

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE Y**  
**ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA**  
**ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PICSI, LAMBAYEQUE 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS**

**ASESOR**

**HÉCTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA**

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

**Chiclayo, 2021**

**EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS  
EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PICSI,  
LAMBAYEQUE 2019**

PRESENTADA POR  
**MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Wilson Martín García Vera  
PRESIDENTE

Joaquín Hernan Rojas Oblitas  
SECRETARIO

Héctor Augusto Gamarra Uceda  
VOCAL

## DEDICATORIA

A **Dios**, ya que sin él nada de lo logrado sería posible, por permitirme llegar a este punto y darme salud para lograr mis objetivos.

A **mi madre**, Luz Haide Cabrejos Hernández, ejemplo de abnegación, trabajo y sacrificio; por inculcarme siempre el deseo de superación y por brindarme el estímulo necesario para culminar con éxito mi carrera profesional, gracias mamá.

A **mi padre**, Augusto Nicolás Cayaca Burgos, por sus enseñanzas y sacrificio, por apoyarme en cada momento, por los valores inculcados, por darme el impulso para alcanzar mis metas y ser una mejor persona cada día, gracias papá.

A **mi abuelita**, Eloisa Hernández de Cabrejos, por su cariño e impulso para seguir adelante en mi vida, gracias abuelita.

A **mi hermana**, Leydi Diana Cayaca Cabrejos, la cual me contagio fortaleza y deseo de superación para salir adelante, gracias hermana.

A mi **familia** en general, por su constante apoyo, nada de esto hubiera sido posible, gracias.

## AGRADECIMIENTO

Al **señor todopoderoso** por guiarme siempre en mi camino y estar a mi lado en las dificultades que se presentaron en mi vida.

A mi mamá **Luz Haide Cabrejos Hernández**, por su apoyo incondicional en todo momento para realizar y culminar mis estudios y lograr ser un profesional.

A mi papá **Augusto Nicolás Cayaca burgos**, por su esfuerzo y trabajo para poder terminar mi carrera profesional.

A **mi familia** en general, por brindarme su apoyo en el desarrollo de mi tesis.

Con especial consideración y gratitud **a los docentes de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental**; quienes me brindaron sus sabios conocimientos y lineamientos en mi formación profesional.

Al ingeniero **Héctor Augusto Gamarra Uceda**, por su asesoramiento decidido durante el desarrollo de la presente investigación.

A mis **compañeros y amigos** de la carrera, que de alguna u otra forma me ayudaron en el desarrollo de esta investigación.

Autor

# INDICE

RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
I. INTRODUCCIÓN .....	15
II. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. Antecedentes del problema .....	21
<b>2.2. Aspectos Generales .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.1. Nombre del proyecto .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.2. Ubicación del proyecto .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.3. Área de Influencia.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.4. Vías De Comunicación .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.5. Clima .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.6. Relieve.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.7. Población.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.8. Actividades Económicas .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.9. Energía eléctrica .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.10. Salud .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.11. Características de las viviendas.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.12. Educación.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.13. Servicios de Agua.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1.14. Servicios de Desagüe .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Base teórica – Científicas .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1. Normativa Nacional .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2. Periodo de diseño .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3. Población.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.4. Dotación .....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.5. Redes de distribución .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.6. Parámetros específicos de agua potable.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.7. Planeamiento de un sistema de distribución .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.8. Caudales en los nudos de la red .....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.9. Redes de Alcantarillado.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.10. Tipos de Redes de alcantarillado.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.11. Componentes de un sistema de alcantarillado.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.12. Caudal de contribución al alcantarillado.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.13. Caudal de infiltración.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.14. Caudal de conexiones erradas.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.15. Caudal de diseño.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.16. Caudal mínimo de diseño .....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.17. Criterios de diseño en la red .....</b>	<b>44</b>

2.3.18.	<b>Buzones</b> .....	46
2.3.19.	<b>Definición de términos básicos</b> .....	48
III.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	50
3.1.	<b>Tipo y nivel de investigación</b> .....	50
3.1.1.	<b>Tipo de investigación</b> .....	50
3.1.2.	<b>Nivel de investigación</b> .....	50
3.1.3.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	50
3.2.	<b>Diseño de investigación</b> .....	50
3.3.	<b>Población, muestra de estudio y muestreo</b> .....	50
3.3.1.	<b>Población</b> .....	50
3.3.2.	<b>Muestra</b> .....	50
3.4.	<b>Criterios de selección</b> .....	51
3.5.	<b>Hipótesis, operacionalización de variables y objetivos</b> .....	52
3.5.1.	<b>Formulación de la hipótesis</b> .....	52
3.5.2.	<b>Operacionalización de variables</b> .....	52
3.5.3.	<b>Objetivo general:</b> .....	53
3.5.4.	<b>Objetivos específicos:</b> .....	53
3.6.	<b>Método, técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	53
3.6.1.	<b>Métodos y técnicas:</b> .....	53
3.6.2.	<b>Instrumentos:</b> .....	53
3.7.	<b>Procedimientos</b> .....	54
3.7.1.	<b>Reconocimiento de campo y recolección de información</b> .....	54
3.7.2.	<b>Encuesta</b> .....	54
3.7.3.	<b>Recolección de Análisis Físico – Químicos y Microbiológicos del Pozo de Pisci (EPSEL)</b> 55	
3.7.4.	<b>Estudio de topografía</b> .....	55
3.7.5.	<b>Esquineras de agua potable</b> .....	56
3.7.6.	<b>Esquineras de desagüe</b> .....	56
3.7.7.	<b>Medición de presiones manométricas</b> .....	57
3.7.8.	<b>Población de diseño</b> .....	57
3.7.9.	<b>Demanda de agua</b> .....	58
3.7.10.	<b>Demanda de alcantarillado</b> .....	58
3.7.11.	<b>Modelamiento de la red de agua potable con WaterGems</b> .....	59
3.7.12.	<b>Modelamiento de la red de alcantarillado con SewerGems</b> .....	59
3.8.	<b>Plan de procesamiento para análisis de datos</b> .....	60
3.9.	<b>Matriz de consistencia</b> .....	61
3.10.	<b>Consideraciones éticas</b> .....	62
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	63
4.1.	<b>Reconocimiento de campo y recolección de información</b> .....	63
4.2.	<b>Características del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado</b> .....	64

4.2.1.	<b>Descripción general del sistema</b> .....	64
4.2.2.	<b>Sistema de agua potable</b> .....	64
4.2.3.	<b>Sistema de alcantarillado</b> .....	67
4.2.4.	<b>Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado actual</b> .....	69
4.3.	<b>Reconocimiento de campo y realización de la encuesta</b> .....	72
4.4.	<b>Resultado de Análisis Físico – Químico y Microbiológicos del Pozo de Pisci (EPSEL)</b> 77	
4.5.	<b>Estudio de topográfico</b> .....	77
4.6.	<b>Estudio de presiones manométricas</b> .....	78
4.7.	<b>Esquineras de agua</b> .....	79
4.8.	<b>Esquineras de desagüe</b> .....	80
4.9.	<b>Cálculo de la población de diseño</b> .....	80
4.10.	<b>Cálculo de la demanda de agua potable</b> .....	81
4.10.1.	<b>Demanda de agua</b> .....	81
4.10.2.	<b>Dotación de establecimientos públicos y comerciales</b> .....	82
4.11.	<b>Cálculo de los caudales de alcantarillado</b> .....	82
4.11.1.	<b>Caudal máximo de aguas residuales</b> .....	82
4.11.2.	<b>Caudal de infiltración</b> .....	83
4.11.3.	<b>Caudal por conexiones erradas</b> .....	83
4.11.4.	<b>Caudal de diseño</b> .....	83
4.12.	<b>Análisis de resultados de WaterGems</b> .....	83
4.13.	<b>Análisis de resultados del SewerGEMS</b> .....	91
4.14.	<b>Criterios que ayuden a mejorar las redes de agua y alcantarillado</b> .....	102
4.14.1.	<b>Criterios que ayuden a mejorar la red de agua</b> .....	102
4.14.2.	<b>Criterios que ayuden a mejorar la red de alcantarillado</b> .....	103
4.15.	<b>Mantenimiento de las redes de agua potable y alcantarillado</b> .....	104
4.15.1.	<b>Mantenimiento de la línea de aducción y red de distribución</b> .....	105
4.15.2.	<b>Mantenimiento de redes de alcantarillado</b> .....	107
V.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	111
VI.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	115
VII.	<b>REFERENCIAS</b> .....	117
VIII.	<b>ANEXOS</b> .....	119
8.1.	<b>Anexo 01: Delimitación de la zona de estudio y documentos de permisos para el estudio</b> 120	
8.2.	<b>Anexo 02: Cuadros estadísticos e índices de morbilidad</b> .....	130
8.3.	<b>Anexo 03: Encuesta</b> .....	135
8.4.	<b>Anexo 04: Análisis Físico – Químico y Microbiológicos de Pozo (EPSEL)</b> .....	137
8.5.	<b>Anexos 05: Levantamiento topográfico</b> .....	141
8.6.	<b>Anexo 06: Presiones manométricas</b> .....	156
8.7.	<b>Anexo 07: Esquineras de agua potable</b> .....	161
8.8.	<b>Anexo 08: Esquineras de desagüe</b> .....	163

<b>8.9.</b>	<b>Anexo 09: Memoria de Cálculo .....</b>	<b>166</b>
<b>8.10.</b>	<b>Anexo 10: Modelamiento de la red de agua con WaterGems.....</b>	<b>174</b>
<b>8.11.</b>	<b>Anexo 11: Modelado de la Red de Alcantarillado con SewerGems .....</b>	<b>209</b>
<b>8.12.</b>	<b>Anexo 12: Planos .....</b>	<b>240</b>



## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Comparación de la evolución poblacional del distrito de Picsi.....	16
Tabla N° 2: Características de la población según sexo.....	26
Tabla N° 3 : Características de las viviendas .....	27
Tabla N° 4 : Instituciones educativas y programas de Picsi .....	27
Tabla N° 5 : Tipo de abastecimiento de agua.....	28
Tabla N° 6 : Disponibilidad de servicios higiénicos .....	28
Tabla N° 7: Periodos de diseño máximos para sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado .....	31
Tabla N° 8 : Dotación para locales educacionales .....	32
Tabla N° 9: Dotación para centros de salud .....	33
Tabla N° 10: Dotación para centros de recreación.....	33
Tabla N° 11: Dotación para establecimiento de hospedajes .....	34
Tabla N° 12: Dotación para restaurantes.....	34
Tabla N° 13: Dotación para estaciones de servicio.....	34
Tabla N° 14: Coeficientes de fricción “C” la fórmula de Hazen y Williams.....	38
Tabla N° 15: Coeficientes de pérdida de Manning. ....	44
Tabla N° 16: Velocidades permitidas de acuerdo al tipo de material .....	45
Tabla N° 17: Distancias Máximas de elementos de inspección.....	47
Tabla N° 18: Operacionalización de Variables .....	52
Tabla N° 19: Característica hidráulicas.....	65
Tabla N° 20: Características de la Red .....	66
Tabla N° 21: Características de la Red .....	67
Tabla N° 22: Características de tuberías P.V.C. ....	70
Tabla N° 23: Velocidad (V) y Pendiente en los Tramos Aguas Arriba .....	72
Tabla N° 24: Parámetros de Diseño para Buzones y Espaciamento de Líneas .....	72
Tabla N° 25: Presiones Manométricas .....	79
Tabla N° 26: Cuadro Resumen de Dotaciones.....	82
Tabla N° 27: Características hidráulicas de las tuberías .....	84
Tabla N° 28: Características en los nodos.....	88
Tabla N° 29: Buzones .....	92
Tabla N° 30: Tuberías de alcantarillado.....	96

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1: Macro localización Distrito de Picsi en la provincia de Chiclayo.....	24
Ilustración N° 2: Microlocalización Distrito de Picsi en la Provincia de Chiclayo .....	25
Ilustración N° 3: Área de influencia.....	25
Ilustración N° 4: Espina de Pescado .....	36
Ilustración N° 5: Parilla.....	36
Ilustración N° 6: Circuito cerrado .....	37
Ilustración N° 7: Tubería parcialmente llena .....	44
Ilustración N° 8: Muestra .....	51
Ilustración N° 9: Nivel del servicio de agua que proporciona Epsel .....	73
Ilustración N° 10: Problemas que afectan la prestación del servicio de agua potable en la ciudad .....	73
Ilustración N° 11: Existen interrupciones del servicio de agua potable.....	74
Ilustración N° 12: Tiempo de duración de las interrupciones.....	74
Ilustración N° 13: Problema medioambiental o de saneamiento que enfrenta su ciudad .....	75
Ilustración N° 14: Ingreso económico familiar .....	75
Ilustración N° 15: Cuenta con medidor en su vivienda.....	76
Ilustración N° 16: Categoría de tarifación.....	76
Ilustración N° 17: Valor mensual por la planilla de servicio de agua.....	77

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Realizando la encuesta a pobladores de la localidad de Picsi .....	135
Fotografía 2: Realizando la encuesta a pobladores en el anexo Vista Florida de Picsi .....	135
Fotografía 3: Realizando la encuesta en la calle Túpac Amaru de Picsi.....	136
Fotografía 4: Formato de encuesta llenado por los pobladores.....	136
Fotografía 5: Reservorios de 200 m3 y 500 m3 del tipo elevados. ....	141
Fotografía 6: Trabajo de topografía .....	141
Fotografía 7: Levantamiento topográfico, con el equipo topográfico : estación total .....	142
Fotografía 8: Levantamiento topográfico, gabinete .....	142
Fotografía 9: Levantamiento topográfico del área de estudio del proyecto (buzones) .....	143
Fotografía 10: Tomando lectura en los buzones de la zona central de Picsi.....	143
Fotografía 11: Tomando lectura en los buzones de la calle Bernal. ....	144
Fotografía 12: Tomando lectura en los buzones de la calle Túpac Amaru. ....	144
Fotografía 13: Tomando lectura en los buzones de la calle Leguía .....	145
Fotografía 14: Levantamiento topográfico en la avenida Grau.....	145
Fotografía 15: Levantamiento topográfico en la avenida Grau.....	146
Fotografía 16: Levantamiento topográfico, marcando puntos de referencia .....	146
Fotografía 17: Levantamiento topográfico, levantando la zona de la calle Santa Rosa.....	147
Fotografía 18: Levantamiento topográfico, levantando la zona de la calle de San Isidro .....	147
Fotografía 19: Levantamiento topográfico, puntos referenciales en buzones.....	148
Fotografía 20: Puntos topográficos, esquinas de manzana para la construcción del plano topográfico .....	148
Fotografía 21: Levantamiento topográfico, esquinas de manzana .....	149
Fotografía 22: Levantamiento topográfico, grupo de trabajo .....	149
Fotografía 23: Levantamiento topográfico, en la zona de la calle El Carmen .....	150
Fotografía 24: Levantamiento topográfico, en la entrada de Picsi.....	150
Fotografía 25: Levantamiento topográfico de la zona de estudio. ....	151
Fotografía 26: Levantamiento topográfico en la calle Santa Ana .....	151
Fotografía 27: Levantamiento topográfico, con el equipo de trabajo .....	151
Fotografía 28: Equipamiento necesario para realizar las lecturas en los grifos de las viviendas .....	156

Fotografía 29: Realizando la medida de lectura del manómetro en la entrada de una vivienda .....	156
Fotografía 30: Realizando las lecturas manométricas de la presión en la entrada de la vivienda .....	157
Fotografía 31: Realizando las lecturas manométricas en el extremo de la Calle Real.....	157
Fotografía 32: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en Vista Florida .....	157
Fotografía 33: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en la calle Vista Florida .....	158
Fotografía 34: Realizando las lecturas manométricas de la presión en la calle Leguía .....	158
Fotografía 35: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en la calle San Isidro.....	159
Fotografía 36: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en CA Vista Florida .....	159
Fotografía 37: Realizando la medición de esquineras de agua potable.....	161
Fotografía 38: Esquinera de agua potable en la calle Congreso .....	161
Fotografía 39: Realizando esquinera de agua en la calle Elías Aguirre.....	162
Fotografía 40: Trabajo de campo, esquinera de agua.....	162
Fotografía 41: Trabajo de campo, esquinera en calle Leguía .....	162
Fotografía 42: Trabajo en campo de esquineras de agua .....	163
Fotografía 43: Inspeccionando buzón para ver el sentido del flujo y el nivel de colmatación .....	163
Fotografía 44: Realizando le medición de altura de buzón, cota de llegada y salida.....	163
Fotografía 45: Realizando la inspección de buzones .....	164
Fotografía 46: Realizando le medición de altura de buzón (cota de tapa) .....	164
Fotografía 47: Realizando la medición de altura de buzón con la varilla de fierro de ½” .....	165
Fotografía 48: Realizando le inspección a los buzones de la Calle Progreso .....	165

## RESUMEN

La presente tesis de investigación considera la Evaluación de la red de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la zona urbana de Picsi, Distrito de Picsi, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque debido a que el servicio de abastecimiento de agua potable es limitado y se da de manera intermitente con un promedio de 4 horas durante todo el día, además de llegar el flujo con poca presión en los grifos de las viviendas, almacenando el agua en baldes y tinajas para su reserva causando malestar para desarrollar sus actividades de manera normal y siguen pagando una tarifa que no les parece justa. Así como el mal estado de algunos buzones y estancamiento de estos. Es por estas razones, que se desarrollará esta investigación respecto a la red de agua potable y alcantarillado para evaluar el estado en que se encuentran para después mejorar el servicio hacia la población.

**Palabras clave:** agua potable, alcantarillado, conexiones domiciliarias, evaluación.

## **ABSTRACT**

This research project considers the evaluation of the drinking water and sewerage network with household connections in the urban area of Pisci, Pisci District, Chiclayo Province, Lambayeque Department because the drinking water service provided by the provider of services is insufficient and occurs intermittently with an average of 4 hours throughout the day, in addition to reaching the flow with little pressure in the faucets of the homes, storing water in buckets and tubs for your reservation causing luggage to develop their activities in a normal way and continue paying a fee that does not seem fair. As well as the poor condition of some mailboxes and stagnation of these. It is for these reasons that it is necessary to carry out this research regarding the potable water and sewerage network to evaluate the state in which it is located and then propose an alternative solution and help provide an adequate service and improve the quality of life of the inhabitants.

