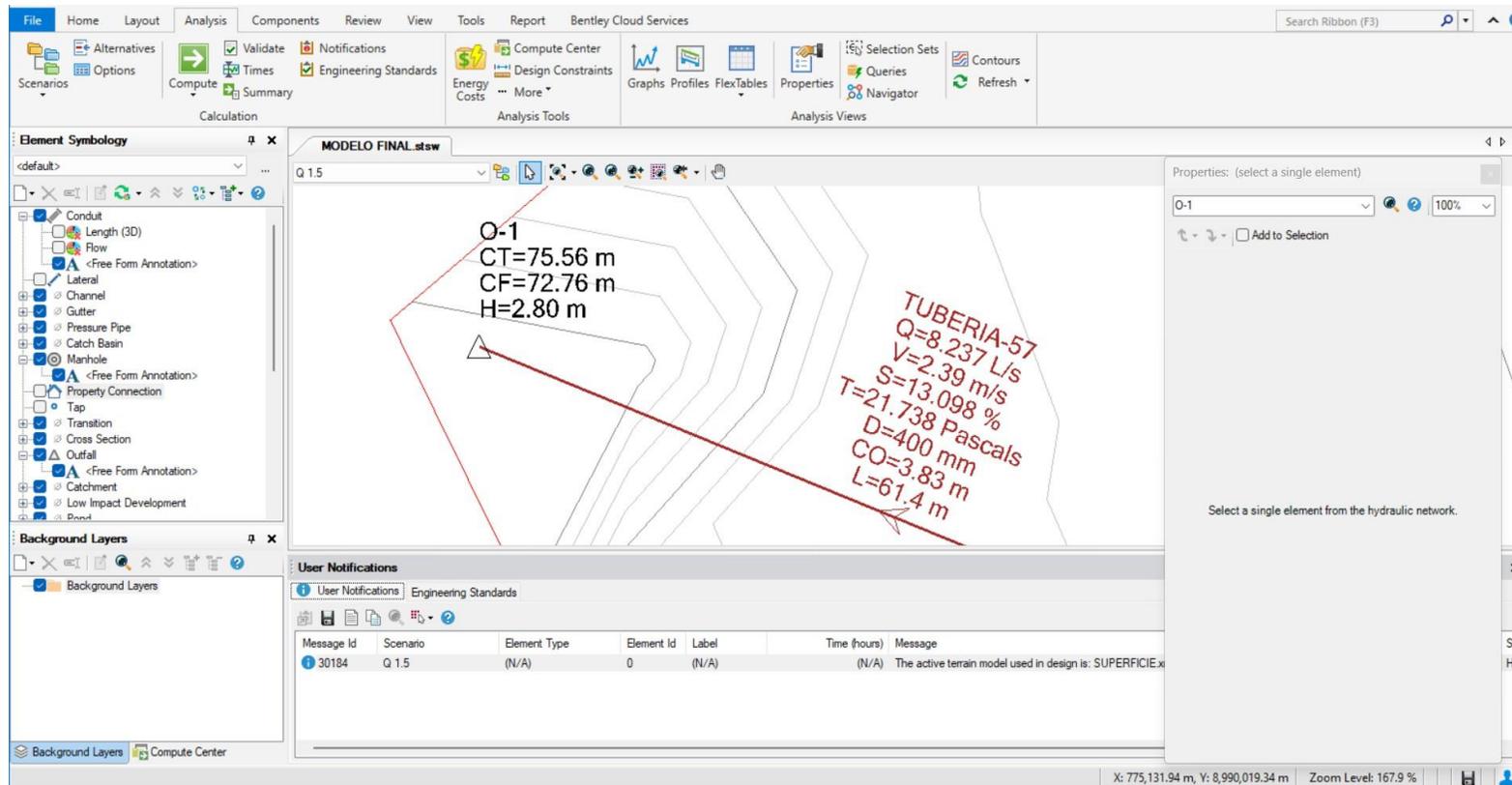
Corrección de cota de llegada de la tubería de menor diámetro



19. Finalmente, nuestra altura del buzón de descarga finalmente será de 2.80 m, pero solo será para nuestra tubería debido a que este buzón de descarga final ya es existente y tiene una altura ya construida de 4.65 metros.

Figura 110

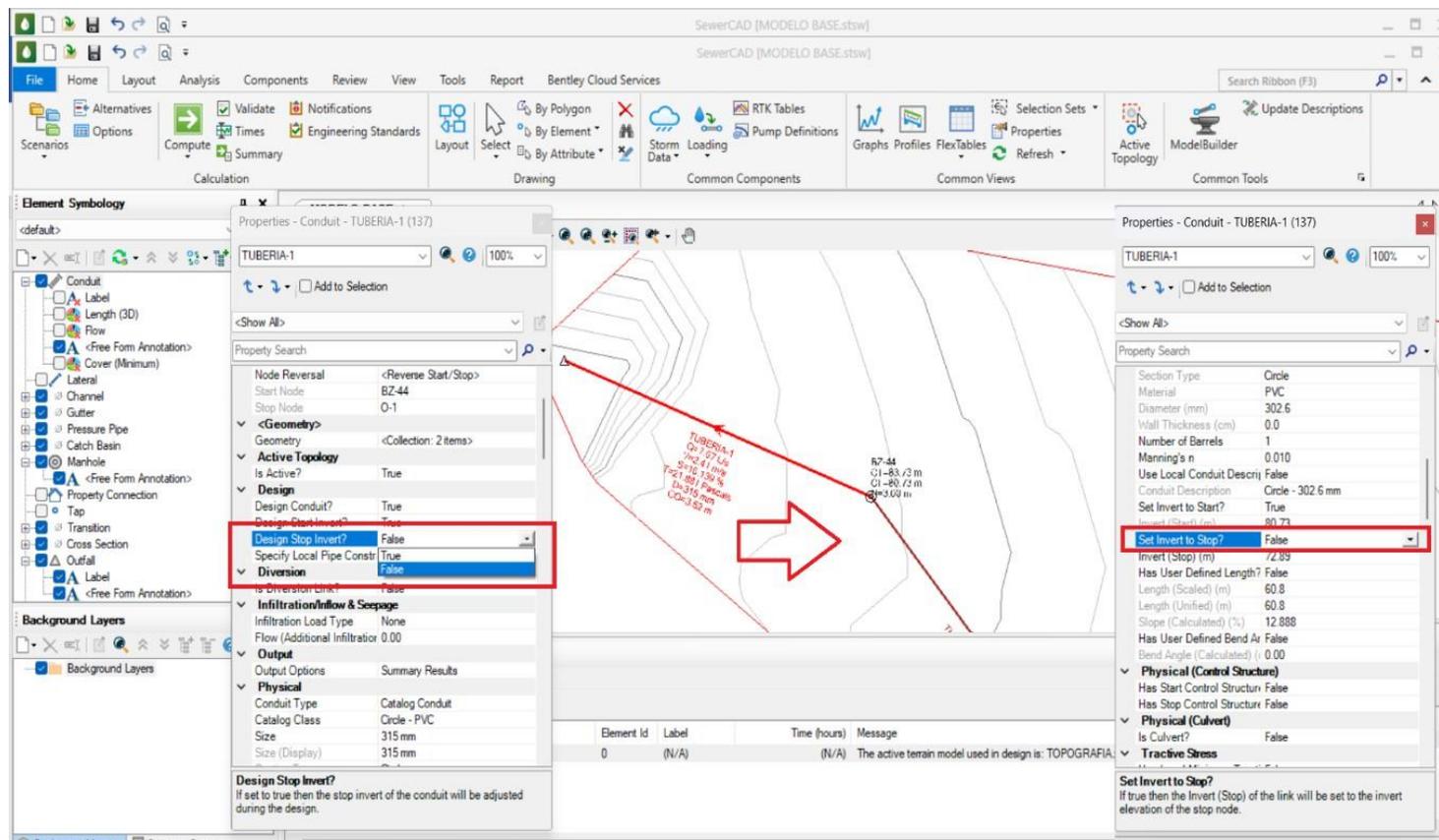
Altura de llegada de la tubería final al buzón de descarga



Para esto se creará un dispositivo de caída según indica la normativa, para la presentación de este dispositivo de caída en los perfiles del programa debemos primeramente seleccionar la tubería de llegada y desactivar la opción de diseño de la tubería de llegada colocándolo en falso. También colocar la opción de falso en la parte de ‘Set invert to Stop’.

Figura 111

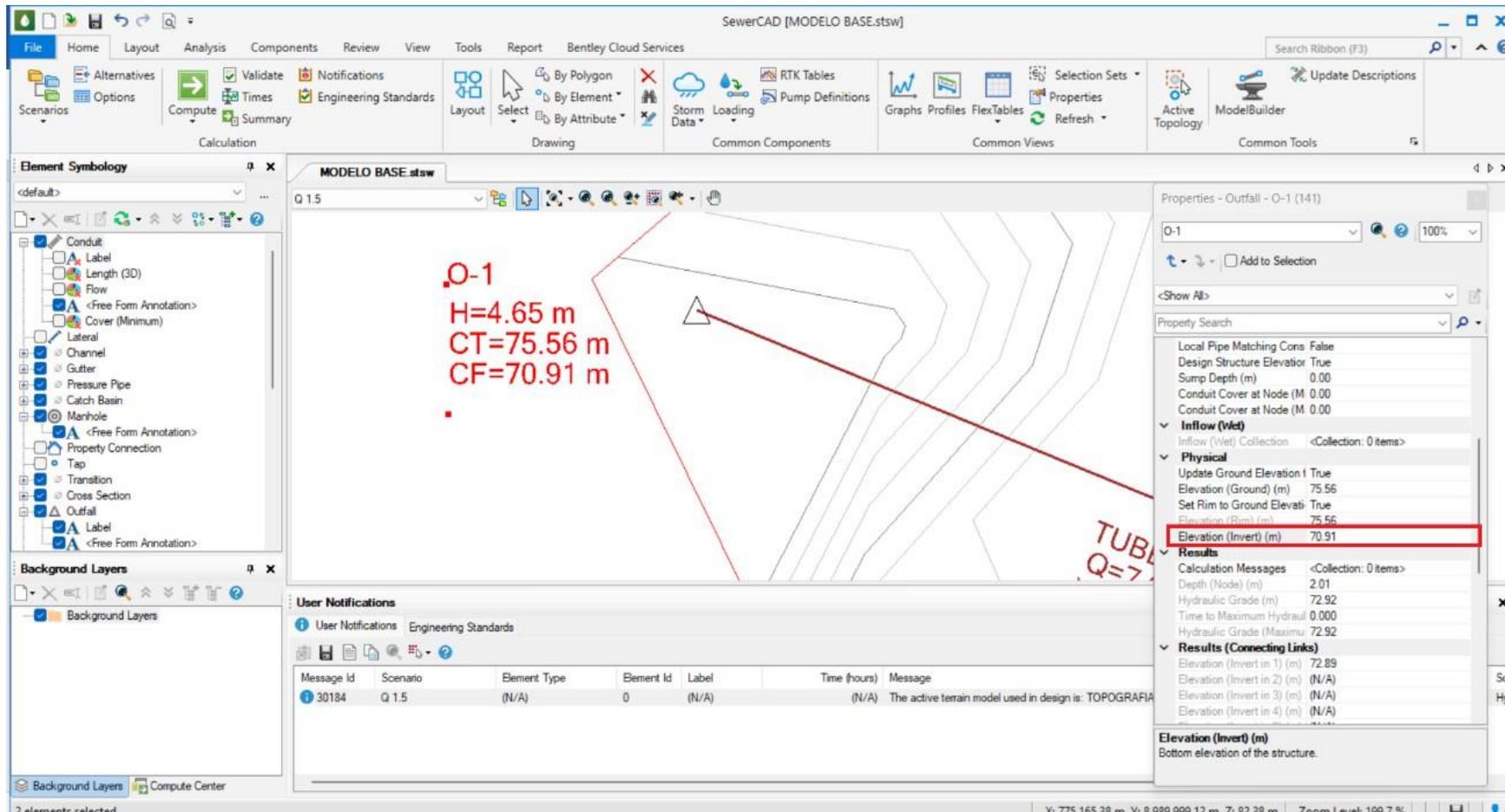
Tubería de llegada al buzón de descarga final



Finalmente se debe modificar la altura del buzón de descarga final, a su altura que tiene de construido que en este caso es de 4.65 metros

Figura 112

Altura real del buzón de descarga final.