**Keywords:** drinking water, sewerage, home connections, evaluation.

## I. INTRODUCCIÓN

La disposición de servicios de agua, saneamiento y sanidad de calidad podría impedir que las gentes padezcan enfermedades. Se estima que las enfermedades diarreicas originan cerca del 3,6% del total de vida adecuados en base a la discapacidad debidos a males y provocan 1,5 millones de muertes cada año [1].

Según las aproximaciones, el 58% de esa carga de enfermedad es decir, 842 000 fallecimientos anuales es a causa de la omisión de agua salubre y a un saneamiento y una sanidad deficientes, e incluyen 361 000 muertes de niños menores de 5 años, en su mayoría en naciones en vías de desarrollo [2].

Aproximadamente de 3 de cada 10 personas (2100 millones de personas) están privados de disponer de agua potable y disponible en el hogar, y 6 de cada 10 (4500 millones), no tienen un saneamiento fiable en todo el mundo [3].

En el lapso de febrero del 2017 a enero del 2018, el 10,6% de los habitantes de la nación, no accede a agua por red pública, en otras palabras, se suministran de agua de distintas maneras: camión-cisterna (1,2%), pozo (2,0%), río, acequia, manantial (4,0%) y otros (3,3%). Con respecto a la zona urbana, el 5,6% de los habitantes, carece de acceso a agua por red pública e ingieren agua proveniente de camión cisterna el 1,3%, de pozo el 1,2% y de río, acequia o manantial u otro suman el 3,2%. Además, el 28,1% de las personas de la zona rural no tienen acceso a agua por red pública, de los cuales (16,9%) acceden a agua por río, acequia o manantial, seguido de pozo (5,1%) [4].

En el 2018, se registra que el 27,3% de los habitantes del país necesitan un sistema de red de alcantarillado, en donde predomina aquellos que desechan excretas a través de pozo ciego (9,6%), pozo séptico (6,1%), letrina (1,8%), por río, acequia o canal (1,2%) y el 8,4% no cuentan con un servicio de eliminación de excretas. El 11,2% de los pobladores en la zona urbana no cuentan con un sistema de red pública de alcantarillado y desechan las excretas mediante pozo séptico (1,2%), pozo ciego (4,9%), mediante letrina (0,3%), río acequia o canal (1,3%) y el 3,6% no cuentan con un servicio higiénico. En el lapso de febrero del 2017 a enero del 2018, el 83,4% de los pobladores en el área rural del país carecen de red pública de alcantarillado y desechan las excretas mediante pozo séptico (23,5%), por pozo ciego (26,1%), mediante letrina

(7,3%) y el 25,4% no poseen ninguna clase de servicio higiénico [4].

La ciudad de Picsi, se encuentra en el distrito de Picsi, provincia de Chiclayo; ubicado a 8.5 Km. Al Noroeste de Chiclayo donde la vía de acceso es la carretera Chiclayo- Picsi – Ferreñafe; la cual se encuentra asfaltada, el tiempo de viaje es de aproximadamente 12 minutos.

La población de la ciudad de Picsi, tiene una tasa de crecimiento de 1 % anual, pasando de 8998 habitantes desde el año 2000 a 9782 habitantes en 2015. En el censo del 2017 de población y vivienda el Distrito de Picsi alcanzó una población de 10829 habitantes entre hombres y mujeres.

Tabla N° 1: Comparación de la evolución poblacional del distrito de Picsi

<b>Año</b>	<b>Población</b>
2000	8998
2001	9088
2002	9157
2003	9222
2004	9286
2005	9345
2006	9401
2007	9452
2008	9499
2009	9544
2010	9588
2011	9631
2012	9672
2013	9710
2014	9747
2015	9782
2017	10829

Fuente: INEI

Además, tiene un área de 56.92 km<sup>2</sup> con una densidad poblacional de 197.82 habitantes por km<sup>2</sup>.

En su topografía, la ciudad de Picsi presenta tiene un espacio con desniveles de 1.50m. De Este a Oeste y 2.30 m. de Sur a Norte.

En economía y producción Picsi es netamente agrícola, donde su mayor área está destinada a la agricultura, destacando los productos de arroz y de caña de azúcar, donde este último tiene mayor rentabilidad, lo cual indica que la población de Picsi depende netamente de



este sector. Además, se cultivan otros productos como maíz amarillo y camote.

La prestación de agua y desagüe es brindada por la entidad Prestadora de servicios. Picsi posee un sistema de bombeo, tiene 2 pozos tubulares ubicados cerca del tanque elevado, actualmente el pozo N° 01 está inoperativo, razón por la cual solo se distribuye a partir del pozo tubular N° 02, sin embargo, siendo insuficiente para suministrar a los pobladores de Picsi. Cuenta con 02 pozos tubulares, 02 estaciones de bombeo, líneas de impulsión, sistema de desinfección, reservorios elevado de 200 m<sup>3</sup>, red de distribución y conexiones domiciliarias, el sistema tiene más de 30 años, y cuenta con 7271.95 metros lineales de tubería de 3", 4" y 6 " de A.C. La red colectora inicialmente fue construida en 1988 y consta de, 8500.56 metros lineales de colectores en tuberías de CSN con diámetros de 8" y 10". En el 2011 hubo un mejoramiento y se construyó un reservorio de 500 m<sup>3</sup> y en red de distribución se construyeron 7581.74 metros lineales de tubería de PVC de 10, 16, 20 cm. También se construyó en el sistema de alcantarillado 8503.49 metros lineales (m.l.) de tubería de PVC.

Los pobladores de la ciudad de Picsi en general tienen problemas con la dotación del agua potable que brinda EPSEL debido a que el servicio es intermitente en toda la ciudad de Picsi, en donde la dotación de agua potable se da solamente por unas pocas horas a la ciudadanía distribuyéndose durante la mañana y tarde con una aproximación de 3 horas al día, de tal manera que el servicio se restringe y no se da las 24 horas al día como debería ser, provocando el total descontento de la población e interrumpiendo las actividades cotidianas de la gente. Según el Ministerio de Salud (MINSA) existe enfermedades que se debería a el saneamiento deficiente causante de enfermedades diarreicas agudas y parasitosis. Según un reporte de la posta médica señala que durante el año 2018 en el área urbana se presentaron 556 casos de gastroenteritis y en lo que va del 2019 otros 398 contrajeron enfermedades al sistema digestivo que son signo de infecciones ocasionadas por distintas bacterias que se transmiten por alimentos o saneamiento deficiente, causando problemas en la vida de los pobladores.

A causa de la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales y de la piel que dan como consecuencia incrementos de los registros de morbilidad, mortandad infantil, y de la extenuación, además del crecimiento de la polución ambiental incrementando el gasto de los familiares en asistencia médica y restauración que al fin y al cabo tiene su efecto en el daño de la calidad de vida de la población de Picsi. Se llevó a cabo un mejoramiento en los sistemas de agua y desagüe, teniendo como objetivo central reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales y dérmicas de Picsi, el cual será alcanzado cuando se cumpla el mejoramiento

del suministro de agua potable mediante el incremento de la cobertura, incremento de la continuidad, así como el incremento de la producción de agua, además del mejoramiento y ampliación de las redes de aguas residuales así como su respectivo tratamiento de dichas aguas y que en la actualidad el proyecto ya se encuentra ejecutado en su mayoría.

A pesar de esta intervención del estado y del municipio, continúa la problemática debido a que la población no se ha beneficiado respecto a la cantidad de agua, la dotación sigue siendo de 3 horas al día siendo ineficiente, el servicio se mantiene como lo era anteriormente a pesar del mejoramiento dado y las tarifas de los recibos siguen siendo altas, provocando las quejas y la insatisfacción de los pobladores, que pagan 45 soles al mes incrementando aún más el enojo de la población además del mal olor que emana de los buzones que están estancadas o a la intemperie.

Según una noticia del diario Correo, este diario visitó el distrito de Picsi en el año 2015 y en ese entonces los trabajos del proyecto mencionado anteriormente seguían continuando, durante esa visita, los pobladores se quejaron del servicio de agua en cuanto al costo que cancelan a Epsel (entidad prestadora de servicios) que estaba alrededor de los 40 soles mensuales por el suministro de agua intermitente, es decir solo cuentan con 3 horas de agua potable al día. El señor Víctor Retamozo Moreno que radica en la ciudad mencionó que tienen agua de 6 a 7 de la mañana, de 11 a 12 del día y de 5 a 6 de la tarde, pero les cobran 40 soles lo cual no es justo, añadió que van a seguir esperando que las obras se terminen y que el servicio mejore. Otro morador de nombre Gregorio Vílchez Zambrano manifestó que existe gente en el centro de Chiclayo que paga 10 soles de agua, 20 soles de agua y consumen en exceso incluso que tienen hasta negocios y que los pobladores que tienen que juntar agua pagarán 40 soles. Los moradores esperan un servicio de calidad y que las tarifas no se incrementen [5].

Una noticia contemporánea es la que publicó La República el 9 de febrero del 2018 en la columna de Sociedad: Epsel se niega a recepcionar obra de saneamiento en Picsi; el ex alcalde de Picsi exigiendo que la obra mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe del distrito de Picsi sea recepcionada por la entidad prestadora de servicios de saneamiento con el fin de mejorar la infraestructura sanitaria. También manifestó que la infraestructura tiene deficiencias en su operatividad, por lo que es necesario una intervención legal y técnica de Epsel argumentando que los pobladores solo reciben el líquido vital cuatro horas al día y que Epsel debe de intervenir en el problema de saneamiento, añadió que el programa “Agua para todos” no significó un beneficio integral para los más de 1300 usuarios de agua potable y que además

se les cobra al menos 40 soles por vivienda al mes [6].

Actualmente lo acontecido no se escapa de la realidad, la población de la ciudad de Picsi sigue teniendo problemas con la prestación de agua potable, el cual no ha mejorado a pesar de la ejecución del proyecto de saneamiento. La población sigue teniendo servicio ineficiente de agua potable y que al día solo cuentan con 3 horas de dotación, de 6 a 7 de la mañana, de 11 a 12 del día y de 5 a 6 de la tarde, la gente tiene que juntar su agua en baldes y tinas para poder suministrar el líquido elemento para realizar todas las actividades rutinarias con normalidad, creando una incomodidad y desconfianza de la población hacia el estado generando un ambiente de descontento y enojo por parte de la población.

Además, el aumento de la población afecta la distribución del agua ya que, al haber más demanda, disminuye la cobertura. Por otro lado, en cuanto se refiere a la red de desagüe, en el centro de la localidad se ve afectado cuando llueve ya que la topografía es casi plana, además algunos buzones sufren problemas de estancamiento debido a los desechos como pañales, plástico, residuos sólidos, a causa de la falta de la sensibilidad de los habitantes.

La presente investigación servirá para evaluar el estado actual de la red de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias, el cual permitirá conocer el estado actual de las redes antes mencionados, así como su funcionamiento y fallas en los servicios debido a la no continuidad de la red de agua potable y las deficiencias de implementación generando suspensiones del servicio, para después obtener criterios para una mejora toma de decisiones respecto al mejoramiento del suministro de agua así como la red de alcantarillado.

En la actualidad los pobladores del casco urbano de Picsi, tienen problemas continuos con el abastecimiento de agua y desagüe, carecen de acceso al agua potable las 24 horas del día a pesar de que recientemente se ejecutó para mejorar el sistema de agua y desagüe de Picsi, debido a la posible operatividad y deficiencias de las redes de saneamiento, lo que ocasiona el malestar general de la población y para ello el proyecto contempla la evaluación de la red de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias para diagnosticar el funcionamiento de las redes que satisfaga con los parámetros de la normativa competente.

La tasa de mortalidad y morbilidad en el mundo se deben a las enfermedades diarreicas que es un problema. Con respecto la población de Picsi es vulnerable a enfermedades del sistema digestivo debido a las imperfecciones en el servicio de agua y desagüe que en consecuencia dan paso a la proliferación de diferentes enfermedades estableciendo riesgo de salud de los ciudadanos. Para el año 2018 se presentaron 117 casos de gastroenteritis y colitis (Ver ANEXO

2: Cuadro N° 06). Por las razones expuestas es necesario evaluar la red de agua potable y desagüe para diagnosticar las deficiencias y recomendar criterios que ayuden mejorar el funcionamiento de las redes de agua y desagüe de calidad y acrecentar las circunstancias de vida de los pobladores.

La evaluación servirá para diagnosticar las vulnerabilidades del abastecimiento del agua y desagüe obteniendo beneficios para la ciudadanía de Picsi, donde ellos serán favorecidos en cuanto al gasto que realizan por problemas de salud que tienen que ver directamente con la red de alcantarillado que presenta estancamiento y fomenta un foco infeccioso de enfermedades y diagnosticar los problemas en las redes para mejorar la operatividad.

Debido a la investigación se evaluará el funcionamiento de las redes de aguas residual. Además, la cual permitirá drenar las aguas servidas, así como evaluar la colmatación de buzones. Los impactos positivos también incluyen la conservación de áreas de recreación, además de una reducción del impacto visual.

Es por ello que evaluando el sistema de saneamiento se tomará los parámetros correspondientes para considerar y corregir esta situación.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

Entre los distintos estudios relacionados con el proyecto: Evaluación de la red de Agua Potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias de la zona urbana del distrito de Picsi, Lambayeque 2019 se menciona las siguientes:

**Tesis de maestría: “Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán”, 2012.**

El estudio sostiene como meta mejorar la distribución de agua del casco urbano de Cucuyagua, Copán” debido a que el procedimiento actual tiene veintidós (22) años de actividad y es obsoleto, además del tiempo del sistema presenta deficiencias de construcción, a causa de que no colocaron favorablemente los componentes para romper la presión, provocando deficiencias en la tubería.

Este estudio está orientado a favorecer cuatro mil quinientas (4,500) habitantes que residen en setecientos cincuenta (750) casas de Cucuyagua. Este proyecto está planeado para proveer la solicitud de la población a veinte (20) años con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población. La dimensión de la línea de conducción será de 6,662 metros, longitud que es igual a la cantidad de la red de distribución y a la longitud del sistema. La investigación comprende cuatro (4) capítulos. El Capítulo 1 comprende el planteamiento del problema, descripción, antecedentes, situación problemática, objetivos y la justificación del estudio. El capítulo 2 se llamó marco de referencia, constituido por el ámbito conceptual y contextual. El Capítulo 3 contiene el nombre del proyecto, área geográfica de influencia, área temática, objetivos, componente metodológico, impacto esperado y análisis situacional del proyecto. El Capítulo 4, alberga los elementos del proyecto, desarrollando los elementos de mercado, técnico, ambiental, económico, administrativo, legal.

**Tesis de grado: “Diagnóstico del estado actual de redes y evaluación técnico económica de las alternativas para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Anapoima”, Bogotá, D.C.2017.**

La presente tesis está dirigida a diagnosticar las variables más factibles para mejorar la asistencia de acueducto en el Municipio de Anapoima entre las cuales se da preponderancia el proyecto de venta de agua en bloque por parte de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá y el proyecto embalse Calandaima; la explicación del sistema más calificado se desarrolla a partir de la evaluación de las redes actuales, para saber la necesidad del municipio, la evaluación técnica y económica de los planes antes indicados.

A causa del estudio de la indagación misma se resolvió que la variable más factible, económica, técnica, ambiental y socialmente es el proyecto de venta de agua en bloque elaborado por parte de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, el cual cumple para provisionar la demanda, continuamente, sin traspasar las tarifas de los usuarios, lo que daría paso al crecimiento de los pueblos favorecidos por el proyecto.

**Tesis de grado: “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la población del corregimiento de monterrey, municipio de Simití, departamento de Bolívar, proponiendo soluciones integrales al mejoramiento de los sistemas y la salud de la comunidad”. Bogotá D.C, 2013.**

El presente trabajo de investigación, determina la problemática del agua de consumo que los habitantes de Monterrey atraviesan, que por su situación actual de disputa armado y olvido estatal, no tienen agua potable y alcantarillado básico. El fin de la presente tesis de grado, es diagnosticar el sistema de suministro de agua potable y las condiciones de excretas de la población, con el objetivo de establecer alternativas de solución globales para los sistemas y la salud de los pobladores. Los resultados alcanzados en este estudio concluyeron que ciertamente el agua no cuenta con los parámetros de calidad que manda la Resolución 2115 del 2007 de la Norma Colombiana, a causa de dos razones principales: en primer lugar, carece de un sistema adecuado de disposición final de excretas en la localidad y segundo existe la minería ilegal aguas arriba del río Boque. También, el estado y las Corporaciones Autónomas Regionales competentes, recaen en la violación tanto de las normas del sector de agua potable y alcantarillado básico y reglamentos ambientales que resguardan la cuenca del recurso hídrico.

**Lidia Oblitas de Ruiz, 2010. “Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito”**

El fin de esta investigación es contemplar los recursos esenciales que inciden en los servicios de agua potable y alcantarillado en el Perú y albergar razones para sintetizar la formulación de las políticas públicas orientadas al desarrollo de este sector. El trabajo consta de cuatro capítulos y uno de conclusiones. En la primera etapa se visualiza el aumento de la población en los últimos 30 años. Ya en el segundo capítulo se estudia la situación actual del lugar, identificando aquellos factores que han contribuido con la sostenibilidad y eficiencia de los servicios y aquellos que aún necesitan mayor crecimiento. Como producto de este estudio, en el tercer capítulo se concretan los agentes categóricos tanto exógenos como endógenos del

ámbito que transgreden la prestación de los servicios sea en forma positiva o negativamente. En la cuarta etapa, está dirigido a conocer los beneficios (costos) de una buena (mala) prestación de los servicios. Por último, están las conclusiones enfocadas en los aspectos que más pueden ayudar a la eficiencia, equidad y sostenibilidad de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el Perú.