Finalmente, comprobamos mediante los perfiles, y se debe ver la conexión de la tubería de llegada con la altura real del buzón final. Hay que recalcar que este último dispositivo se creó solo para los perfiles porque en el plano de la red de alcantarillado debe mostrarse la altura del buzón en la que será empalmada

Figura 113

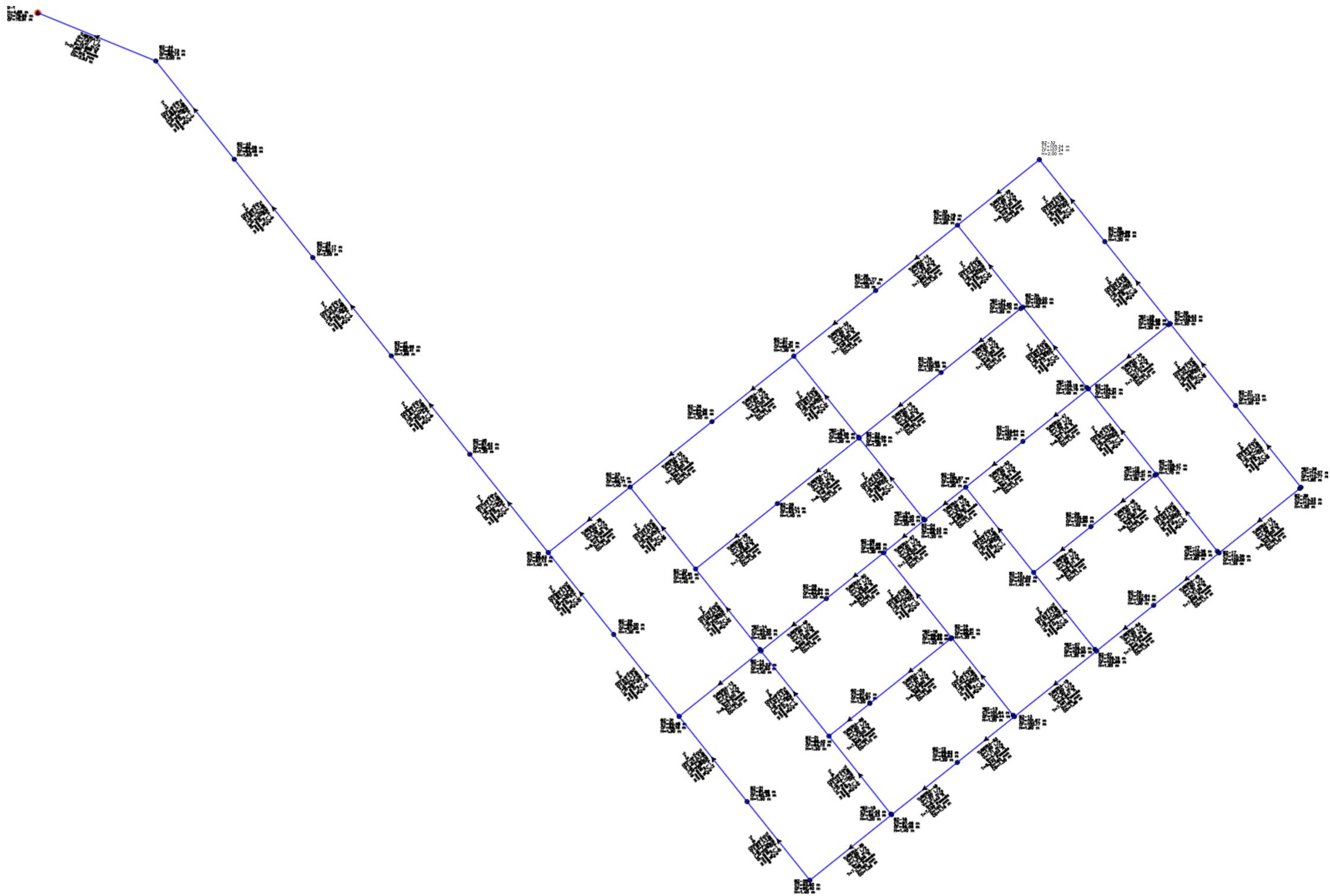
Perfil de la tubería de llega al buzón final.





ANEXO N° 6:

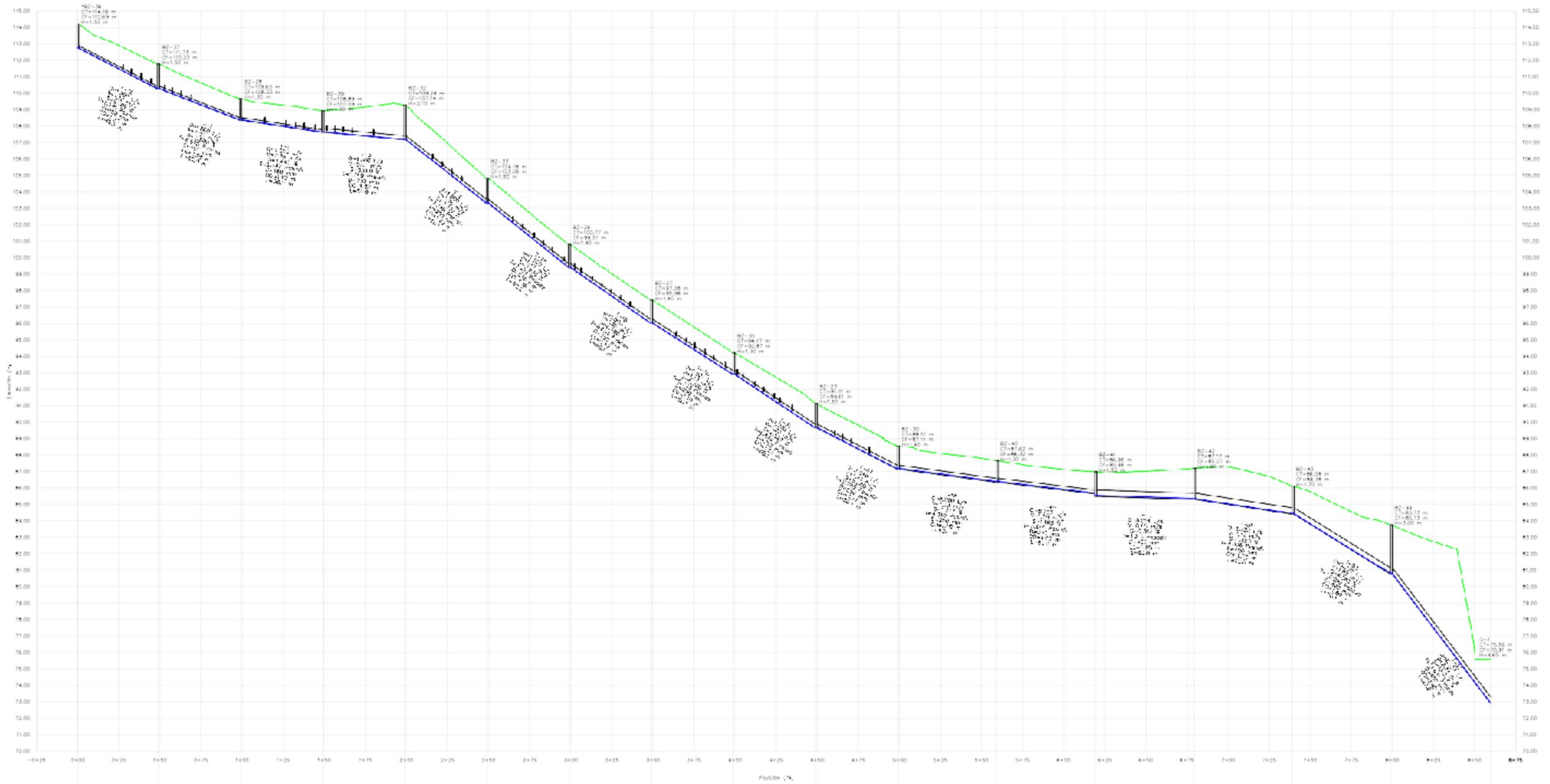
PLANOS



PLANO EN PLANTA

ESC. 1/1000

Proyecto: "Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025"		 DPTO. ANCASH PROV. SANTA DISTR. NUEVO CHIMBOTE
Tesis: Arteaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valente, Jorge Luis		
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur		PLANO N°
Plano: Plano de Simulación Hidráulica	ESC. 1/1000	FECHA: JUNIO - 2025
		PSH-01

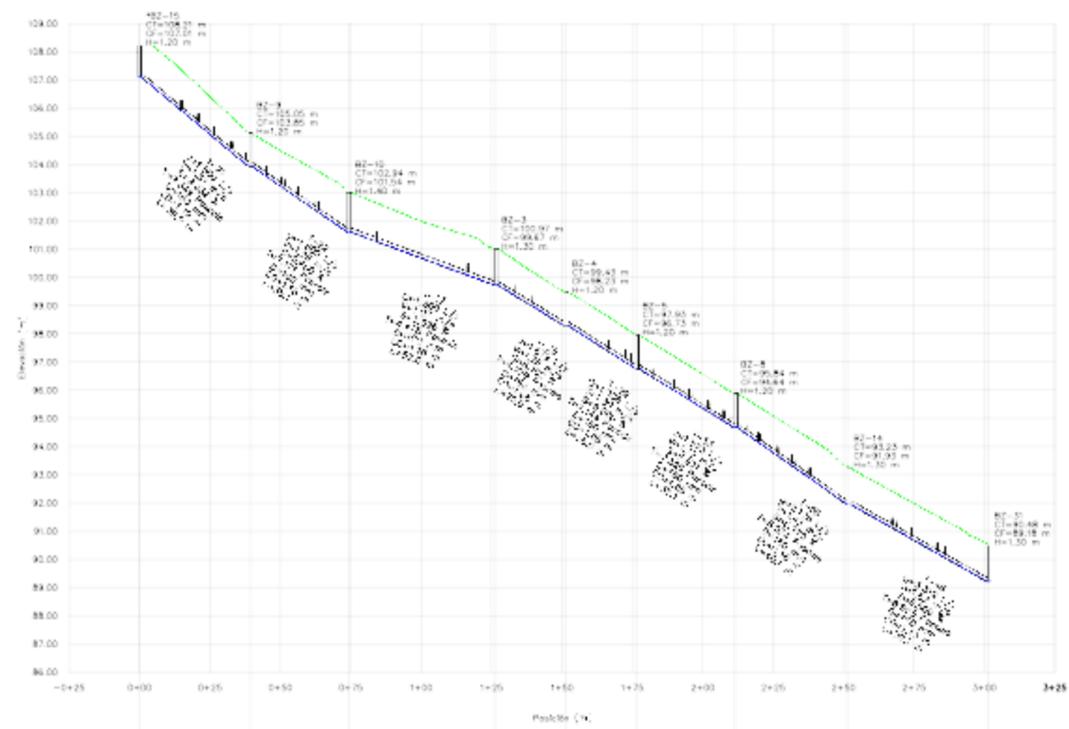


	1-05	1-1	1-2	1-3	1-6	1-14	1-15	1-30	1-31	1-47	1-48	1-49	1-50	1-51	1-52	1-57		
Longitud (m)	49.1	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.8		
Materia	1" x 3/4"																	
Caudal (L/s)	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.521	1.500	1.521	1.700	3.546	6.200	8.237	8.237	8.237	8.237	8.237		
Pendiente (%)	0.004	3.800	1.800	0.900	7.200	7.820	6.740	6.200	6.600	0.000	1.317	1.183	0.317	1.485	6.083	13.022		
Elemento	B2-36	B2-37	B2-38	B2-39	B2-32	B2-35	B2-36	B2-37	B2-38	B2-35	B2-35	B2-35	B2-40	B2-41	B2-42	B2-43	B2-44	0-1
Cota de Tapa (m)	114.19	111.73	108.63	108.89	109.24	104.18	100.77	97.08	94.17	91.11	88.57	87.02	86.06	85.11	84.08	83.73	79.56	
Cota de Ffuo (m)	112.63	110.23	106.55	107.59	107.14	103.28	99.37	95.08	92.87	89.61	87.11	86.32	85.46	85.27	84.38	80.73	73.91	
Posición (m)	0+00	0+49	0+99	1+49	1+99	2+49	2+99	3+49	3+99	4+49	4+99	5+59	6+19	6+79	7+39	7+99	8+60	