**Tesis de grado. Dennis Alfonso Huete Huarcaya, 2017: “Evaluación del funcionamiento del sistema de agua potable en el Pueblo Joven San Pedro, Distrito de Chimbote - Propuesta de Solución – Ancash – 2017”**

Este trabajo de exploración está dirigido en mostrar el estado actual de la población del Pueblo Joven San Pedro referente al servicio intermitente del agua potable que solamente se otorga pocas horas de dotación a los pobladores. Con el objetivo de diagnosticar la operatividad del sistema de agua potable en la localidad de San Pedro, distrito de Chimbote, Ancash. Con lo que se refiere a la metodología, el tipo del estudio fue no experimental debido a que no se modificaron las variables, es descriptivo ya que recogió la información tal y como estaba, sin cambiar la realidad, se utilizó la técnica de observación mediante el uso de fichas técnicas para la recopilación de la información. El estudio es voluntario debido a que el estudiante se motivó para ejecutarlo. La población y muestra estuvo representado por los elementos del sistema de agua potable con la que cuenta la localidad. Se evaluó la operatividad del sistema de agua potable en el pueblo joven San Pedro, concluyendo de que la capacidad del reservorio RV es insuficiente para repartir la cantidad de agua que hace falta en la localidad a causa de que este tiene un volumen de 600 m<sup>3</sup> y se requiere una mayor capacidad para suministrar en la cual será de 2 000 m<sup>3</sup>.

**Tesis de grado. Roger Cerquin Quispe, 2013: “Evaluación de la Red de Alcantarillado Sanitario del Jirón la Cantuta en la ciudad de Cajamarca”**

El vigente estudio de indagación, tiene como fin diagnosticar las estructuras actuales de la red de alcantarillado sanitario en el Jirón La Cantuta. La recopilación de la información in situ se ejecutó en febrero del año 2013, en donde se utilizaron; una wincha, para medir la profundidad de buzones y el tirante de agua por tramos; un nivel de ingeniero, para nivelar las tapas de buzón y una estación total para desarrollar el levantamiento topográfico del lugar de estudio. En la zona de investigación se examinó 14 buzones, donde 2 de ellos tienen una profundidad menor a la mínima, 3 se hallan sedimentados y 2 parcialmente colapsados, también

se alcanzó, que un tramo no cumple con la tensión tractiva y pendiente mínima señalada en la norma y 5 poseen velocidades inferiores a la mínima. También se diagnosticó que en una parte de red la separación máxima entre buzones es mayor a lo permitido, causando que no tenga una buena operatividad hidráulica y adecuado mantenimiento de la red, y para optimizar la capacidad hidráulica es necesario una combinación del sistema convencional y condominial en el tramo inicial.

## 2.2. Aspectos Generales

### 2.1.1. Nombre del proyecto

Evaluación de la Red de Agua Potable y Alcantarillado con conexiones domiciliarias en la zona urbana de Picsi, distrito de Picsi, Lambayeque 2019

### 2.1.2. Ubicación del proyecto

Picsi, a 8.5 km al nor este de la ciudad de Chiclayo.

Región	:	Lambayeque
Departamento	:	Lambayeque
Provincia	:	Chiclayo.
Distrito	:	Picsi
Altura	:	40 m.s.n.m.
Temperatura	:	35°C. Máx. - 15°C. Min.
Temp. Prom.	:	27°C.

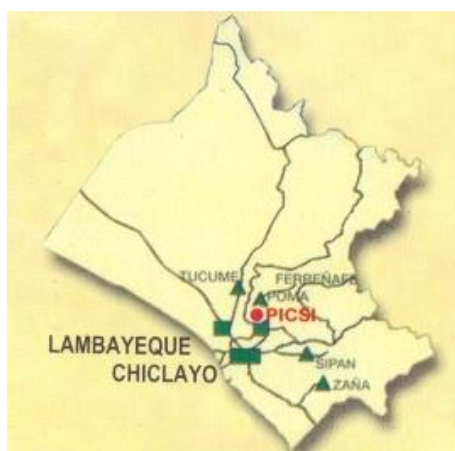
Ilustración N° 1: Macro localización Distrito de Picsi en la provincia de Chiclayo



Fuente: Google



Ilustración N° 2: Microlocalización Distrito de Picsi en la Provincia de Chiclayo



Fuente: Google

### 2.1.3. Área de Influencia

El área de influencia está delimitada por la zona urbana de Picsi a una altura de 44 metros sobre el nivel del mar. Con un área de 34 hectáreas dentro de la localidad de Picsi, y alberga el casco urbano de Picsi, el Anexo humano Vista Florida y la Urbanización Picsi.

Ilustración N° 3: Área de influencia



Fuente: Google Earth

#### 2.1.4. Vías De Comunicación

El principal acceso es a través es la carretera Chiclayo - Ferreñafe que cruza el distrito de Picsi. Para transportarse, la población hace uso de combis y el pasaje es de S/. 0.70 y 1.00 Nuevos Soles. Para conectarse con los diferentes ámbitos del contexto regional y nacional la población tiene que dirigirse a la ciudad de Chiclayo.

#### 2.1.5. Clima

El clima de la localidad es cálido – seco, con poca presencia de lluvias. La temperatura máxima promedio del aire representa valores entre 24.7 a 31.5 °C, con mayores lecturas en verano y disminuye en otoño e invierno. Las lluvias a lo largo de año suelen presentar un incremento en los meses de diciembre a abril. Para el primer trimestre las lluvias alcanzan los 50 mm.

#### 2.1.6. Relieve

Es ligeramente plano con pequeñas elevaciones. La ciudad de Picsi se caracteriza por presentar pendientes muy bajas, de 0° a 5°, que es que predomina en el distrito.

#### 2.1.7. Población

Picsi cuenta con una población de 4565 habitantes, según el “Sistema de información estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos naturales del Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015. La población está representa por un 51.9 % por mujeres y un 48.1 % de hombres [7].

Tabla N° 2: Características de la población según sexo

Sexo	Población total	%
Hombres	2198	48.15
Mujeres	2367	51.85
Total de población	4565	100.00

Fuente: INEI 2015

#### 2.1.8. Actividades Económicas

La población se desempeña en actividades diversas como la agricultura, ganadería, industria-pequeños negocios, así como profesores, empleados, chóferes que representan el 32.20% en el cercado, el 16.67 % en el sector Monte Alegre y 21.45% en anexo Vista Florida. El 11% aproximadamente son obreros y entre el 1.11 al 5.1 % son jubilados.

#### 2.1.9. Energía eléctrica

Picsi cuenta con los servicios de energía eléctrica, además existe los servicios de telefonía. En el área de estudio, existe un mercado de abastos pequeño que no abastece las necesidades a plenitud por lo que la población compra sus productos de primera necesidad en

bodegas y otros se dirigen a la ciudad de Chiclayo.

### 2.1.10. Salud

Para las atenciones de salud la gente acude al centro de Salud del MINSA ubicado en el centro de la ciudad. Existe un porcentaje de la población que es asegurada ante ESSALUD y utiliza los servicios del hospital “Agustín Arbulú Neyra de Ferreñafe – otro sector en menor escala que son policías utilizan los servicios del Hospital - Sanidad de las Fuerzas Policiales en la ciudad de Chiclayo.

### 2.1.11. Características de las viviendas

En un estudio del INEI en el año 2015 de “Sistema de información estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos naturales indica que la ciudad de Picsi cuenta con 1091 viviendas, de las cuales el 71.2 % tienen como material predominante el ladrillo, el 27.2% de las viviendas cuenta con paredes de adobe y un 1.2 % se encuentran los hogares que tienen como material predominante estera, quincha u otro material [7].

Tabla N° 3 : Características de las viviendas

Tipo de material predominante de paredes	viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	778	71.2
Adobe o tapia	297	27.2
Quincha (caña con barro)	6	0.1
Esfera	5	0.5
Otro material	7	0.6
Total de viviendas	1093	100

Fuente: INEI 2015

### 2.1.12. Educación

Picsi actualmente cuenta con 9 instituciones y programas educativos, de las cuales 8 pertenecen al sector público y 1 al sector privado [7].

Tabla N° 4 : Instituciones educativas y programas de Picsi

N°	Nombre IE	Nivel/Modalidad	Gestión	Alumnos	Docentes
1	080 Tesoritos de María	Inicial Jardín	Pública	46	2
2	Felipe Santiago Salaverry	Secundaria	Pública	371	27
3	10012 Manuel Amador Fortunado Guerrero Torres	Primaria	Pública	388	17
4	Ceba- Ciro Alegría	Básica Alternativa - Inicial e intermedio avanzado	Pública	331	16
5	Joyitas de Jesús	Inicial,Primaria,secundaria	Privada	94	15
6	San Miguel Colegue	Inicial-jardin, primaria	Privada	167	9
Totales				1397	86

Fuente: Ministerio de Educación – Padrón de instituciones educativas

### 2.1.13. Servicios de Agua

El servicio de agua potable está a cargo de la entidad prestadora de servicios de Lambayeque (Epsel).

Picsi se provee de dos pozos, el pozo N° 01 se encuentra inoperativo y el pozo N° 02 es el que se encarga de distribuir el agua a la población siendo insuficiente para satisfacer la demanda. En el centro poblado de Picsi, el 83.9 % de las viviendas cuenta con una red pública dentro del hogar, mientras que el 16.1 % se abastecen de agua a través de camión cisterna, pozo, río, acequia u otro tipo [7].

Tabla N° 5 : Tipo de abastecimiento de agua

<b>Viviendas con abastecimiento de agua</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Red pública de agua dentro de la vivienda	917	83.9
Red pública de agua fuera de la vivienda	14	1.3
Pilón de uso público	1	0.1
Pozo	56	5.1
Río, acequia, manantial	0	0
Otro tipo	105	9.6
<b>Total de viviendas</b>	<b>1093</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI 2015

### 2.1.14. Servicios de Desagüe

Según el estudio “Sistema de información estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos naturales” del INEI en el 2015, señala que 88.6% de las viviendas cuenta con una red pública dentro de ella, mientras que el 3.6 % cuentan con un servicio higiénico a través de pozo séptico, pozo negro, letrina, río, acequias causando la contaminación del ambiente creando un foco infeccioso para la salud y el 8% no tiene ninguna disponibilidad del servicio higiénico [7].

Tabla N° 6 : Disponibilidad de servicios higiénicos

<b>Disponibilidad de servicios higiénicos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	968	88.6
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	6	0.6
Pozo séptico	18	1.7
Pozo negro, letrina	14	1.3
No tiene	87	8
<b>Total de viviendas</b>	<b>1093</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI 2015

### **2.3. Base teórica – Científicas**

Entre las Bases Teóricas – Científicas más importantes relacionados con el proyecto: “Evaluación de la red de Agua Potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la zona urbana del distrito de Picsi, Lambayeque 2019” se encuentran las siguientes:

#### **2.3.1. Normativa Nacional**

##### **2.3.1.1. Norma OS.030: Almacenamiento de agua para consumo humano. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones**

Aquí se indicará los requerimientos mínimos para la preservación de la condición del agua para el consumo de la población. Los métodos de acopio realizan la actividad de abastecer agua para la población hacia las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad suficiente que permita compensar las variaciones de la demanda. También, tienen la responsabilidad de contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento [8].

##### **2.3.1.2. Norma OS.040: Estaciones de bombeo de agua para consumo humano. 2016. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones**

Esta norma señala los parámetros mínimos que deben cumplir los sistemas hidráulicos y electromecánicos de bombeo de agua para consumo humano. Las estaciones de bombeo tienen que trasladar el agua mediante el empleo de equipos de bombeo [8].

##### **2.3.1.3. Norma OS.050: Redes de distribución de agua para consumo humano. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones**

Esta disposición ayudará para el diseño de las redes de distribución de agua para la demanda de la población, parámetros mínimos para el cálculo de los caudales de diseño, diámetros mínimos y especificaciones de procesos constructivos [8].

##### **2.3.1.4. Norma OS.070: Redes de aguas residuales. 2011. Perú: Reglamento Nacional De Edificaciones**

Esta norma contiene los requisitos mínimos para el cálculo de los dimensionamientos hidráulicos a través de pendientes y velocidades mínimas, criterios para ubicar las redes y dimensiones de las tuberías de la red de alcantarillado [8].

### **2.3.1.5. Norma os.100 consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. (DS N° 011-2009-vivienda)**

Tiene como finalidad dar las pautas para realizar las inspecciones esenciales de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los principales elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado, que permitan lograr el buen funcionamiento y el incremento de la vida útil de dichos elementos [8].

### **2.3.1.6. Ley General de Servicios de Saneamiento Ley N° 26338**

Esta Ley fija las normas que rigen la prestación de los servicios de saneamiento. Comprende la prestación de: servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial. Además de la disposición sanitaria de excretas, tanto en el ámbito urbano como en el rural.

### **2.3.1.7. Ley General Del Ambiente - Ley N° 28611**

La Ley General del Ambiente, prescribe en todos sus extremos, lo relacionado a la situación ambiental del Perú, estableciendo principios y normas básicas que aseguran el cumplimiento rígido del derecho humano constitucional a un ambiente saludable, estable y apropiado para tener un desarrollo digno como persona. Esta norma establece el deber de toda persona (Natural y/o Jurídica) a contribuir en la gestión efectiva del medio ambiente y su respectiva protección, al igual que la de sus componentes, en pro de colaborar la calidad de vida del ser humano, con miras a lograr el desarrollo sostenible del país.

## **2.3.2. Periodo de diseño**

La predicción de crecimiento de población deberá estar justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores socioeconómicos y su tendencia de desarrollo.

La población resultante para cada etapa de diseño deberá coordinarse con las áreas, densidades del plano regulador respectivo y los programas de desarrollo regional [9].

Periodo recomendable de las etapas constructivas:

- Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes se considera para 15 años.
- Para poblaciones de 20,000 a más habitantes se considerará de 10 años.

Los periodos de diseño para los sistemas de agua potable y alcantarillado se indican en la siguiente tabla [9].

Tabla N° 7: Periodos de diseño máximos para sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado

COMPONENTE	TIEMPO (AÑOS)
Fuente de Abastecimiento	20
Obras de Captación	20
Pozos	20
Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano	20
Reservorio	20
Tuberías de conducción, Impulsión y distribución	20
Estación de bombeo de Agua	20
Equipo de Bombeo	10
Estación de Bombeo de Aguas Residuales	20
Colectores, emisores e interceptores	20
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	20

**Fuente:** Elaboración Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU)

### 2.3.3. Población

Para estimar la demanda, en este caso las poblaciones futuras existen diferentes métodos:

#### **Métodos analíticos**

Existen diferentes métodos analíticos, entre ellos están el método aritmético, geométrico, la curva normal, logístico, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, método de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

#### **Métodos comparativos**

Son aquellos que, mediante procedimientos gráficos, estiman valores de población ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

#### **Método racional**

Para este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran dentro del límite de saturación.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

Pf=Población futura.

Pa=Población actual.

r=Coefficiente de crecimiento anual

T=tiempo en años

#### 2.3.4. Dotación

La dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua que se necesita cada habitante de la zona de estudio, expresada en litros/habitante/día (l/hab/día) [9].

Según la norma OS.100 la dotación promedio anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado. Si de no haber estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 Lts/hab/día, en clima frío y de 220 Lts/hab/día en clima templado y cálido [8].

Para el presente proyecto se empleará una dotación de 220 Lts/hab/día.

La norma IS. 010 establece dotaciones para lugares públicos de acuerdo a la clasificación de uso doméstico, comercial, industrial, institucional y riego de jardines y lugares de recreación.

##### 2.3.4.1. Uso público

Dentro de este espacio se encuentran instituciones de carácter público como: escuelas, colegios, locales municipales, centros de salud, mercados, coliseos, estadios, riego de calles y jardines entre otros.

Educacional

- La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 8 : Dotación para locales educacionales

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente	50 L por persona
Alumnado y personal residente	200 L por persona

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2017



- La dotación de agua para locales de salud como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, están establecidas en la siguiente tabla:

Tabla N° 9: Dotación para centros de salud

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización	600 L/d por cama.
Consultorios médicos	500 L/d por consultorio
Clínicas dentales	1000 L/d por unidad dental

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2017

- Las dotaciones de agua para locales de espectáculo o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas y espectáculos al aire libre y otros similares se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 10: Dotación para centros de recreación

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento
Discotecas, casinos y salas de bailes y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, parque de atracción y similares	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2017

- Las dotaciones de agua para áreas verdes y recreación pública constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques, jardines y limpieza de calles será de 2 l/d por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para fines de esta dotación.

### 2.3.4.2. Uso Comercial

- La dotación de agua para establecimientos de hospedaje se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 11: Dotación para establecimiento de hospedajes

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, apart - hoteles y hostales	500 L por dormitorio
Albergues	25 L por m <sup>2</sup> de área destinada a dormitorio

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2017

- La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los comedores, según la tabla.

Tabla N° 12: Dotación para restaurantes

Área de los comedores en m <sup>2</sup>	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m <sup>2</sup>
Más de 100	40 L por m <sup>2</sup>

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2017

- La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 l/d m<sup>2</sup> de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 l/d.
- La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 l/d por m<sup>2</sup> de área del local.
- La dotación de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parque de estacionamiento de vehículos, se muestran a continuación.

Tabla N° 13: Dotación para estaciones de servicio

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático	12800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina	300 L/d por surtidor
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta	2 L por m <sup>2</sup> de área

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2017

### 2.3.4.3. Consumo

El consumo promedio diario anual, es el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población expresada en litros por segundo (l/s), y se calcula mediante la siguiente fórmula [8].

$$Q_p = \frac{P_f * d}{86400}$$

$Q_p$ = Caudal promedio (Lts/s)

$P_f$ = Población futura (hab.)

$d$ = Dotación (Lts/hab/día)

### 2.3.4.4. Variaciones de consumo

Según la Norma OS.100 los coeficientes deberán ser fijados de acuerdo al análisis de información estadística comprobada. De lo contrario se recomienda considerar los siguientes coeficientes [8].

Para los efectos de las variaciones de consumo se considerará las siguientes relaciones con respecto al promedio anual de la demanda ( $Q_p$ ).

- **Máximo anual de la demanda diaria: 1.2 -1.5 (K1)**

Se recomienda usar  $K_1=1.3$

$$Q_{max. diario} = Q_p * k_1 (l/s)$$

- **Máximo anual de la demanda horaria (k2)**

Para poblaciones de 2000 a 10000 hab.  $K_2=2.5$

Para poblaciones mayores a 10000 hab.  $K_2=1.8$

Para el presente proyecto emplearemos un  $k_2=2.5$  debido a que la población de Pisci es menor a 10000 habitantes.

$$Q_{max. horario} = Q_p * k_2 (l/s)$$

### 2.3.5. Redes de distribución

Es el grupo de tuberías que salen del reservorio de distribución y continuando su crecimiento por las calles de la localidad que trabajan para llevar el agua potable al consumidor. Representan parte de la red de distribución accesorios como: reservorios reguladores localizados en diferentes zonas, hidrantes y válvulas [9].

La primordial función es el de suministrar agua de uso doméstico, industrial, incendio, limpieza de calles, riego de jardines y lavado de albañales [9].

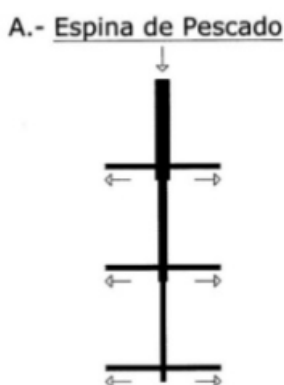
## Consideraciones generales sobre el trazado de la red

### 2.3.5.1. Sistema de circuito abierto

#### 2.3.5.1.1. Espina de pescado

Consiste de un tubo principal que corre por la calle principal de la población; en dónde a medida que avanza el diámetro va disminuyendo, además provee conductos laterales que se desencadenan de él. Es apropiado para localidades pequeñas de trazo longitudinal y tiene la desventaja de no brindar buenas reparticiones de presiones y requerir de mayores diámetros porque todo el flujo es a través de un conducto principal [9].

Ilustración N° 4: Espina de Pescado

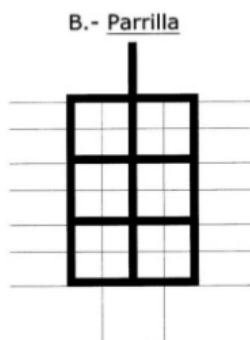


Fuente: Vierendell

#### 2.3.5.1.2. Parrilla

Tiene conductos de mayor diámetro en el sentido longitudinal y transversal de trecho en trecho que alimentan a una red de menores diámetros. Es beneficioso para poblaciones pequeñas no muy extendidas con calles principales según dos ejes. Presenta las mismas desventajas que el sistema anterior [9].

Ilustración N° 5: Parrilla



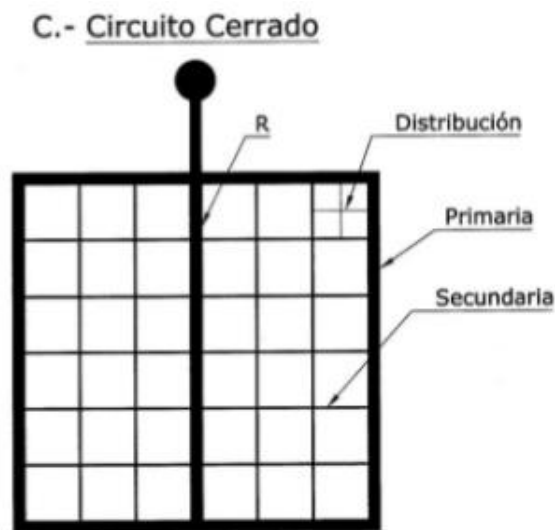
Fuente: Vierendell

### 2.3.5.2. Sistema de circuito cerrado

Consiste de un sistema de conductos principales que rodean a un grupo de manzanas de las

cuales parten tuberías de menor diámetro, unidas en sus extremos al eje. Este sistema es adecuado para localidades de mediano y gran tamaño, tiene la ventaja que como cada tubería es alimentada en sus dos extremos, se disminuye el recorrido por lo tanto disminuye la pérdida de carga [9].

Ilustración N° 6: Circuito cerrado



**Fuente:** Vierendell

### 2.3.5.3. Denominación de las tuberías

#### **Tubería Matriz**

Es la que arranca de un reservorio principal para alimentar un circuito primario [9].

#### **Tubería Principal**

Forma los circuitos que alimentan a las manzanas o distritos, también son los que alimentan a los reservorios reguladores [9].

#### **Tuberías Secundarias**

Forman los circuitos básicos que conforman el relleno (tuberías de servicio) [9].

#### **Conexiones domiciliarias:**

Son aquellas conexiones que se hacen desde la red de distribución hacia la vivienda del consumidor. Por lo general son de ½".

### 2.3.5.4. Circuito de un sistema cerrado

#### **a.) Circuito Primario**

Es el formado por tuberías principales de mayor diámetro de la red (de 800 a 100 metros de separación) [9].

### b.) Circuito Secundario

Se enlaza al circuito primario por tuberías de diámetro intermedio separadas de 400 a 600 metros [9].

### c.) Circuito Relleno

Constituyen el sistema propiamente dicho de distribución del cual salen las conexiones domiciliarias con un diámetro mínimo de 3” que en casos extremos podría ser de 2” de diámetro [9].

## 2.3.6. Parámetros específicos de agua potable

Para poder realizar la evaluación de la red de agua potable se considerará los criterios establecidos en la norma, relacionado a las redes de distribución. Por ejemplo; tipo de material de las conducciones o tuberías, diámetros mínimos de la tubería, velocidades permitidas en las redes y presiones en los nodos. Además del análisis hidráulico a través del uso del software WaterGEMS.

### 2.3.6.1. Análisis hidráulico

Según la OS 050 Para el análisis hidráulico de la red de agua se empleará el método de Hardy Cross para circuitos cerrados. Para el cálculo hidráulico de las tuberías, en este caso se empleará la fórmula de Hazen y Williams para la red de agua, haciendo uso de los coeficientes de fricción dados en siguiente tabla:

Tabla N° 14: Coeficientes de fricción “C” la fórmula de Hazen y Williams

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones

### 2.3.6.2. Velocidad en las tuberías

Según la OS 050 anuncia que la velocidad máxima en las tuberías será de 3 m/s. Se admitirá velocidad máxima de 5 m/s. en casos justificados. Esto dependerá de los diámetros de la red de distribución en los circuitos cerrados [8].

### 2.3.6.3. Presión en las zonas

La presión que en existe en la zona del proyecto estará en función de la topografía del lugar, el área de influencia, niveles en el tanque elevado y la red de distribución. La topografía se limita de acuerdo a la zona de estudio del proyecto, y de acuerdo a la norma OS.050, las presiones máximas no pueden ser más de 50 metros (en columna de agua) y las presiones mínimas serán de 10 metros en cualquier punto de la red [8].

### 2.3.6.4. Criterios de diseño

En el siguiente proyecto las tuberías trabajan a presión, se recomienda emplear la fórmula de Hazen y Williams.

- Fórmula de Hazen y Williams

$$V = 0.355CD^{0.63}Sf^{0.54}$$

Dónde:

V= Velocidad media (m/s)

D= Diámetro (m)

Sf= Pérdida de carga unitaria (m/m)

C= Coeficiente de fricción

Reemplazando la fórmula en la ecuación de continuidad.

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} V$$

Se obtiene la fórmula para el caudal

$$Q = 0.2875CD^{0.63}Sf^{0.54}$$

Dónde:

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

### 2.3.7. Planeamiento de un sistema de distribución

Para el planeamiento de un adecuado sistema de distribución se tienen los siguientes criterios.

#### 2.3.7.1. Elección para el almacenamiento y distribución

Para el almacenamiento la norma OS.030 recomienda que se debe contar con un reservorio único o principal y que de ser necesario también es posible la instalación de reservorios reguladores zonales, en donde las ubicaciones de estos reservorios deberían estar al comienzo y al final de la red. Además, la red de distribución debe estar en función del trazado ( circuito abierto o cerrado) o hidráulica de flujos [9].

### 2.3.7.2. Colocación de válvulas

Se colocan válvulas de cierre, purga, aire, hidrantes, etc. [9].

#### Colocación de válvulas hidrantes

##### Válvulas

- Cada tramo debe aislarse a lo más mediante el cierre de 4 válvulas [9].
- Colocarse cerca de las instalaciones de las calles [9].
- Colocarse válvulas en las tuberías secundarias justamente en la derivación de las principales [9].
- En las tuberías de 12" a más debe colocarse válvulas de purga en los puntos bajos y de aire en los puntos altos [9].
- No debe aislarse a más de 500 metros de tubería [9].

##### Hidrantes

- Se colocarán cada 200 metros cuando se requiera una descarga de 10 a 16 lts/seg., usándose en este caso hidrantes de 4" con salida de 2 ½" [9].
- Se colocarán cada 100 metros cuando la descarga cuando la descarga necesaria sea de 32 lts./seg., o más pudiéndose atacar un siniestro mediante 8 bocas con recorrido de manguera de 150 a 180 metros [9].
- En los lugares públicos de grandes aglomeraciones o gran valor comercial, se colocarán hidrantes especiales de 6" como mínimo con una boca de salida de 3 ½" y de 2 ½" [9].
- En aceras de más de 2 metros de ancho, los hidrantes serán de tipo poste y en las de menos serán tipo flor de tierra [9].

### 2.3.8. Caudales en los nudos de la red

Existen diferentes métodos para determinar caudales para redes cerradas

#### 2.3.8.1. Método de las áreas

Este método se encarga de determinar el caudal en cada nodo considerando su área de influencia. Además, es aplicable en localidades con densidad poblacional uniforme en toda la extensión del proyecto.

$$Q_i = Q_u * A_i$$

Dónde el caudal unitario de superficie se calcula por:

Dónde:



$$Q_u = Q_t * A_t$$

$Q_u$ = Caudal unitario superficial o por unidad de área (Lts/Ha)

$Q_i$ = Caudal en el nudo “i” (L/s)

$Q_t$ = Caudal máximo horario del proyecto (L/s)

$A_i$ = área de influencia del nudo “i” (Ha)

$A_t$ = Superficie total del proyecto (Ha)

### 2.3.8.2. Método de la densidad poblacional

Contempla la población por área de influencia en cada nodo. Para aplicar este método se deberá definir la población en cada sector del área del proyecto. El caudal por nodo será

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

$$Q_p = Q_t * P_t$$

Dónde:

$Q_p$ = Caudal unitario poblacional (L/s/hab)

$Q_t$ = Caudal total o caudal máximo horario para la totalidad de la población (L/s)

$Q_i$ = Caudal en el nudo “i” (L/s)

$P_t$  = Población total del proyecto (hab)

$P_i$ = población del área de influencia del nudo “i” (hab)

### 2.3.8.3. Método de la longitud unitaria

La metodología de este método radica en que se calcula el caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) entre la longitud total de la red. El Caudal en el tramo es igual a el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

Entonces:

$$Q_i = q * L_i$$

Dónde:

$$q = Q_{mh}/L_t$$

$q$ = Caudal unitario por metro lineal de tubería (L/s/m)

$Q_i$ = Caudal en el tramo “i” (L/s)

$Q_{mh}$ = Caudal máximo horario (L/s)

$L_t$ = Longitud total de tubería del proyecto (m)

$L_i$ = Longitud del tramo “i” (m)

### **2.3.9. Redes de Alcantarillado**

Es el sistema de recolección diseñado para evacuar exclusivamente aguas residuales domésticas, comerciales, institucionales e industriales de una población.

El agua residual doméstica es aquella que se origina en los dispositivos sanitarios de instalaciones comerciales, industriales e institucionales.

### **2.3.10. Tipos de Redes de alcantarillado**

#### **2.3.10.1. Sistema unitario:**

Se recolecta aguas negras y aguas de lluvia en forma conjunta

#### **2.3.10.2. Sistema separado:**

Este sistema es independiente para cada uno. Es decir, las aguas negras son recolectadas por uno solo y la recolección de agua de lluvia va hacia otro sistema.

### **2.3.11. Componentes de un sistema de alcantarillado**

#### **2.3.11.1. Colector Secundario**

Colector domiciliario de diámetro menor a 150 mm (6") que se conecta a un colector principal. Está constituido por los conductos que reciben conexiones prediales.

#### **2.3.11.2. Colector Principal**

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

#### **2.3.11.3. Interceptor**

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

#### **2.3.11.4. Emisario final**

Este colector es el que tiene como origen el punto más bajo del sistema y conduce todo el caudal de aguas residuales al punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua como un río, lago o mar. Una característica principal de los emisores es que a lo largo de su desarrollo no recibe contribución alguna.

Respecto a la red de alcantarillado se evaluará las redes en función a los parámetros establecidos en el reglamento.

### **2.3.12. Caudal de contribución al alcantarillado**

El caudal que se contribuye a la red de alcantarillado ( $Q_{cd}$ ) se calculará con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal del agua potable consumida (caudal máximo horario). Este coeficiente toma en cuenta el hecho de que no toda el agua que se consume

dentro del hogar es devuelta al alcantarillado, por razón de sus múltiples usos como riego, lavado de pisos, cocina y otros. Entonces, se puede establecer que solo un porcentaje del total del agua consumida es devuelto al alcantarillado. Este porcentaje es denominado Coeficiente de retorno o aporte, el que según norma debe considerarse 80% (OS 070) [8].

### **2.3.13. Caudal de infiltración**

Es inevitable la infiltración de aguas subterráneas, principalmente freáticas a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas, en la unión de colectores con los buzones y en los mismos buzones cuando permiten la infiltración del agua.

Este caudal está en función de la naturaleza del subsuelo, el material de la tubería y tipo de junta analizada y varía de 0.05 a 1.0 L/(s.km) [8].

### **2.3.14. Caudal de conexiones erradas**

El caudal de conexiones erradas está en función de los caudales de aguas residuales. Se deben considerar los caudales pluviales de más conexiones o conexiones erradas, los cuales determinan fijar un coeficiente de seguridad del 5 al 10 % del caudal máximo previsto de aguas residuales.

### **2.3.15. Caudal de diseño**

Entonces el caudal de diseño para el alcantarillado es el caudal máximo, para el caso del alcantarillado con un adecuado control en las conexiones domiciliaria. Sin embargo, la mayor parte de los sistemas presentan caudales adicionales: Caudal de infiltración ( $Q_i$ ). Caudal de conexiones erradas ( $Q_e$ ), por lo que el caudal de diseño será igual a la suma de los caudales de contribución doméstica, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas.

$$Q_d = Q_{m\acute{a}x} + Q_i + Q_e$$

Donde:

$Q_d$ = Caudal de diseño (l/s)

$Q_{m\acute{a}x}$  = Caudal máximo (l/s)

$Q_i$ = Caudal de infiltración (l/s)

$Q_e$ = Caudal de conexiones erradas (l/s)

### **2.3.16. Caudal mínimo de diseño**

El valor que se acepta como límite inferior del menos gasto potable para cualquier tramo de la red de alcantarillado, tiene un valor de 1.5 L/s según la OS 070 [8].

### 2.3.17. Criterios de diseño en la red

Para el cálculo hidráulico de las tuberías se recomienda la fórmula de Manning, cuando el conducto trabaja como canal, en este caso es aplicable ya que las tuberías trabajan de ese modo, con los coeficientes de pérdida en función del tipo de material de la tubería:

Tabla N° 15: Coeficientes de pérdida de Manning.

Tipo de Material	N
Cerámica vitrificada	0.010
Asbesto cemento	0.010
Plástico PVC.	0.010
Concreto y FoFo	0.013
Acero	0.015

Fuente: Vierendell

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} + \dots \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

A=Área de la sección ( $m^2$ )

R= Radio hidráulico (mts.)

S= Pendiente del fondo

n= Coeficiente de rugosidad

Q= Caudal ( $m^3/seg.$ )

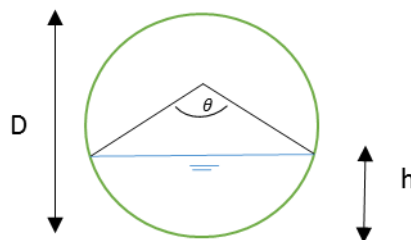
La ecuación de Manning en función del diámetro de las tuberías, queda expresada en las siguientes expresiones para tuberías a tubo lleno.

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

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

Para el caso de tuberías parcialmente llenas, la fórmula de Manning varía de acuerdo al radio hidráulico y el ángulo central que se forma en la sección parcialmente llena.

Ilustración N° 7: Tubería parcialmente llena



Fuente: Elaboración propia

Ángulo central  $\theta$  en grados sexagesimales

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

Radio hidráulico:

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

Al reemplazar el valor del radio hidráulico en la fórmula de Manning, se obtienen las siguientes expresiones:

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

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

El dimensionamiento del sistema de alcantarillado se hará para la conducción de los caudales máximos con una altura de flujo de 75% del diámetro de la tubería. Este parámetro se va a verificar en el modelamiento en el software SewerGEMS.

#### 2.3.17.1. Velocidad mínima:

El agua que circula por la red de alcantarillado conduce contienen partículas que podrían sedimentarse y ayudar a la formación de obstrucciones en la tubería, es por ello que se diseña con pendientes superiores a un valor mínimo que garantice adecuadas velocidades que sean suficientemente altas para producir el arrastre hidráulico de los materiales en suspensión.

Es por ello que este parámetro será analizado con la ayuda del SewerGEMS.

La velocidad mínima de escurrimiento será de 0.6 m/seg. Las velocidades máximas estarán en función del tipo de material [8].

Tabla N° 16: Velocidades permitidas de acuerdo al tipo de material

Tipo de Material	V (mts/seg.)
Cerámica vitrificada	5
Asbesto cemento y PVC	3
FoFo y Acero	5
Concreto	3

Fuente: Vierendell

#### 2.3.17.2. Tensión Tractiva

La fuerza tractiva o tensión de arrastre ( $\sigma$ ) es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y en consecuencia sobre el material depositado. Este esfuerzo determina la capacidad de autolimpieza en el tubo. Cada tramo debe ser verificado por el criterio

de Tensión Tractiva media con un valor mínimo ( $\sigma=1.0$  Pa.) [8].

### **2.3.17.3. Pendiente máxima**

La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final  $V_f= 5$  m/s; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista [8].