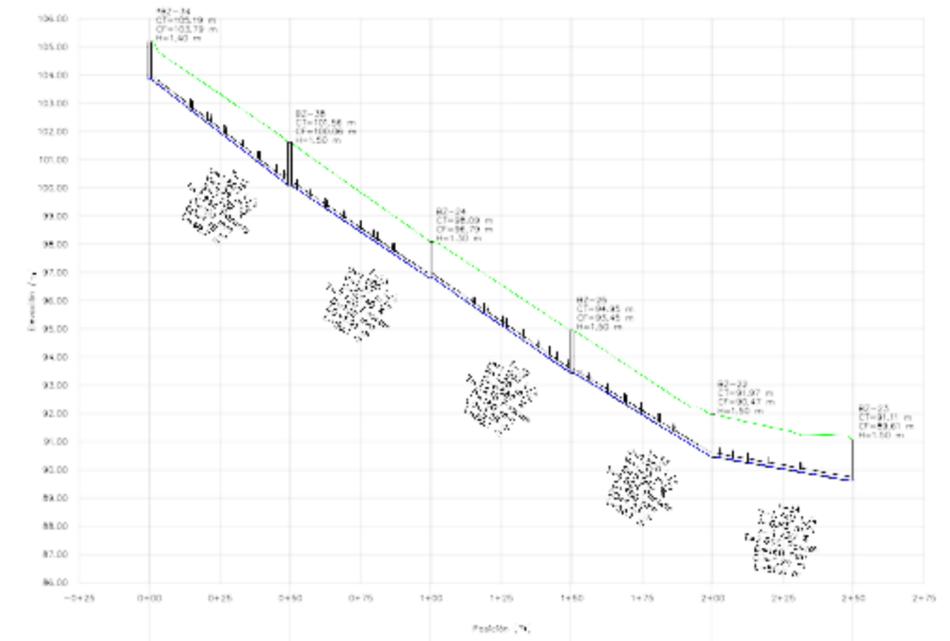
PLANO EN PLANTA

ESC. 1/1250

Proyecto: "Análisis y Pionteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025"		 DTTO. ANCASH PROV. SANTA DPTO. NUEVO CHIMBOTE
Testistas: Arleaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valiente, Jorge Luis		
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur		PLANO N° PPL-01
Plano: Plano de Perfil Longitudinal	ESC. 1/1250	FECHA: JUNIO - 2025



Diámetro	1-21	1-22	1-11	1-25	1-29	1-55	1-56	1-46	
Longitud (m)	39.1	35.0	52.0	25.0	25.0	35.0	40.0	50.0	
Materia	1.5 g/m								
Caudal (l/s)	1.500	1.500	1.500	1.679	1.758	1.875	2.128	3.512	
Pendiente (%)	8.032	8.400	3.548	5.740	6.000	5.971	6.775	5.500	
Diámetro	B2-16	B2-9	B2-10	B2-3	B2-6	B2-5	B2-8	B2-14	B2-31
Cota de Tapa (m)	108.21	105.05	102.94	100.97	99.43	97.93	95.84	93.23	90.48
Cota de Fdo (m)	107.01	103.85	101.54	99.67	98.23	96.75	94.64	91.92	89.16
Piedón (m)	0+00	0+39	0+74	1+26	1+51	1+76	2+11	2+51	3+01

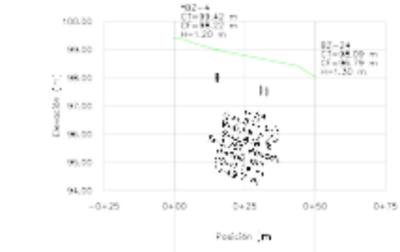


Diámetro	1-12	1-15	1-32	1-35	1-34	
Longitud (m)	49.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Materia	1.5 g/m					
Caudal (l/s)	1.500	1.500	1.500	1.500	1.740	
Pendiente (%)	7.532	6.540	6.480	5.960	1.720	
Diámetro	B2-14	B2-18	B2-24	B2-29	B2-22	B2-23
Cota de Tapa (m)	105.19	101.58	98.09	95.45	92.97	91.11
Cota de Fdo (m)	103.79	100.06	96.79	95.45	93.47	93.67
Piedón (m)	0+00	0+50	1+00	1+50	2+00	2+50

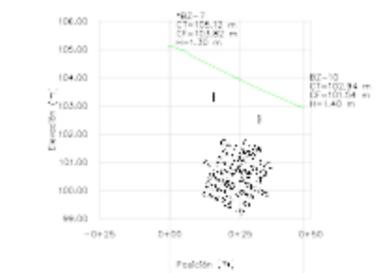
PLANO EN PLANTA

ESC. 1/1250

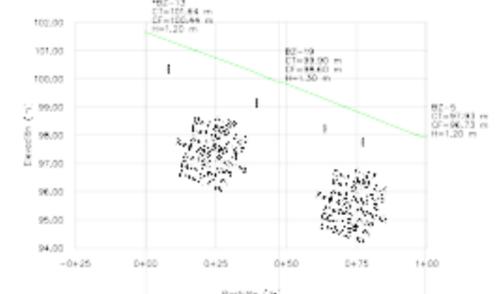
Proyecto: Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025	
Testistas: Arteaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valiente, Jorge Luis	
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur	DPTO. ANCASH PROV. SANTA DISTR. NUEVO CHIMBOTE
Plano: Plano de Perfil Longitudinal	ESC. 1/1250 FECHA: JUNIO - 2025
PLANO N° PPL-02	



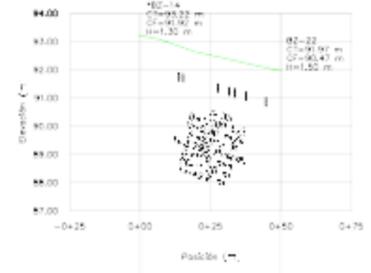
Elemento	T-24	
Longitud (m)	49.7	
Materia	1.5%PVC	
Caudal (l/s)	1.500	
Pendiente (‰)	2.818	
Elemento	92-4	92-24
Cota de Tapa (m)	99.42	98.00
Cota de Ffido (m)	98.22	96.79
Posición (m)	0+00	0+50



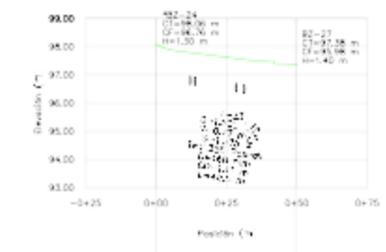
Elemento	T-18	
Longitud (m)	42.4	
Materia	2.0%PVC	
Caudal (l/s)	1.1	
Pendiente (‰)	4.578	
Elemento	92-7	92-18
Cota de Tapa (m)	105.12	102.94
Cota de Ffido (m)	103.82	101.44
Posición (m)	1+17	1+47



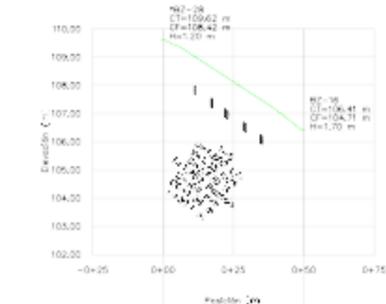
Elemento	T-28		T-27	
Longitud (m)	47.5		92.0	
Materia	1.5%PVC		1.5%PVC	
Caudal (l/s)	1.500		1.500	
Pendiente (‰)	3.892		3.596	
Elemento	92-13	92-19	92-5	
Cota de Tapa (m)	101.84	99.00	96.43	
Cota de Ffido (m)	100.44	98.60	96.13	
Posición (m)	0+00	0+47	0+99	



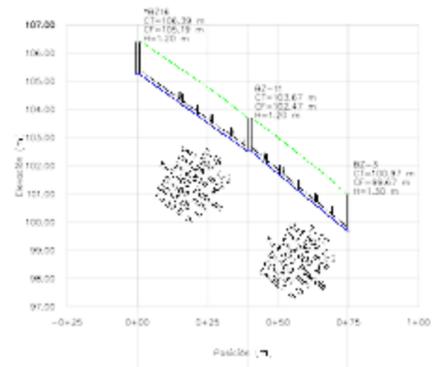
Elemento	T-25	
Longitud (m)	49.8	
Materia	1.5%PVC	
Caudal (l/s)	1.500	
Pendiente (‰)	2.912	
Elemento	92-14	92-22
Cota de Tapa (m)	99.23	96.47
Cota de Ffido (m)	97.93	95.17
Posición (m)	0+00	0+50



Elemento	T-23	
Longitud (m)	49.0	
Materia	1.5%PVC	
Caudal (l/s)	1.500	
Pendiente (‰)	1.575	
Elemento	92-24	92-27
Cota de Tapa (m)	98.00	97.58
Cota de Ffido (m)	96.70	95.98
Posición (m)	0+00	0+50



Elemento	T-6	
Longitud (m)	50.0	
Materia	1.5%PVC	
Caudal (l/s)	1.500	
Pendiente (‰)	2.420	
Elemento	92-28	92-16
Cota de Tapa (m)	109.62	106.41
Cota de Ffido (m)	108.42	104.71
Posición (m)	0+00	0+50

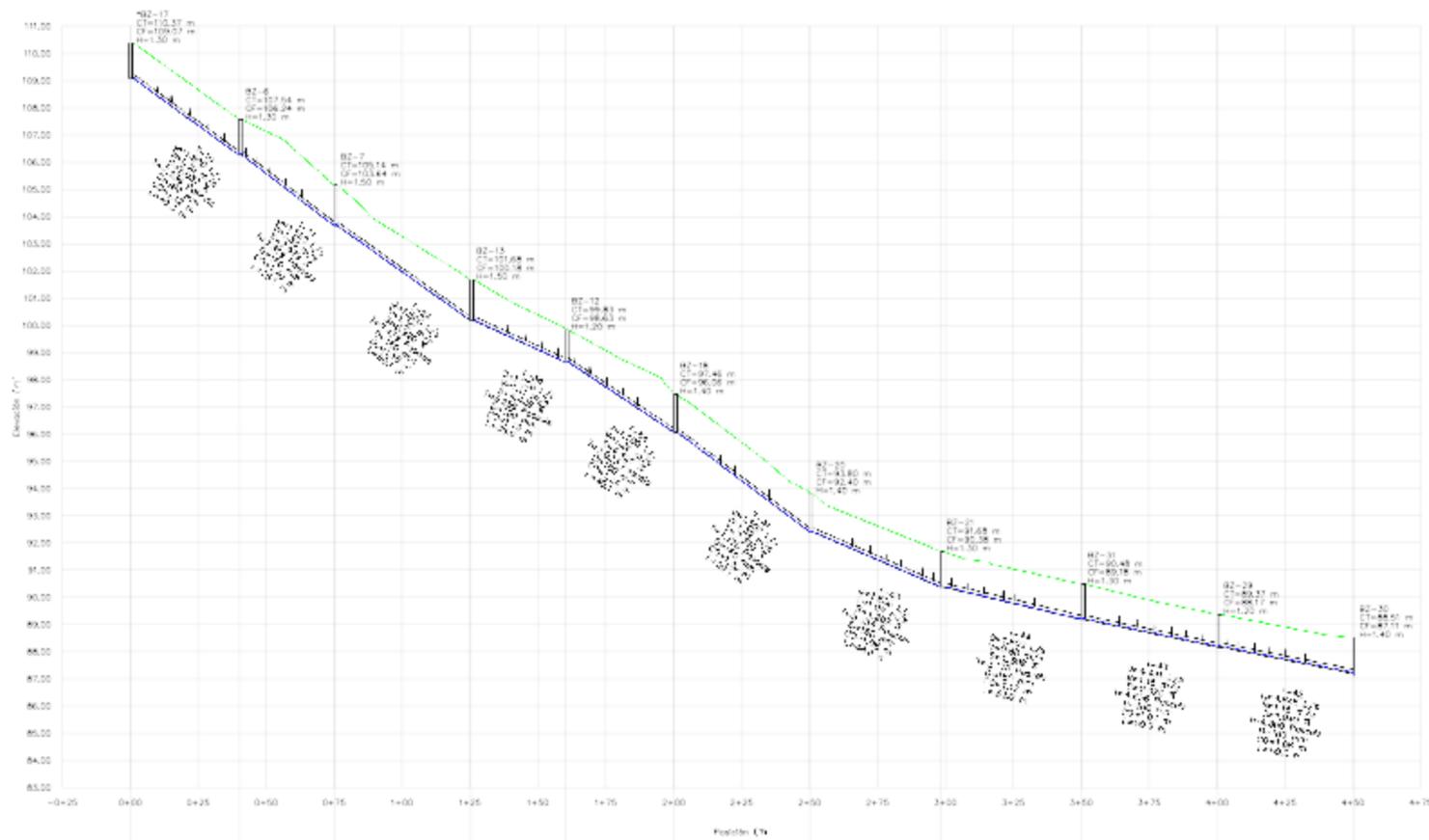


Elemento	T-19		T-20	
Longitud (m)	36.5		35.0	
Materia	1.5%PVC		1.5%PVC	
Caudal (l/s)	1.500		1.500	
Pendiente (‰)	6.879		6.000	
Elemento	92-14	92-11	92-5	
Cota de Tapa (m)	106.39	103.47	100.97	
Cota de Ffido (m)	105.19	102.47	99.67	
Posición (m)	0+00	0+40	0+75	