### **2.3.17.4. Velocidad crítica**

Cuando la velocidad final ( $V_f$ ) es superior a la velocidad crítica ( $V_c$ ), la lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión [8].

$$V_c = 6\sqrt{g \cdot R_h}$$

Dónde:

$V_c$ = velocidad crítica (m/s)

$g$ = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R_h$ = Radio hidráulico (m)

### **2.3.17.5. Tirante máximo**

De acuerdo a los criterios de diseño de la Norma OS.070 establece que la altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada, admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo un valor máximo para el caudal final ( $Q_f$ ), igual o inferior a 75% del diámetro colector [8].

### **2.3.17.6. Diámetro mínimo**

De acuerdo a la norma OS.070 el diámetro mínimo será de 100 mm. Y en las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm [8].

### **2.3.17.7. Pendientes mínimas**

La pendiente mínima de diseño de acuerdo a los diámetros y para las condiciones de tubo lleno serán aquellos que satisfagan la velocidad mínima de 0.60 mts./seg [9].

La pendiente mínima en los primeros 300 metros, será de 1 %.

## **2.3.18. Buzones**

### **2.3.18.1. Profundidad de instalación**

De acuerdo a lo establecido en la Norma OS.070, la profundidad mínima de instalación de una tubería estará dada por el recubrimiento mínimo y este no debe ser menor de 1.00 m sobre la clave de las tuberías en vías de tránsito vehicular y menor de 0.80 metros en vías de tránsito peatonal [8].

### 2.3.18.2. Distancias máximas entre cámaras

Las distancias máximas entre cámaras o tubos de inspección estarán en función de los equipos de limpieza previsto y disponible. A continuación, se sugiere tener en cuenta algunas distancias [8].

Tabla N° 17: Distancias Máximas de elementos de inspección.

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

**Fuente:** Norma OS.070 RNE

### 2.3.18.3. Cámaras de inspección

Se deberán instalar cámaras de inspección en los encuentros de tuberías, en los cambios de dirección, cambios de diámetro y pendientes [9].

La profundidad mínima será de 1.

- 1.20 mts., para tuberías hasta de 800 mm., de diámetro [9].
- 1.80 mts., para tuberías hasta de 1,200 mm., de diámetro [9].
- Para diámetros mayores, serán de diseño especial [9].

Espaciamiento máximo entre cámaras:

- 120 mts., en tuberías hasta de 600 mm. (24") [9].
- 250 mts., para tuberías mayores de 600 mm., de diámetro [9].

En las cámaras de inspección superior a 2 metros de profundidad, se tolera tuberías que no lleguen al nivel del fondo, siempre y cuando su cota de llegada sea de 0.50 metros, a más sobre el fondo de la cámara de inspección. Cuando la caída sea mayor de 1.00 metros, se empleará dispositivos especiales [9].

### 2.3.18.4. Ubicación de alcantarillado

El alcantarillado de servicio local se proyectará a una profundidad tal que asegure satisfacer la más desfavorable de las condiciones [9]:

- Relleno mínimo, 1 mt. Sobre la superficie exterior del tubo.
- Que permita drenar todos los lotes que dan frente a la calle, considerando que por lo menos las 2/3 partes de cada uno de ellos en profundidad pueda descargar

por gravedad partiendo de 0.30 mts., por debajo del nivel del terreno y con una línea de conexión al sistema de alcantarillado de 15 ‰ de pendiente mínima [9].

- En las calles hasta 20 m. de ancho se proyectará líneas de alcantarillado a cada lado de la calzada [9].
- En los casos en que no sea posible instalar la línea de alcantarillado en el eje de las calles, se proyectaran en la parte más baja del perfil transversal de las calles a una distancia mínima de 1.00 metro del borde de la acera y no menor de 2.00 metros de la línea de propiedad [9].

### 2.3.19. Definición de términos básicos

**Afluente:** Es el agua que entra a una unidad de tratamiento, o inicia una etapa, o el total de un proceso de tratamiento [8].

**Afloramiento:** Son las fuentes que en origen deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos [8].

**Agua potable:** Es el agua apta para el consumo sin que exista peligro para la salud de las personas [8].

**Agua residual:** Agua que fue utilizada por una actividades industriales y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión [8].

**Agua residual doméstica:** Agua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana [8].

**Altura de recubrimiento del colector:** Diferencia de nivel, entre el terreno y la clave del colector [8].

**Alcantarillado:** Conducto subterráneo o sumidero diseñado para reunir las aguas residuales y permitir su fluidez [8].

**Calidad de agua:** Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin incidencias en la salud, integrando apariencia, gusto y olor [8].

**Caudal:** Es el cantidad de líquido que circula a través de un conducto, en una unidad de tiempo determinado [8].

**Caudal de diseño:** Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado [8].

**Caudal máximo diario:** Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin



tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc. [8].

**Clarificación:** Proceso de sedimentación para eliminar los sólidos sedimentables del agua residual [8].

**Colector:** Grupo de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se emplearán para el vertido de las aguas servidas o aguas de lluvia [8].

**Conducción:** Es el conjunto formado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control que favorecen el traslado del agua desde la fuente de abastecimiento hasta el lugar de, donde será repartida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión [8].

**Conexión de agua potable:** Conjunto de tuberías y accesorios que permiten al usuario acceder al servicio de agua potable proveniente de la red de distribución [8].

**Desinfección:** Es la extinción de la mayoría de bacterias, a través de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc. [8].

**Dotación:** Estimación de la cantidad de agua consumida en promedio por habitante diariamente [8].

**Impacto ambiental:** Cambio o efecto sobre el ambiente que resulta de una acción específica [8].

**Profundidad del colector:** Diferencia de nivel, entre la superficie de la rasante de la vía y la solera del colector [8].

**Red de distribución:** La red de distribución consiste en el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten la toma o conexiones domiciliarias [8].

**Reservorios de regulación:** Depósitos ubicados generalmente entre la captación y la red de distribución [8].

**Sello sanitario:** Elementos empleados para sostener las condiciones sanitarias adecuadas en la estructura de ingreso a la captación [8].

**Sistema de alcantarillado:** Conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y trasladar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales [8].

**Tratamiento de agua:** Remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables que hay en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano [8].

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Con respecto al estudio la investigación es Descriptiva, ya que se precisa de una descripción y comprensión de las condiciones presentes en la localidad de estudio, se recolecta la información de la zona respectiva de estudio del proyecto para realizar un análisis sobre la red de agua y alcantarillado que serán sometidos de acuerdo a normas, y será transversal porque se realizará durante un tiempo determinado.

De acuerdo al fin que se persigue es Investigativa, porque hace referencia a un grupo de contrariedades en un área específica de la ciencia y aclara lo que se sabe de él abreviadamente, lo que se debe hacer para enmendar y lo que los resultados designen.

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

El nivel de investigación es una investigación no experimental ya que los datos que se recolectará son de la realidad tal y como están sin alterar, para después analizarlos mediante las mediciones de las presiones en conexiones domiciliarias al igual que en la red de alcantarillado donde se medirá profundidades de buzones, pendientes a través de observación directa en campo.

##### **3.1.3. Enfoque de la investigación**

Es cuantitativo debido a que se recopilará los datos para conocer las características de las variables usando métodos estadísticos o medición numérica para probar la hipótesis.

#### **3.2. Diseño de investigación**

Según la temporalización se desarrollará el diseño de investigación transversal o transeccional, donde se caracteriza por la recolección de datos en un determinado momento, donde se busca describir las variables y analizar su incidencia, además se realizará la toma de datos de campo respecto al área de estudio se realizará en un determinado tiempo.

#### **3.3. Población, muestra de estudio y muestreo**

##### **3.3.1. Población**

La Población del presente proyecto de investigación es la zona urbana de Picsi que cuenta con un total de 1654 viviendas en la parte urbana de todo el distrito de Picsi.

##### **3.3.2. Muestra**

##### **Muestra probabilística**

Se utilizará una muestra probabilística para medir la presión de agua en la zona urbana de Pisci.

Las encuestas se realizarán al representante de cada una de las 234 viviendas.

N (población): 1093 viviendas

Nivel de confianza: 90%

$\alpha$ : 0.05

Z: 1.65

p: 0,5

q: 1-0,5 = 0.5

e (Porcentaje de error): 0,05=5%

$$n = \frac{Z^2 \bar{p}q N}{Z^2 \bar{p}q + e^2(N - 1)}$$

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 1654}{1.65 * 0.5 * 0.5 + 0.05^2(1654 - 1)}$$

$$n = 217 \text{ viviendas}$$

Ilustración N° 8: Muestra



## Calculadora de Muestras

Margen de error:

10% ▾

Nivel de confianza:

99% ▾

Tamaño de Poblacion:

1093

Calcular

**Margen: 5%**

**Nivel de confianza: 90%**

**Poblacion: 1093**

**Tamaño de muestra: 217**

**Fuente:** Calculadora de Muestras aem

### 3.4. Criterios de selección

Se ha determinado el área de estudio de acuerdo de acuerdo a la zona urbana de la ciudad de Pisci. El cual abarca la zona central de Pisci que cuenta con pavimento y veredas, la Urbanización Pisci y el anexo Vista Florida. Para el desarrollo de la investigación se albergará la población que abarque estas zonas debido a que se evaluará las redes de agua y potable que estén dentro de esta área de influencia.

### 3.5. Hipótesis, operacionalización de variables y objetivos

#### 3.5.1. Formulación de la hipótesis

La red del abastecimiento actual de agua potable y alcantarillado no es eficiente

#### 3.5.2. Operacionalización de variables

Tabla N° 18: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTOS
Red de Agua Potable	Características del sistema	Captación	-	Informe
		Conducción	-	Informe
		Almacenamiento	-	Informe
	Tuberías	Longitud	m	Informe
		Diámetro	mm	Informe
		Material	-	Informe
		Dotación	l/s	Informe
		Presión en los nodos	mca	Análisis de contenido
		Velocidad	m/s	Análisis de contenido
	Válvula	Material	-	Informe
		Diámetro	mm	Informe
	Grifos contra incendio	Material	-	Observación
		Diámetro	mm	Observación
	Conexiones domiciliarias	Presión de servicio	mca	Manómetro
Red de Alcantarillado	Tuberías	Diámetro	mm	Observación
		Material	-	Observación
		Longitud	m	Informe
		Velocidad	m/s	Análisis de contenido
		Tensión tractiva	Pascales	Análisis de contenido
	Buzones	Colmatación	m	Topografía
		Profundidad	m	Topografía
	Gestión del servicio	Social	-	Encuesta
		Técnico	-	Encuesta
		Ambiental	-	Encuesta
		Económico	-	Encuesta

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5.3. Objetivo general:

- Evaluar la red de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la zona urbana de Picsi, distrito de Picsi, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque 2019.

### 3.5.4. Objetivos específicos:

- Identificar la problemática y características vinculadas con el abastecimiento de agua potable y alcantarillado.
- Identificar la presión de agua en las conexiones domiciliarias.
- Realizar levantamiento topográfico para medir cotas y pendientes de la red de alcantarillado.
- Realizar la evaluación de esquineras de agua y desagüe, así como la de altura medición de buzones.
- Proponer criterios que ayuden a mejorar el funcionamiento de las redes de agua potable y desagüe.

## 3.6. Método, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

### 3.6.1. Métodos y técnicas:

- Método de observación, que consiste en ir a la zona en estudio y a través de un reconocimiento de campo donde se describirá lo necesario para desarrollar el proyecto.
- Recolección de la información del sistema de abastecimiento de agua potable y desagüe.
- Evaluación en campo para mostrar las condiciones actuales del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado.
- Revisión de las normas vigentes relacionadas con obras de saneamiento.
- Recolección de datos estadísticos sobre la población del área de estudio.
- Levantamiento topográfico para obtener cotas y pendientes de la red de alcantarillado.

### 3.6.2. Instrumentos:

#### **Instrumentos:**

**Encuesta:** Se realizará las encuestas mediante preguntas referentes al problema que presenta la zona urbana de Picsi, para determinar el funcionamiento del sistema de agua potable y alcantarillado, según el último censo que realizó la INEI, existe 1093 viviendas hasta el año 2017, en la cual se tomó una muestra de 217 viviendas.

**Equipos Topográficos** (Estación total, trípode, prismas, y GPS manual), Brújula y

Wincha.

### **Manómetro**

**Programas de cómputo:** (Microsoft Excel, Power Point, Word)

### **Programas de ingeniería:**

- AutoCad
- Civil 3D
- WaterGems
- SewerGems

### **Útiles de escritorio**

## **3.7. Procedimientos**

### **3.7.1. Reconocimiento de campo y recolección de información**

Se reconoció la zona in situ, en la cual se vio reflejada las carencias que tiene Picsi en cuanto al servicio de saneamiento. Estas carencias fueron manifestadas por los pobladores del lugar al expresar su descontento en cuanto al servicio de saneamiento que ofrece Epsel. Dentro de ellas, se rescató un servicio discontinuo y la poca importancia en cuanto a este sistema.

. En el momento en que se haga la modelación hidráulica con el software SewerGems se verificará si cumple con los parámetros establecidos de la normativa de saneamiento.

La descripción de los distintos establecimientos públicos, locales comerciales, bodegas, centros de Salud, colegios, parques y centros de recreación se tendrán en cuenta al momento de sacar la dotación por categoría para hallar el caudal máximo horario que se añadirá al de uso doméstico. Este caudal servirá para el modelado hidráulico de agua potable y alcantarillado.

Se realizaron las conversaciones respecto a los servicios de agua y desagüe con las autoridades locales y se estableció el acuerdo para iniciar la investigación del proyecto teniendo en cuenta los criterios de la normativa de saneamiento y aspectos medioambientales, socio económicos y técnicos.

### **3.7.2. Encuesta**

En el trabajo de la encuesta, se estableció un modelo adaptado a la realidad de la circunstancia, analizando aspectos relevantes como sociales, técnicos, ambientales y económicos de la realidad situacional de los pobladores del casco urbano de Picsi.

La encuesta alberga criterios técnicos y ambientales acerca del servicio de saneamiento que la empresa prestadora de servicios otorga a los habitantes de Picsi. La encuesta se realizó en 37 calles, de las cuales se entrevistó a 2 hogares por calle obteniendo un resultado de 74 muestras que hicieron en la tarde del día 20 de octubre del año 2019.

Se eligió este procedimiento debido a que algunos pobladores no accedían a atender la entrevista por motivos ajenos al trabajo. Sin embargo, el trabajo se realizó de manera amigable con los pobladores.

### **3.7.3. Recolección de Análisis Físico – Químicos y Microbiológicos del Pozo de Picsi (EPSEL)**

La Oficina de Control de Calidad de EPSEL (Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque) realizó el análisis Físico – Químico y Microbiológico del Pozo de Picsi durante el año 2017 y el año 2018.

### **3.7.4. Estudio de topografía**

El trabajo topográfico se desarrolló a cabo en campo gracias al trabajo de gabinete en conjunto. El trabajo se realizó en 4 días seguidos, se procedió a tomar un BM inicial y luego se el levantamiento por zonas. Se tomaron puntos como esquinas de manzana, algunas cajas de registro, arboles, sardineles, veredas, locales, algunos grifos contra incendio y lo más importantes los buzones que serán de mucha ayuda en la construcción de la red de alcantarillado.

#### **Instrumentos**

- ✓ Estación total
- ✓ Trípode
- ✓ GPS satelital
- ✓ 02 Prismas
- ✓ Correctores
- ✓ Pintura
- ✓ Pincel

#### **Trabajo de campo**

Se procedió a levantar más de 30 hectáreas correspondientes al área de estudio del proyecto, en dónde se tomaron puntos de los diferentes buzones existentes en campo, así como la toma de puntos de manzanas, veredas y sardineles, así como grifos contra incendios, todo ello fue visible en campo.

#### **Trabajo en gabinete y procesamiento de datos**

Los datos corresponden a la siguiente data:

Con los datos obtenidos a través de los puntos tomados por el equipo topográfico se realizará el procesamiento de datos en gabinete y la construcción del plano topográfico a través de las curvas de nivel y las manzanas.

Con este trabajo de levantamiento topográfico también se obtendrá un plano en planta de la zona urbana de Pícsi para el referenciación de edificaciones y otro plano de buzones que se definirá la red de alcantarillado.

La construcción de los diferentes planos se realizará a través del uso de AutoCAD Civil 3D, en él se realizará la triangulación y la construcción de las curvas de nivel para constatar el desnivel que hay en la zona urbana de Pícsi. Luego se importará al AutoCAD para ser más trabajable. Además, con la ayuda de estos planos se podrá realizar la inspección de buzones para determinar cotas de fondo y de tubería. Se determinarán las longitudes entre buzones para las probables pendientes de flujo ya que el sistema de alcantarillado es un sistema por gravedad, viniendo de la zona más alta a la zona más baja que será en el buzón de descarga en el anexo vista florida. Todos estos criterios se tendrán en cuenta a la hora de realizar el modelamiento hidráulico. Las curvas mayores son cada 1 metro y las curvas menores son cada 20 centímetros representadas en el plano topográfico.

En el cual se construyó los siguientes planos: Plano topográfico, plano de buzones, plano de planta.

### **3.7.5. Esquineras de agua potable**

El trabajo de la realización de esquinas, consiste en ubicar las intersecciones de calles y poder cuantificar y medir los diferentes accesorios de agua potable como: válvulas, grifos contra incendio, etc.

Las válvulas que se pueden visualizar en campo, sirven de mucha ayuda para la elaboración de las esquinas, así como la wincha que es de suma utilidad para la elaboración de esquinas que apoyados de las distancias a las manzanas próximas se puede realizar dicho trabajo, además de medir ancho de calles y de verificar si están pavimentadas o no.

Se realizaron aproximadamente 40 esquinas de agua potable, los instrumentos que se utilizaron fueron: wincha, lapicero, hoja boom y regla. En dicha hoja se procedió a hacer el croquis y los detalles necesarios que después se pasaría a AutoCAD en un formato A4.