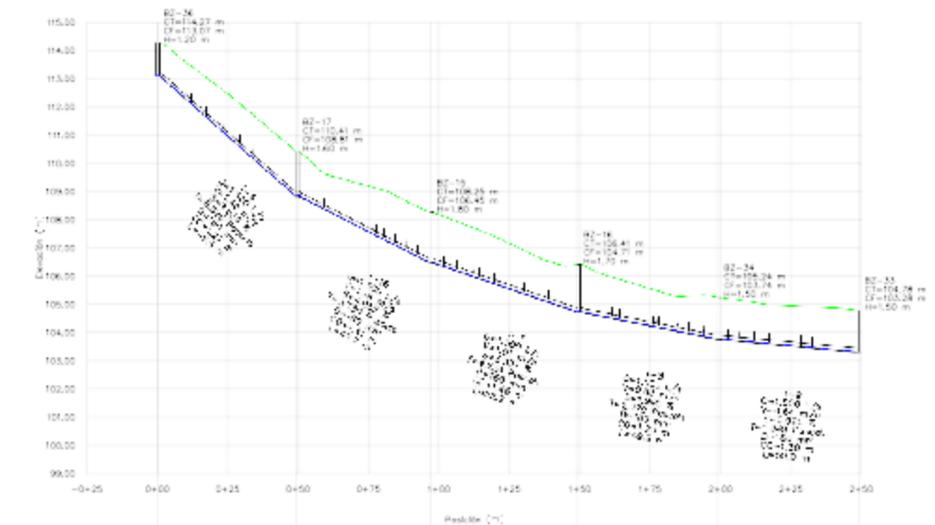
PLANO EN PLANTA

ESC. 1/1250

Proyecto: "Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025"	DPTO. ANCASH
Tesistas: Arteaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valente, Jorge Luis	PROV. SANTA
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur	DIST. NUEVO CHIMBOTE
Plano: Plano de Perfil Longitudinal	PLANO N° PPL-03



Elemento	1-10	1-11	1-28	1-38	1-54	1-41	1-45	1-44	1-43	1-42	
Longitud (m)	42.2	35.0	50.0	35.0	45.0	50.0	48.0	52.0	50.0	50.0	
Materia	0.50% _{ca}										
Caudal (l/s)	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	4.481	4.645	
Pendiente (%)	7.237	7.429	6.900	4.429	6.425	7.320	4.208	2.328	2.020	1.940	
Elemento	92-10	92-6	92-7	92-13	92-12	92-18	92-20	92-21	92-31	92-29	92-30
Cota de Tapa (m)	109.37	107.54	105.14	107.64	99.83	97.44	93.80	97.66	90.44	89.17	86.57
Cota de Fosa (m)	109.07	106.24	103.64	100.18	98.03	96.56	92.40	90.36	89.18	88.17	87.11
Postión (m)	0+00	0+40	0+75	1+25	1+60	2+00	2+50	2+98	3+50	4+00	4+50



Elemento	1-6	1-16	1-7	1-8	1-9	
Longitud (m)	49.4	47.7	50.1	49.9	50.0	
Materia	0.50% _{ca}					
Caudal (l/s)	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	
Pendiente (%)	8.630	4.952	5.327	1.945	0.820	
Elemento	92-36	92-17	92-15	92-16	92-34	92-33
Cota de Tapa (m)	114.27	111.41	108.25	106.41	105.24	104.74
Cota de Fosa (m)	113.07	108.41	106.45	104.71	103.14	102.28
Postión (m)	0+00	0+49	0+97	1+49	1+99	2+49

PLANO EN PLANTA
ESC. 1/1250

Proyecto: "Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025"		 DPTO. ANCASH PROV. SANTA DISTR. NUEVO CHIMBOTE
Testistas: Arteaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valiente, Jorge Luis		
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur		PLANO N° PPL-04
Plano: Plano de Perfil Longitudinal	ESC. 1/1250	

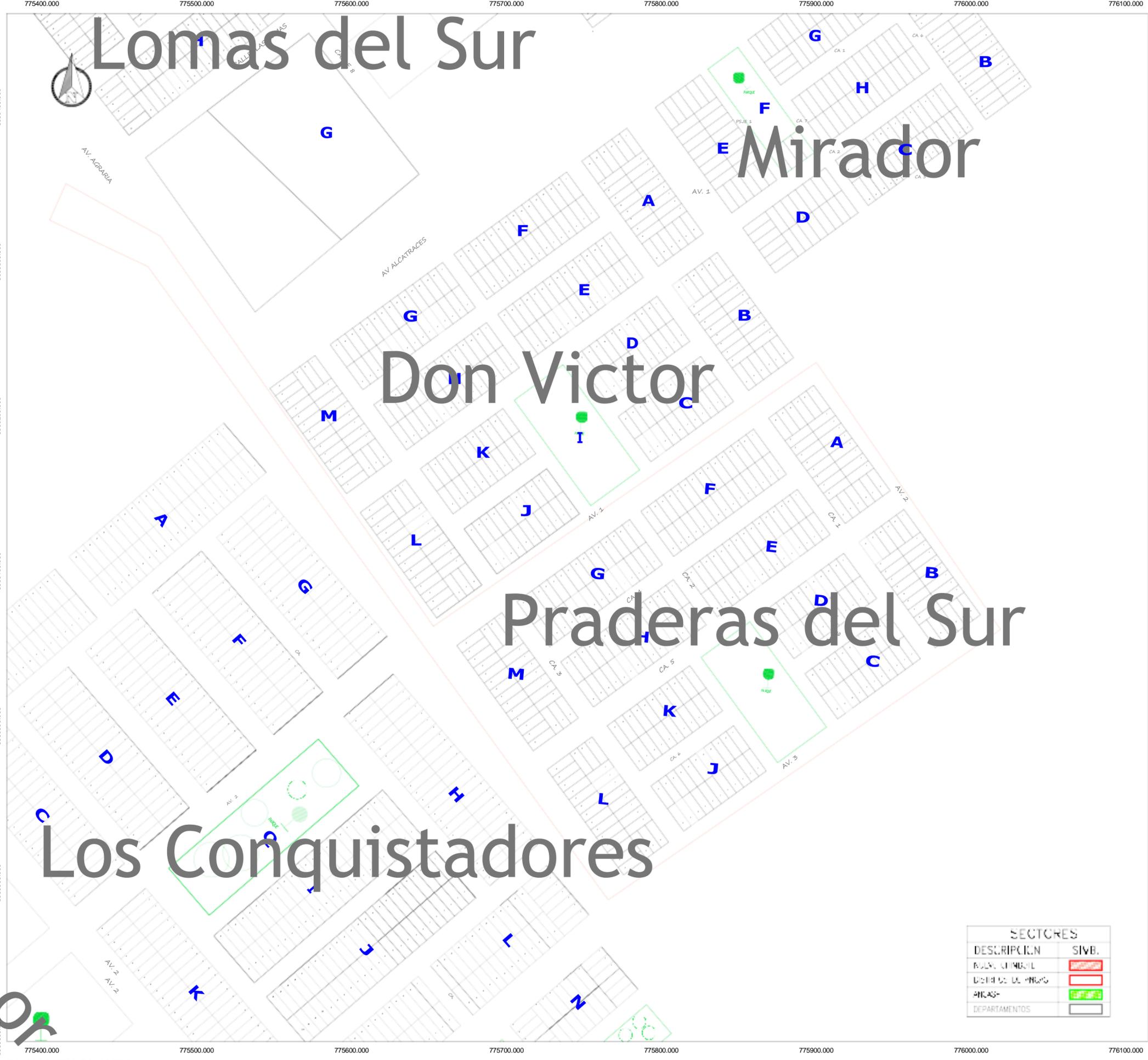


Los Conquistadores

PLANO EN PLANTA
ESC. 1/1000

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMB.
LOTES	
PARQUE	
LIMITE DEL PROYECTO	
TUBERIAS	
BUZONES	
FLUJO DEL SISTEMA	