### **3.7.6. Esquinas de desagüe**

El trabajo de la realización de esquinas de desagüe, consiste en ubicar las intersecciones de calles y dentro de ellas ubicar los buzones y obtener mediciones como, por ejemplo: cota de fondo, cota de las tuberías de llegada y salida de los ramales de desagüe, así como el diámetro de tubería y tipo de esta.



Este trabajo es práctico ya que directamente se pueden observar los buzones en campo y con ayuda de un pico, una varilla de fierro de ½”, una wincha, y un corrector se puede obtener los datos mencionados anteriormente.

Se realizaron aproximadamente 40 esquineras de desagüe, los instrumentos que se utilizaron fueron: wincha, lapicero, varillas corrugada de ½” de diámetro, corrector, hoja bond y regla. En dicha hoja se procedió a hacer el croquis y los detalles necesarios que después se pasaría a AutoCAD en un formato A4.

### 3.7.7. Medición de presiones manométricas

Las lecturas fueron tomadas a las 11 am del día 31 de octubre del 2019, la hora señalada corresponde al servicio de dotación que disponen los pobladores de la localidad de Picsi brindado por Epsel (Entidad Prestadora de Servicios de Lambayeque).

El trabajo de campo consistió en recorrer la ciudad de Picsi y tomar las lecturas en zonas estratégicas, especialmente en las zonas más altas debido a que la presión en dichas zonas es más baja.

#### **Instrumentos:**

Se empleó un manómetro de presión que unido a una manguera y una llave de plástico se procedía a realizar la medición de presiones en los grifos más bajos, de jardín, de sala.

- ✓ Manómetro
- ✓ Manguera de plástico para entradas de ½” y de 3/4” para los grifos
- ✓ Llave de plástico
- ✓ Conexión rosca
- ✓ Conexión de ½”

### 3.7.8. Población de diseño

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

Pf=Población futura.

Pa=Población actual.

r=Coefficiente de crecimiento anual

T=tiempo en años

La población se realizará en base a un estudio del Instituto Nacional de Estadística e Informático del año 2015.

### 3.7.9. Demanda de agua

Si bien es cierto la dotación para zona templada o en la costa es una dotación de 220 litros/día/habitante. Esta dotación servirá para calcular el caudal promedio utilizando la siguiente fórmula.

$$Q_p = \frac{P_f * d}{86400} \dots \text{Ecuación 2}$$

$Q_p$ = Caudal promedio (Lts/s)

$P_f$ = Población futura (hab.)

$d$ = Dotación (Lts/hab/día)

Luego se procederá a calcular el caudal máximo diario y el máximo horario con los coeficientes de consumo de variación diaria y variación horaria

- **Máximo anual de la demanda diaria (k1)**

Se recomienda usar  $K_1=1.3$

$$Q_{max. \text{ diario}} = Q_p * k_1 \text{ (l/s)} \dots$$

- **Máximo anual de la demanda horaria (k2)**

Para poblaciones de 2000 a 10000 hab.  $K_2=2.5$

Para poblaciones mayores a 10000 hab.  $K_2=1.8$

Sin embargo, el caudal de diseño para las redes de distribución no solamente será el caudal encontrado anteriormente que es de uso doméstico, sino que se añadirá las dotaciones de locales comerciales, educacionales, sociales y de recreación que demandarán otras dotaciones que hay en la zona urbana de Pícsi.

### 3.7.10. Demanda de alcantarillado

#### 3.7.10.1. Caudal máximo de aguas residuales

Para la red de alcantarillado se tomarán en cuenta el caudal por contribución doméstica, educacional, comercial, social y de recreación mencionados anteriormente multiplicado por un coeficiente de retorno.

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{mh} * C$$

$Q_{m\acute{a}x}$ = Caudal máximo de aguas residuales (Lts/s).

$Q_{mh}$ = Caudal máximo horario (lts/s).

$C$ = Coeficiente de retorno (lts/s).

- El caudal máximo horario es 34.75 lts/s.
- El coeficiente de retorno es de 80 % según la norma IS 070 de aguas residuales

### **3.7.10.2. Caudal por infiltración**

El caudal de infiltración varía de 0.05 a 1.0 lts/(s.km). Este factor depende de la zona en cuanto al nivel freático, al tipo de material de la tubería El nivel freático de la zona es alto y por lo tanto se utilizará el factor más desfavorable que es el de 1.0 lts/(s\*km).

### **3.7.10.3. Caudal por conexiones erradas**

El caudal por conexiones erradas está en un rango del 5 al 10 % del caudal máximo de aguas residuales.

### **3.7.10.4. Caudal de diseño**

Entonces el caudal de diseño final será la suma del caudal máximo de aguas residuales, el caudal por infiltración y el caudal por conexiones erradas.

Este circular será distribuido proporcional al área de contribución en los colectores y buzones a través de la modelación hidráulica en SewerGems y se realizará el análisis hidráulico.

### **3.7.11. Modelamiento de la red de agua potable con WaterGems**

Se empleará este software para realizar el modelamiento hidráulico de la red de agua a través de la construcción de la tipología de la red con los niveles de operación del tanque elevado. La curva de nivel de la topografía ayudará en cuanto a las elevaciones en los nodos de la red. La dotación sirve para estimar la demanda en los nodos de la red de acuerdo al área de influencia de cada nodo. Entonces este software me permitirá analizar las velocidades que tienen las tuberías (pipe), así como las presiones en los nodos (junctions) y comparar con la normativa IS 050 de Redes de distribución.

### **3.7.12. Modelamiento de la red de alcantarillado con SewerGems**

Se empleará este software de SewerGems para realizar el modelamiento hidráulico de la red de alcantarillado. Los datos de recolección en campo como la topografía y la inspección de buzones servirán para determinar las cotas de tapa y fondo de los buzones, así como las cotas de las tuberías (conduits) para computar el modelado y asignar las demandas en cada buzón (manhole). Entonces este software sirve para analizar sistemas de alcantarillado sanitario, basado en un algoritmo de cálculo de Flujo Gradualmente Variado (FGV). Además, con el análisis hidráulico se podrá determinar las características hidráulicas de las tuberías como por ejemplo las velocidades mínimas y la tensión tractiva que hay en las redes y compararlas con lo que manda la norma IS 070 de Aguas residuales.

### **3.8. Plan de procesamiento para análisis de datos**

#### **DATOS**

##### **FASE I**

1. Visitar y coordinar con las entidades competentes.
2. Recopilación de información y antecedentes.
3. Ir a campo y conocer la zona de estudio
4. Verificación de la normativa nacional competente.
5. Caracterización del sistema de agua potable.

##### **FASE II**

6. Realizar encuestas a algunos pobladores acerca de los servicios.
7. Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio.
8. Medir las presiones en las conexiones domiciliarias de la muestra a través del manómetro.
9. Inicio de las esquineras de agua potable.

##### **FASE III**

10. Inspección de buzones y visualizar el tipo de material, diámetro de tubería y medir la profundidad de buzón y también de la tubería.
11. Procesamiento del levantamiento topográfico, así como la realización de planos.
12. Elaboración de planos de agua y desagüe, esquineras de las redes, presiones de flujo, planos topográficos.
13. Modelamiento de la red de agua en WaterGEMS.
14. Modelamiento de la red de desagüe en SewerGEMS.

##### **FASE IV.**

15. Realizar el análisis de los resultados en gabinete.
16. Organizar los resultados obtenidos en campo
17. Criterios que podrían ayudar a mejorar el funcionamiento de las redes de agua y desagüe.
18. Realización del informe final
19. Conclusiones y Recomendaciones.

### 3.9. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍAS
¿Cuál es el estado actual de la Red de agua y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la zona urbana de Picsi, distrito de Picsi, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque 2019?	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluar la red de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la zona urbana de Picsi.</p> <p><b>OBJETIVO ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la problemática y características vinculadas al abastecimiento de agua y alcantarillado.</li> <li>• Identificar la presión de agua en la muestra seleccionada.</li> <li>• Realizar levantamiento topográfico para medir cotas y pendientes de la red de alcantarillado.</li> </ul>	La red de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias de la zona urbana de Picsi no es eficiente	<p><b>VARIABLES</b></p> <p><b>RED DE AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Captación</li> <li>- Conducción</li> <li>- Almacenamiento</li> <li>- Longitud</li> <li>- Diámetro</li> <li>- Material</li> <li>- Dotación</li> <li>- Presión en los nodos</li> <li>- Velocidad</li> <li>- Presión de servicio</li> </ul> <p><b>RED DE ALCANTARILLADO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro</li> <li>- Material</li> <li>- Longitud</li> <li>- Velocidad</li> <li>- Tensión tractiva</li> <li>- Colmatación</li> <li>- Profundidad</li> <li>- Económico</li> <li>- Social</li> <li>- Técnico</li> <li>- Ambiental</li> <li>- Económico</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Descriptiva Investigativa</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b> -Población 1093 Viviendas -Muestra 217 Viviendas</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la evaluación de esquineras de agua y desagüe, así como la profundidad de buzones y pendientes.</li> <li>• Proponer criterios que ayuden a mejorar el funcionamiento de las redes de agua y desagüe.</li> </ul>			
--	---	--	--	--

### 3.10. Consideraciones éticas

El desarrollo del trabajo en general se llevó a cabo en campo, y en gabinete por lo cual no se alteró nada de la información propuesta en el proyecto. Además de sustentar dicho trabajo por las fotografías que están presentadas en el capítulo de Anexos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Reconocimiento de campo y recolección de información**

La población de Picsi está dividida por la avenida Grau, la misma que es la carretera que cubre la ruta Chiclayo – Ferreñafe, en la parte derecha está el casco central de Picsi y la urbanización Picsi, estas áreas presentan desniveles relativamente bajos y en calles como Chiclayo, Leguía, Congreso y cierto tramo de la calle Real son calles sin pavimentar y con veredas dañadas. Algunas tapas de buzones están superficialmente, es decir no están protegidos. Dentro de esta zona se encuentra la posta médica como servicio de salud, el nuevo local de la policía nacional del Perú, el centro de bomberos de Picsi, la propia municipalidad de Picsi y el parque principal. Además, se suman dos hostales y dos menús como restaurantes. Esta es la única zona que está pavimentada actualmente. En la parte norte está el antiguo local de Policías y el centro materno junto con locales sociales. Además, en la parte norte están los tanques elevados y el grifo Primax. Las calles Túpac Amaru, Leguía, Pucalá y Santa Ana están sin pavimentar, así como la calle Congreso. Algunos buzones están a unos 20 centímetros del terreno natural.

Al llegar a Picsi viniendo desde Chiclayo a la mano derecha se encuentra un mercado que no está abastecido totalmente, razón por la cual la población compra sus víveres en bodegas. También se encuentra una zona verde cerca del colegio Manuel Guerrero Torres. También hay un local de Epsel y un parque recreativo. Las calles Real y Chiclayo en esta zona no están pavimentadas y las veredas están parcialmente dañadas. Las casas son mayormente de un piso.

Por otra parte, se encuentra el anexo humano Vista Florida que es un lugar más humilde y presenta desniveles de hasta 3 metros. Este anexo es de la parte más sencilla de todo Picsi. Aquí se encuentra el colegio Felipe Santiago Salaverry, el coliseo Vista Florida y el parque de vista Florida. Presenta algunas bodegas como comercio y dos restaurantes en la avenida principal. También está el templo de adventistas y un hostel. La otra zona que es a la entrada de Picsi yendo desde Chiclayo a la mano izquierda se encuentra el estadio municipal que es lugar de recreación para las ligas de fútbol de Picsi. Las calles Santa Rosa, Vista florida presenta sardineles y veredas dañadas y están sin pavimentar. Además, las calles Andrés Bernal y San Isidro también están sin pavimentar. Esta zona presenta buzones a la intemperie. Cerca al buzón de descarga se encuentran buzones que las tapas están parcialmente dañados.

Existe algunos buzones que padecen estancamientos.

## **4.2. Características del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado**

### **4.2.1. Descripción general del sistema**

#### **4.2.2. Sistema de agua potable**

Picsi tiene un sistema de agua que está conformado por dos pozos profundos N° 01 y N° 02, dos estaciones de bombeo, líneas de impulsión, sistema de desinfección, reservorios elevados de 20m<sup>3</sup> y 250m<sup>3</sup>, red de distribución y conexiones domiciliarias.

Este sistema se instaló inicialmente desde hace más de 40 años en una primera etapa con 542.00 m.l. de tuberías de asbesto cemento de diámetro 3", con un pozo tubular de 12" de diámetro y 30 m de profundidad y un reservorio elevado de 20 m<sup>3</sup>, hoy inoperativos.

Actualmente el sistema funciona solo con el pozo tubular de mayor profundidad N° 02 y estación de bombeo. Cuenta con aproximadamente 7,271.95 m.l. de redes en toda la ciudad, un reservorio elevado de 250. Este pozo tubular se encuentra funcionando en régimen discontinuo, deficitariamente, en un promedio de 10 h/día, de la información recogida en la estación de bombeo produce aproximadamente 550 m<sup>3</sup>/día y en el mes de mayo del 2,007 se tuvo una producción de 19,791m<sup>3</sup>.

Las zonas en estudio existen 1174 viviendas habitadas, además de viviendas deshabitadas y lotes sin construir y en construcción, así como lotes y/o locales públicos. De las viviendas habitadas 974 cuentan con el servicio de agua potable.

El sistema de suministro de agua potable, se encuentra conformado por:

- Dos (02) fuente de abastecimiento de agua (pozos tubulares - uno inoperativo)
- Una (02) estaciones de bombeo. (una inoperativa)
- Dos (02) reservorios elevados. (uno inoperativo)
- Redes de agua.

#### **Pozo N° 01.-**

Está ubicado en la parte sur del área urbana, a la salida para la ciudad de Chiclayo, comenzó a operar con un caudal de 8 lts/seg, pero fue disminuyendo hasta secarse, habiéndose retirado el motor Eléctrico, para dejar fuera de operación a esta estación, el motor fue llevado a planta para mantenimiento y permanencia como Stock.

Actualmente este pozo se encuentra inoperativo.



**Pozo N° 02**

Está ubicado en la parte norte del área urbana, a la salida para la ciudad de Ferreñafe, comenzó a operar con un caudal de 15 lts/seg, y actualmente está en funcionamiento siendo la única captación de agua existente para la población urbana de Picsi y el penal. Sus características generales son:

Tabla N° 19: Característica hidráulicas

Fecha de perforación	1993
Profundidad del pozo	78.20 m.
Profundidad de la bomba	46.20 m.
Nivel Estático	6.00 m.
Nivel dinámico	37.50 m.
Caudal	18.90 l/s
Horas de bombeo	17.75 Hrs.

**Fuente:** Elaboración propia

Estas características están variando con la tendencia a ser deficitarias cada vez más, habiéndose generado un arenamiento según lo informado en la estación de bombeo al notarse la turbidez del agua cuando se aplica mayor succión. La profundidad del pozo también se avisto afectada por la caída sin solución de las fundas de la primera bomba instalada, sin haber sido posible su extracción

**Bomba**

Tiene un caudal producido de 12 l/s y un diámetro eje de 1 7/16. Es de marca Hidrostral.

**Purificación:**

La desinfección en el pozo N° 2 es efectuada mediante la aplicación de cloro gaseoso a la salida de la tubería del árbol hidráulico mediante una bomba Booster de 3.4 HP. El cloro es suministrado en cilindro de 150 lbs, colocado sobre balanza de plataforma. Actualmente este sistema está malogrado aplicándose el cloro directamente al pozo.

**Reservorio elevado N ° 1.**

Ubicado en la estación del pozo N° 01 y no funciona actualmente por estar inoperativo el pozo N°01.

Sus características son:

- . Volumen: 20.00m<sup>3</sup>
- . Dimensión de la cuba - diámetro externo: 4.90 m
- . Altura: 2.20 m
- . Altura de la base de la cuba: 16.00 m

- . Tubería de entrada y salida: 4"
- . Tubería de rebose y limpieza: 4"
- . Estado de conservación: regular.

### **Reservorio elevado N ° 2.**

Ubicado en a la estación del pozo N° 02, actualmente en funcionamiento y es el único reservorio que abastece de agua a la población.

Sus características son:

- . Volumen: 250.00 m<sup>3</sup>
- . Nivel del Fondo de la cuba: 22.00 m
- . Altura de la cuba: 3.00 m
- . Diámetro exterior: 10.40m
- . Tubería de impulsión: 8" y 100 m de longitud
- . Tubería de aducción: 10" 145 m de longitud
- . Tubería de purga y limpieza: 4"
- . Estado de conservación: Bueno

### **Red de distribución**

La red de distribución fue, inicialmente construida en 1960, y actualmente presenta una longitud total de 7,271.95 ml aproximadamente

Tabla N° 20: Características de la Red

<b>Diámetro</b>	<b>Extensión (m)</b>	<b>Material</b>
3"	542	A.C
4"	4,180.06	A.C.
6"	2,549.89	A.C.
<b>Total</b>	<b>7,271.95</b>	

**Fuente:** Plano catastro técnico de EPSEL.S.A.

Adicionalmente existen aproximadamente 900. m.l. en el anexo Vista Florida.

La tubería de 3" fue instalada hace más de 40 años, habiéndose cumplido ya su vida útil.

El sistema cuenta con 22 válvulas de seccionamiento de F° F° en mal estado y tres grifos contra incendio.

### **Micro medición. -**

En el ámbito del sistema de agua potable de Pisci el porcentaje de micro medición es casi nulo, no existen medidores, existiendo solo 08 usuarios con medidor, según el siguiente detalle.:

### **Macro medición. -**

La macro medición del sistema de producción es efectuada a la salida del pozo, a través de un medidor MC Crometer de 6", que provee el caudal instantáneo y la totalidad de los volúmenes

producidos.

#### 4.2.3. Sistema de alcantarillado

El sistema de Alcantarillado es del tipo separativo. Fue construido el año 1988.

El sistema está compuesto de red colectora, planta de bombeo, línea de impulsión y laguna de estabilización.

Además de este sistema, existe un pequeño sistema independiente, que abastece al anexo Vista Florida perteneciente a la ex cooperativa Tumán, constituido por una red colectora y descarga de los desagües sin tratamiento a un dren agrícola.

Actualmente está integrado al sistema integral de alcantarillado recepcionado a través de buzones que permitan conectarlo al colector principal.

#### Red Colectora. -

La red colectora en gran parte sufrió el daño del fenómeno “El niño del año 1,998. Presenta una longitud total de 8,500.56 m.l. (información registrada en el catastro técnico de EPSEL S.A) de colectores en tubería de CSN con diámetros de 8" y 10". En esta longitud no se incluye la red particular del anexo Vista Florida, que es de 960 ml aproximadamente.

Tabla N° 21: Características de la Red

Diámetro	Extensión (m.l)	Material
8"	8281.76	C.N.S.
8"	218.8	P: V.C..

**Fuente:** Administración EPSEL S.A. .de Picsi

Tramo de red condominial- calle Andrés Bernal

#### Cámara de Bombeo:

La cámara de bombeo recibe los desagües recolectados por la red, bombeándolos hasta la laguna de estabilización.

Consiste de un Caisson de concreto armado - enterrado, con diámetro externo de 5,30 ml y volumen de almacenamiento de 44 m3. A nivel del terreno y parte superior del Camisón se encuentra localizada la cámara seca. El equipo de la cámara de bombeo consiste en una bomba sumergible de 3" con su tablero de control eléctrico automático.

La cámara de bombeo presenta estado regular de conservación, su estructura de concreto (Caisson), su posición se encuentra en condiciones desfavorables ante un eventual fenómeno el niño que puede generar quede sin funcionar en los momentos de emergencia. El equipo de bombeo es insuficiente debiendo existir bombas alternas, con equipo generador de energía de

emergencia pudiendo ocurrir rebalse ante un eventual corte de energía eléctrica o algún imprevisto.

### **Línea de Impulsión**

La línea de impulsión va desde la cámara de bombeo hasta la laguna de estabilización, con tuberías de A.C, 8", y 249 m de longitud.

### **-Sistema de Tratamiento y Disposición de las Aguas residuales. -**

#### **Laguna de Estabilización**

La laguna de estabilización existente es del tipo facultativo, con las siguientes características:

- Forma trapezoidal con bases de 47.50 y 27.50 m y largo de 78 m;
- Profundidad: 1,30 m
- Área: 0.29 Ha.

La línea de impulsión llega a la laguna en el lado correspondiente a la base mayor del trapecio y el canal de alivio está ubicado en el lado opuesto.

Esta laguna presenta crecimiento de vegetación en todo el talud, en la zona de llegada de la impulsión se ha generado una alta concentración de sólidos, que estaría afectando el buen funcionamiento de la laguna y la generación de malos olores que se transportan con el viento hacia la zona norte de la población.

Su ubicación no es adecuada generando corrientes de malos olores e insectos (mosquitos hacia la población de la zona nor oeste donde se ubica incluso el centro educativo de mayor concentración estudiantil del distrito, constituyendo un factor negativo para la salud de la población, muy mayor es el efecto en la época de verano. Lo que amerita su reubicación. La descarga del efluente de la laguna es efectuada en un dren próximo, presentando el conducto y cajas que lo conforman un mal estado de conservación. Así mismo no se ejerce un control del sistema de laguna a tal forma que en muchos casos se derivan las aguas del efluente para regar pastos que son utilizados por ganado caprino y vacuno

Los elementos constituyentes del canal de alivio, se encuentran en mal estado de conservación.

#### **4.2.4. Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado actual**

##### **4.2.4.1. Fuente de abastecimiento**

Se consideró la construcción de un nuevo Pozo Tubular (Pozo N° 03), para suministrar, ubicado hacia el nor - este de la ciudad de Pícsi, a 42 m del eje de la carretera a Ferreñafe y repotenciar el pozo existente N° 02 ubicado en la zona de la actual estación de bombeo en funcionamiento.

##### **Estudio y Evaluación de la Fuente**

El pozo que servirá de fuente de abastecimiento tendrá una profundidad promedio de 100 mts, se estima que tendrá un rendimiento de 25.50 l/s.

##### **4.2.4.2. Línea de impulsión**

Estarán constituidas por las tuberías de impulsión que van del pozo tubular hasta el reservorio elevado proyectado.

##### **4.2.4.3. Volumen de almacenamiento**

Se consideró la construcción de un tanque elevado que provisione del servicio a la población con una capacidad de 500 m<sup>3</sup> (VREG = 500 m<sup>3</sup>).

##### **4.2.4.4. Captación, caseta de bombeo y línea de impulsión Equipamiento de pozo N° 03.**

La línea de impulsión al Reservorio elevado (Proyectado de 500m<sup>3</sup>), con de tubería de Ø 200 mm PVC-UF, Clase -10.

##### **Instalación de Equipo de Bombeo:**

El caudal de bombeo es de 25.5 l/s ( $Q_b = 25.50$  l/s), la altura dinámica total es de 77.55 metros ( $HDT = 77.55$ m) y la potencia es de 33.77 Hors Powers (Potencia = 33.77 HP).

Se instalaron dos Electrobombas que trabajarán en alternancia, cada una tendrá un caudal de bombeo de 25.50 l/s. La caseta de bombeo será construida para la instalación del equipo de bombeo.

##### **4.2.4.5. Reservorio y línea de aducción**

- Construcción de Reservorio Elevado de 500m<sup>3</sup>.
- Ubicado en el local de EPSEL, estará junto al reservorio existente, con una capacidad de 500 m<sup>3</sup>.
- El Reservorio es un elemento estructural que cumple tres objetivos: compensar las

variaciones de consumo, mantener las presiones adecuadas y almacenar agua para situaciones de emergencia.

- Con respecto al nivel del terreno natural es de tipo Elevado con una altura de 20.69 metros (hasta el nivel de aguas máximas), con el propósito de satisfacer la demanda de presión mínima de servicio, y una altura total de 22.35 metros (hasta el techo de linterna).
- La ubicación del reservorio se ha determinado para mantener presiones adecuadas en la red, en este caso, se ha convenido ubicarlo a unos 35 m del reservorio existente, de tal manera que se pueda interconectar con el mismo y se logre una mayor eficiencia en el sistema
- Área Control: Ubicada en el interior del fuste, en ella estarán ubicados los accesorios de control tanto de entrada como de salida de agua y también de limpieza. Será de piso de concreto.
- Escalera de acceso. Para poder acceder a las zonas superiores o altas del reservorio.
- Instalación de Línea de Aducción que sale del Reservorio elevado de 300 m<sup>3</sup> con tubería de Ø 200 mm PVC UF – Clase – 10.

#### 4.2.4.6. Redes de distribución

Las redes son de tubería de PVC-UF, por la característica de sus insumos que garantizan la conservación del Agua Potable y su facilidad de instalación en Obra. Existen diferentes clases de tubería de P.V.C de acuerdo la presión de trabajo:

Tabla N° 22: Características de tuberías P.V.C.

CLASE	PRESIÓN DE TRABAJO	PRESIÓN EN METROS DE AGUA (m)
A 7.5	7.5 kg/cm <sup>2</sup>	73.5
A 10	10 kg/cm <sup>2</sup>	105

**Fuente:** Elaboración propia

Instalación de Redes de Agua Potable con tubería de PVC UF Clase – 7.5, distribuidas según planos y de diámetros variables:

- Tubería PVC diámetro 110mm. 7,669.40 metros lineales.
- Tubería PVC diámetro 160mm. 3,324.45 metros lineales.
- Tubería PVC diámetro 200mm. 1, 730.53 metros lineales.

#### **4.2.4.7. Conexiones domiciliarias de agua**

Existen cerca de 1300 conexiones domiciliarias que se conectarán a las redes de distribución de agua proyectadas, las mismas que estarán con sus respectivas cajas de concreto, tapas termoplásticas y accesorios (batería). Igualmente existe un aprox. de 1300 Micro medidores de Ø1/2.

#### **4.2.4.8. Sistema de alcantarillado**

El recojo y transporte del agua residual, constituye la primera gestión efectiva del saneamiento de una población. Las tuberías se denominan colectores y junto a las alcantarillas forman la red de alcantarillado.

#### **Red de alcantarillado**

Instalación de redes colectoras

- Ø 160mm, Longitud = 398.92 m
- Ø 200mm, Longitud = 9,270.99 m
- Ø 250mm, Longitud = 1,191.98 m
- Ø 315mm, Longitud = 118.00 m
- Ø 350mm, Longitud = 40.00 m

#### **Buzones o Cámaras de Inspección**

- Los buzones serán de 2 tipos de acuerdo a la profundidad, estos son de Tipo A y Tipo B.
- Los buzones tipo A hasta una profundidad de 2.50 m., con tapa y losa de fondo de concreto armado y fuste de concreto simple. Tapa de concreto armado y media caña de concreto simple. F'c mínima de 245 kg/cm<sup>2</sup>
- Los buzones tipo B desde una profundidad de 2.51 m., con tapa y losa de fondo de concreto armado y fuste de concreto armado. Tapa de concreto armado y media caña de concreto simple. F'c mínima de 245 kg/cm<sup>2</sup>.
- Existen 162 Buzones, en el rango de área evaluada.

#### **Instalación de Conexiones Domiciliarias**

- Se instalaron cerca 1200 conexiones domiciliarias de desagüe, entre reemplazo y nuevas, con sus respectivas cajas y tapas de registro de desagüe.

### Características para el sistema de alcantarillado

Tabla N° 23: Velocidad (V) y Pendiente en los Tramos Aguas Arriba

Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad, V (m/s)		Pendiente mínima (m/km)	
	Mínima	Máxima	L ≤ 300m	L > 300m
> 1	0.6		8	3 - 4.55
< 1	.....	3	.....	.....

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla N° 24: Parámetros de Diseño para Buzones y Espaciamiento de Líneas

Distancia entre buzones (m)			Espaciamiento entre líneas de agua residual y líneas de agua potable (m)			
200mm	250–300mm	> 300mm	Horizontales	Cruzadas		Óptimo
				Posible	No Posible	
80m	100m	150m	2	0,25	Protección contra fugas	1

**Fuente:** Elaboración propia (Norma OS.070 del R.N.E.)

#### 4.3. Reconocimiento de campo y realización de la encuesta

Se realizó el reconocimiento de campo en diferentes ocasiones, para poder tener una idea de la realidad que atraviesa el casco urbano Picsi a través de la encuesta, la cual tenía un contenido que involucraba preguntas relacionados al suministro de agua potable y alcantarillado a los pobladores. Los resultados mostraron el total descontento de los manifestantes con el servicio de saneamiento que brinda Epsel.

La encuesta se realizó el día 20 de octubre del 2019, en donde se tomó como ejemplo una muestra ya aplicada en otras tesis y se adaptó a la realidad del proyecto, esta encuesta evalúa componentes del tipo social, técnico, ambiental y Económico acerca del servicio que brinda Epsel.

En la categoría social los resultados mostraron que la mayoría de pobladores están descontentos con el servicio que brinda Epsel, por la calidad y cantidad de agua.

En el componente técnico, la población de Picsi, manifestaron su descontento por el servicio que brinda Epsel debido a que existen interferencias en la provisión del servicio.

En el componente ambiental, manifestaron que el olor que emana las redes es desagradable causando la contaminación del ambiente., y por último el alto costo que pagan los

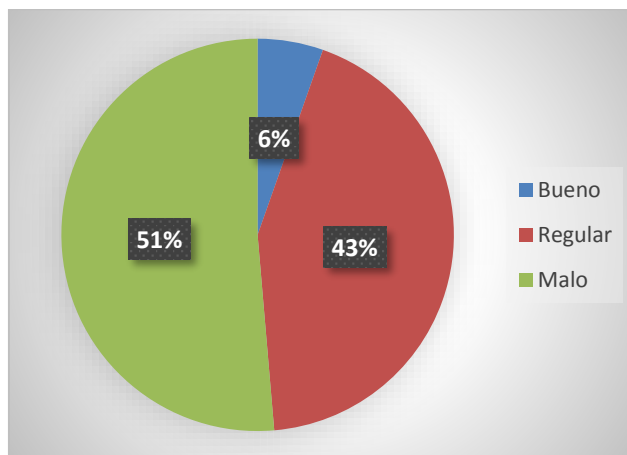


ciudadanos por el servicio de agua potable y alcantarillado alcanzado tarifas de hasta S./ 40; por un servicio de 4 a 5 horas de agua al día (Ver Anexo 03).

### Componente Social

Una de las preguntas es acerca del servicio de agua potable que brinda Epsel.

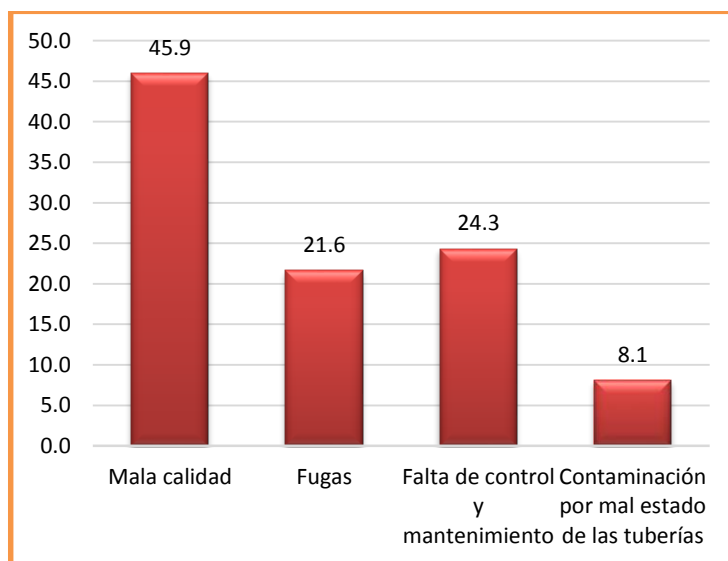
Ilustración N° 9: Nivel del servicio de agua que proporciona Epsel



**Fuente:** Propia

Un 51% de los encuestados manifestaron que es un servicio malo por parte de la empresa. El 43 % manifestaron que el servicio de agua potable es regular y solo un 6% calificaron como bueno el servicio brindado.

Ilustración N° 10: Problemas que afectan la prestación del servicio de agua potable en la ciudad

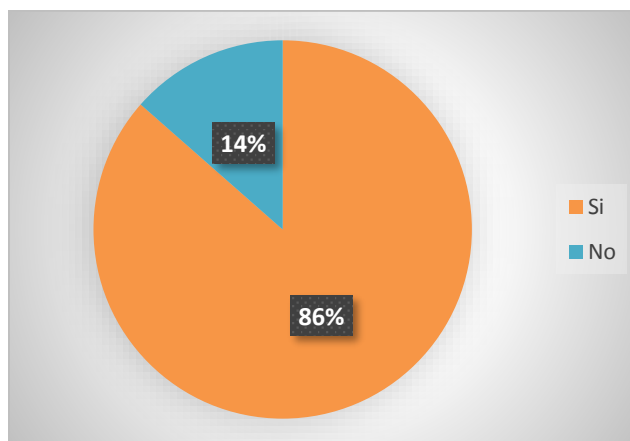


**Fuente:** Propia

Con respecto a los problemas de la prestación de servicios la mayoría un 45.9 % consideró que la mala calidad del servicio es el que aqueja a la mayoría de residentes y un 24.3

% manifestaron que la falta de control y mantenimiento es el problema de la prestación del servicio.

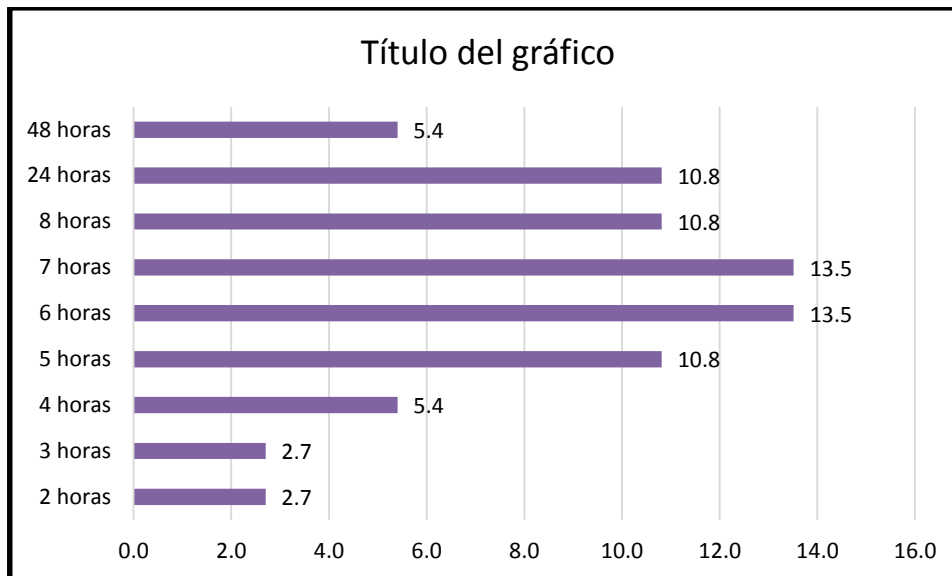
Ilustración N° 11: Existen interrupciones del servicio de agua potable



**Fuente:** Propia

Con respecto a la interrupción del servicio de agua potable un 86 % manifestaron que si existen dichos problemas mientras que un 14 % manifestaron que no había interferencias.

Ilustración N° 12: Tiempo de duración de las interrupciones

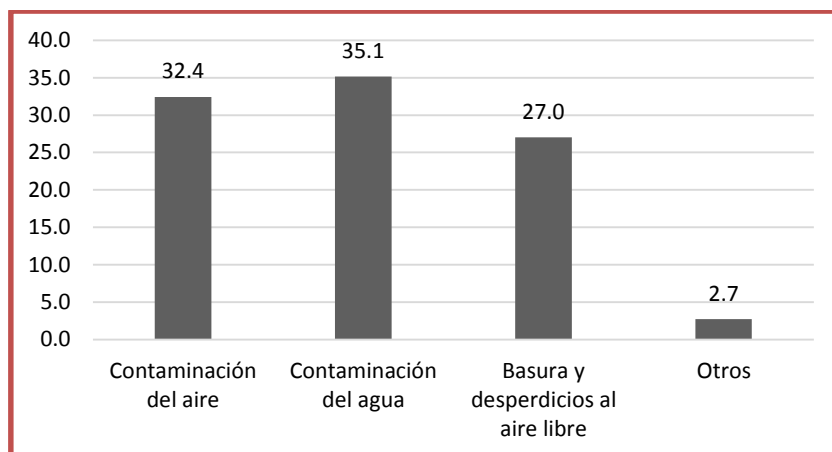


**Fuente:** Propia

Con respecto al tiempo que duran las interrupciones un 13.5 % manifestaron que dura de 6 a 7 horas y mientras que un 10.8 % manifestaron que esta interrupción dura de 8 a 24 horas. Caso contrario un 2.7 % manifestaron que solo dura de 2 a 3 horas estas interrupciones del servicio.