Proyecto: "Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025"		
Testistas: Arteaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valente, Jorge Luis	OFICINA: ANCASH PROV.: SANTA DISTR.: NUEVO CHIMBOTE	
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur		PLANO Nº
Plano: Plano de red de alcantarillado	ESC.: 1/1000 FECHA: JUNIO - 2025	PRA-01



Lomas del Sur

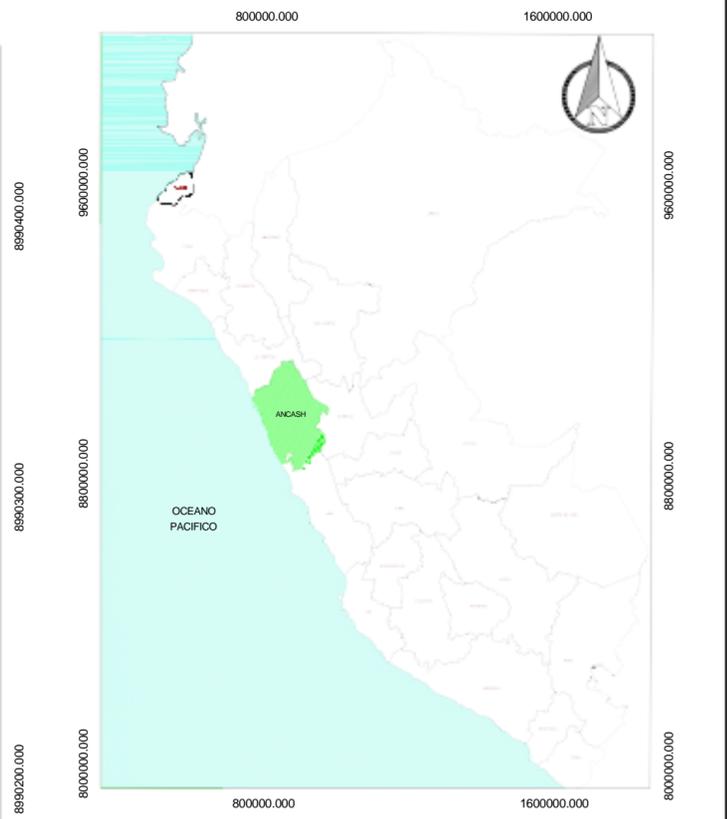
Mirador

Don Victor

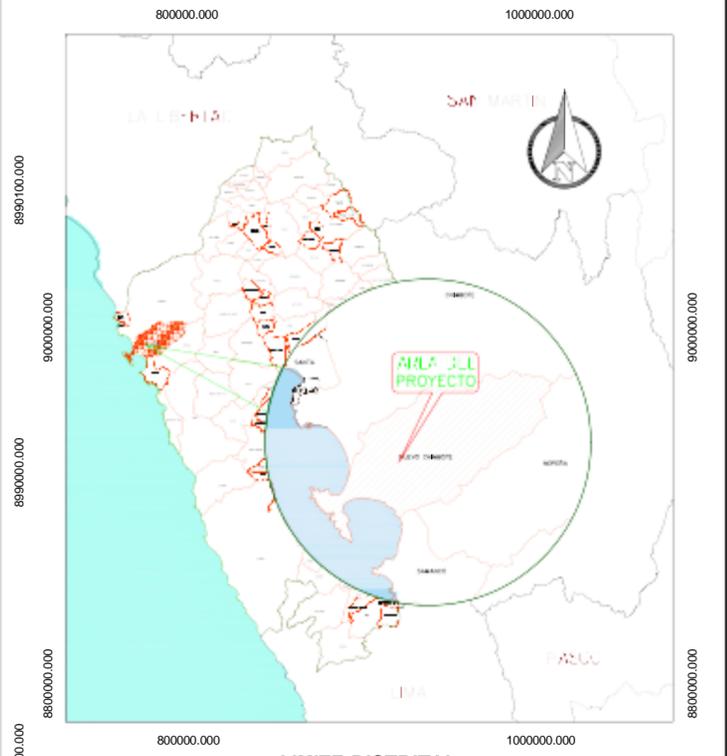
Praderas del Sur

Los Conquistadores

SECTORES	
DESCRIPCION	SIMB.
RUEDA CHIMBOTE	
DISTRITO DE HUAYO	
ANCASH	
DEPARTAMENTOS	



LIMITE DEPARTAMENTAL



LIMITE DISTRITAL

ESC. 1/2000000

Proyecto: Análisis y funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable al sector rural comunal de Los Conquistadores del Sur - Nuevo Chimbote - 2025	
Asesor: Arq. Jorge Lemus, Ing. Alejandro López, Lic. Carlos Valente, Jorge Luis	
Ubicación: Asentamiento Huaylla, Huancayo, J.L. Sur	DPTO. ANCASH PROV. SANTA DIST. NUEVO CHIMBOTE
Plano: plano de ubicación y límites	ESC. INDICADA FECHA: JUNIO - 2025
PLANO N° 1-UC-01	



os Conquistadores

PLANO EN PLANTA
ESC. 1/1000

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMB.
LOTES	
PARQUE	
TUBERIAS	
BUZONES	

Proyecto: "Análisis y Planteamiento de sistema de alcantarillado utilizando el software SewerCAD, A.H. Praderas del Sur - Nuevo Chimbote - 2025"		
Testistas: Arteaga Bernabe, Paolo Alexander De La Cruz Valente, Jorge Luis	OFICINA: ANCASH PROV.: SANTA DISTR.: NUEVO CHIMBOTE	
Ubicación: Asentamiento Humano Praderas del Sur		PLANO Nº
Plano: Plano Topográfico	ESCALA: 1/1000	FECHA: JUNIO - 2025 PT-01