## Ambiental

Ilustración N° 13: Problema medioambiental o de saneamiento que enfrenta su ciudad

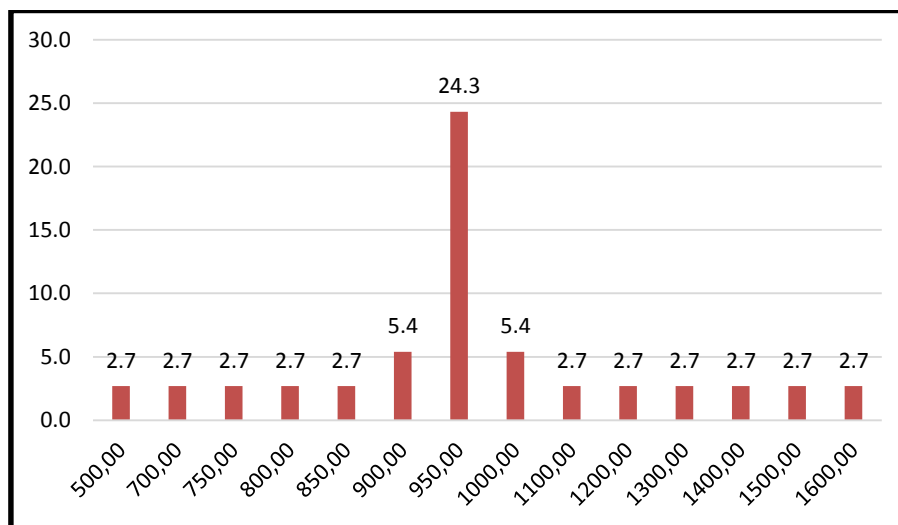


**Fuente:** Propia

Los pobladores de Pícsi, un 35.1 % manifestaron que el mayor problema medioambiental que enfrenta su ciudad es la contaminación del agua y un 27% optaron que la basura y desperdicios al aire libre es el problema ambiental que más aqueja su ciudad.

## Económico

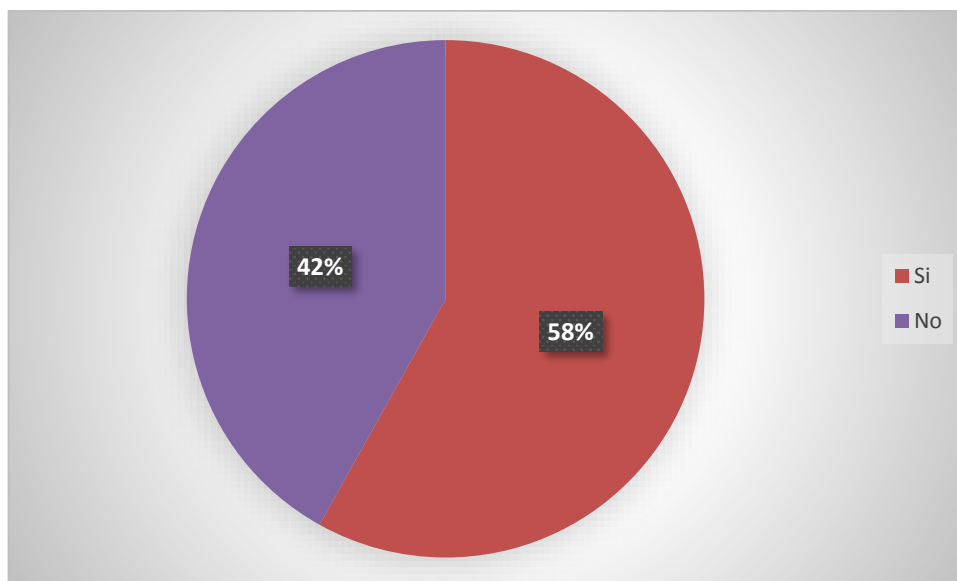
Ilustración N° 14: Ingreso económico familiar



**Fuente:** Propia

Con respecto al ingreso familiar la mayoría que representa un 24.3 % manifestaron que tienen un ingreso económico de S/. 950 nuevos soles. Por otro lado, un 2.7 % manifestaron que S/.500 nuevos soles es la entrada de solvencia económica en la familia.

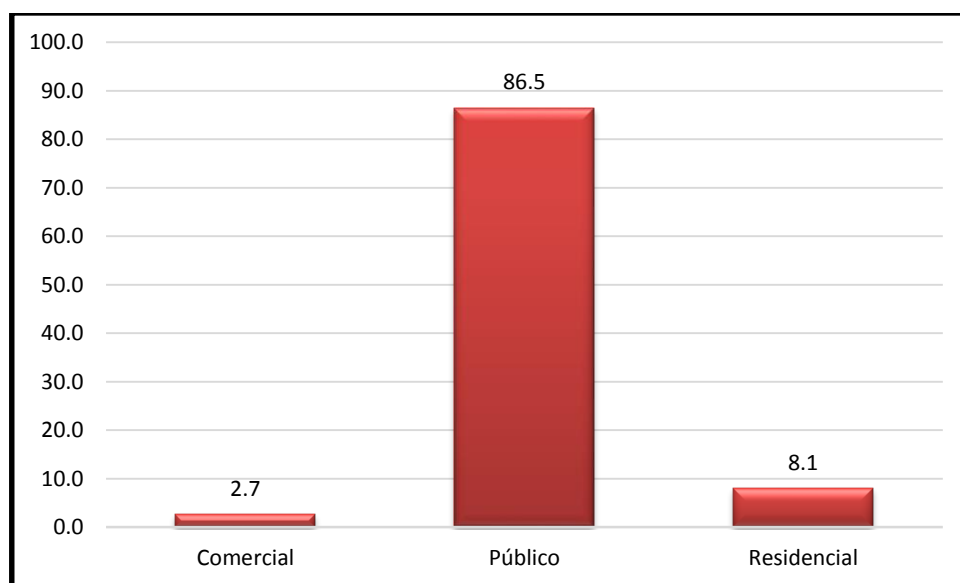
Ilustración N° 15: Cuenta con medidor en su vivienda



**Fuente:** Propia

Un 58 % expresaron que cuentan con medidor de agua potable en su vivienda. Mientras que un 42 % exponieron que no cuentan con medidor en su vivienda.

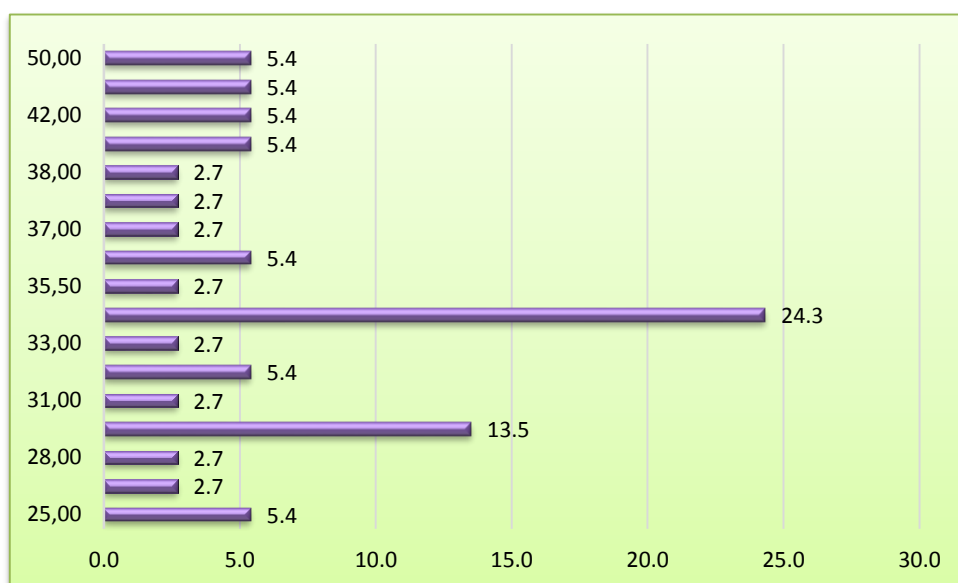
Ilustración N° 16: Categoría de tarificación



**Fuente:** Propia

Un 86.5 % revelaron que la categoría de tarificación es de uso público. Mientras que un 2.7 % expresaron que es de uso comercial la categoría de tarificación.

Ilustración N° 17: Valor mensual por la planilla de servicio de agua



**Fuente:** Propia

Con respecto al valor mensual que pagan los usuarios del servicio de agua potable un 24.3 % declararon que pagan la suma de S/.35 nuevos soles, mientras que un 2.7 % mostraron que pagan de S/31 a S/.38 nuevos soles.

Este es uno de las molestias de la población al pagar un costo elevado que ellos sugieren por un servicio discontinuo.

#### **4.4. Resultado de Análisis Físico – Químico y Microbiológicos del Pozo de Picsi (EPSEL)**

Según el **Anexo N° 04**, del análisis realizado por la Oficina de Control de Calidad de EPSEL (Empresa prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque) de la evaluación realizada a la calidad del agua, se puede indicar que los parámetros Físico – Químicos se encuentra dentro de los límites máximos permisibles (LMP) dentro de la norma D.S. N° 031 - 2010 S.A. y su reglamento de Calidad de Agua para consumo humano, a excepción del parámetro de conductividad, cloros y sulfatos que superan los LMP, sin embargo, estos son considerados organolépticos. Microbiológicamente libre de contaminación al presentar adecuado tratamiento de desinfección.

#### **4.5. Estudio de topográfico**

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico de toda el área de estudio, con ayuda del equipo topográfico conformado por el operador, ayudantes de topografía y el equipo topográfico, en este caso se utilizó la estación total.

El trabajo consistió en hacer el levantamiento topográfico del área de estudio que es la zona urbana de Picsi, aproximadamente 33 hectáreas.

El trabajo se realizó durante 3 días ya que es un área significativa para la demanda del trabajo. Además, en campo se levantaron distintos puntos como: esquinas de manzana, vereda, sardinel, pavimento en zonas donde había, grifos contra incendio o hidrantes, y lo más importantes buzones. Este trabajo servirá para determinar las cotas de los buzones en la evaluación de la red de alcantarillado, además de determinar longitudes ya con los planos en planta. Se procedió a realizar las curvas de nivel ya en gabinete que servirá para determinar los niveles de terreno del área de estudio ya que con las cotas el flujo del alcantarillado discurre por gravedad.

También servirá para el uso de la evaluación de las redes en los softwares de WaterGEMS y SewerGEMS en cuanto a las cotas de campo. El estudio de topografía presenta que la zona de estudio tiene un desnivel de 4.32 metros. Este trabajo servirá en cuanto a la red de alcantarillado para sus respectivas cotas y pendientes (Ver Anexo 04)

#### **4.6. Estudio de presiones manométricas**

Uno de los problemas que viven día a día la población es la demanda de agua potable en cuanto a cantidad. Actualmente el servicio de agua potable en Picsi es discontinuo, es decir solo se brinda un servicio de aproximadamente de 5 a seis horas al día. Es por ello que la población tiene que juntar y almacenar agua para realizar sus actividades durante el día. Además, de llegar el flujo de agua con poca presión. Por este motivo es que se procedió a realizar un estudio de presiones de flujo en diferentes partes de la zona de estudio.

El equipo que se empleó fue un manómetro que adaptado a una manguera de ½" se podía insertar en los grifos de las viviendas. La presión mínima establecida es de 10 m (en columna de agua) según la norma OS.050 de redes de distribución. Entonces se tomaron medidas en lugares estratégicos para medir las presiones de flujo, en las zonas altas y bajas.

Para ello, se contó con el permiso de los pobladores para el acceso a sus viviendas y tomar las medidas.

Los resultados obtenidos arrojaron medidas desde 0.5 Bar a 0.7 Bar. Es decir, de 5 a 7 metros en columna de agua. Valores que están por debajo del mínimo establecido en la norma.

Además de ello, se utilizará el software de WaterGEMS para simular las redes de distribución y comparar los resultados (ver Anexo 05).

## Trabajo de campo : presión manométrica en grifos

Lectura en Metros columnas de Agua de las viviendas

Tabla N° 25: Presiones Manométricas

Mediciones	Lectura en Bar	Lectura en metros columna de agua (1 bar=10.22 mca)	Reglamento	Condición
1	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
2	0.35	3.57	10.2	NO CUMPLE
3	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
4	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
5	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
6	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
7	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
8	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
9	0.5	5.1	10.2	NO CUMPLE
10	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
11	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
12	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
13	0.3	3.06	10.2	NO CUMPLE
14	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
15	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

- ✓ **Entonces:** Las Presiones manométricas tomadas en las diferentes zonas de Picsi, en las viviendas indican que están por debajo de lo establecido de la normativa que establece que debería llegar al menos 10 metros columna de agua, lo cual ni se acerca ni a la mitad. Indica poca presión en los grifos.

### 4.7. Esquineras de agua

Se realizó el trabajo de la construcción de esquineras de la red de agua, en donde se aproximó la ubicación de los diferentes accesorios con ayuda de un plano de redes, el trabajo consistió en aproximar la ubicación de los elementos de la red de agua potable para los futuros trabajos técnicos de que se realicen.

Este trabajo consiste en trazar medidas apoyadas en las esquinas de manzanas y veredas. Por reglamento la tubería de agua potable debería pasar a no menos de 1.20 metros de la vereda. Este argumento sirvió de ayuda para el desarrollo del trabajo de esquineras de agua potable.

Existen 10 grifos contra incendio ubicados en los diferentes sectores, en el anexo vista florida hay 3, en la calle México hay 1, en la avenida Miguel Grau hay 1, en el parque principal

hay 1, en la calle Túpac Amaru hay 1, en la calle Real hay 2, y cerca al grifo Primax hay 1 también.

Su material es de hierro fundido y están a una altura de 40 centímetros aproximadamente y tienen un diámetro de 10 cm aproximadamente (ver Anexo 06)

#### **4.8. Esquineras de desagüe**

Se realizó el trabajo de esquineras de desagüe, en donde la mayoría de ellos presentan una colmatación mínima de 0.10 m a 0.30 m de nivel de colmatación entre basura y aguas servidas. Para ello se utilizó un pico para el levantamiento de las tapas de buzones, una varilla de acero de ½”, una wincha y una palana para poder tapar los buzones después de haberlos destapados. No todos los buzones se levantaron debido a factores como pavimentación en el centro de Picsi, buzones altamente apretados y otros que no se podían destapar. En dicho trabajo se realizó la medición de profundidad del buzón, para determinar aproximadamente la cota de fondo, la medición de la profundidad que pasaban las tuberías o colectores que llegan con una altura distinta a otro buzón. Se visualizó el escurrimiento del flujo, más conocida como la media caña. Este trabajo se realizó en intersección de calles y servirá para la medición tramos de los colectores, calcular cotas y pendientes (Ver anexo 07).

En la zona de estudio se determinaron 162 buzones y un buzón de descarga final ubicado en el anexo Vista Florida.

#### **4.9. Cálculo de la población de diseño**

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Dónde:

Pf=Población futura.

Pa=Población actual.

r=Coefficiente de crecimiento anual

T=tiempo en años

- La población se realizará en base a un estudio del Instituto Nacional de Estadística e Informático
- El cual determina una población de 4565 habitantes en el 2015.



- Entonces se estimará la proyección para el año 2019, en el cual se está realizando la investigación.
- La ciudad de Pícsi tiene una tasa de crecimiento de 1%.
- Entonces aplicando la fórmula de crecimiento aritmético la población proyectada será de **4748 habitantes** para el año 2019 (Ver Anexo 08).

#### 4.10. Cálculo de la demanda de agua potable

##### 4.10.1. Demanda de agua

Si bien es cierto la dotación para zona templada o en la costa es una dotación de 220 litros/día/habitante. Esta dotación servirá para calcular el caudal promedio utilizando la siguiente fórmula.

$$Q_p = \frac{P_f * d}{86400} \dots \text{Ecuación 2}$$

$Q_p$ = Caudal promedio (Lts/s)

$P_f$ = Población futura (hab.)

$d$ = Dotación (Lts/hab/día)

La población para el **año 2019** es 4748 habitantes. Entonces se obtiene un caudal promedio de **12.09 lts/seg.** Luego se procederá a calcular el caudal máximo diario y el máximo horario con los coeficientes de consumo de variación diaria y variación horaria

- **Máximo anual de la demanda diaria (k1)**

Se recomienda usar  $K_1=1.3$

$$Q_{max. \text{ diario}} = Q_p * k_1 \text{ (l/s)} \dots$$

- Se obtiene un caudal máximo diario de **15.3 lts/seg.**

- **Máximo anual de la demanda horaria (k2)**

Para poblaciones de 2000 a 10000 hab.  $K_2=2.5$

Para poblaciones mayores a 10000 hab.  $K_2=1.8$

Para el presente proyecto emplearemos un  $k_2=2.5$  debido a que la población de Pícsi es menor es 4748 habitantes. Está dentro del rango de 2000 a 10000 habitantes.

- Se obtiene un caudal máximo horario de **30.22 lts/seg.**
- Este caudal es el de contribución doméstica.
- Sin embargo, el caudal de diseño para las redes de distribución no solamente será el caudal encontrado anteriormente. Faltaría estimar la dotación para locales comerciales, educacionales, sociales y de recreación que demandarán dotaciones distintas.

#### 4.10.2. Dotación de establecimientos públicos y comerciales

Además de la demanda de uso doméstico se tuvo en cuenta las dotaciones para establecimientos públicos, comerciales y recreativos.

Según el Anexo representa para el sector comercial un consumo de **37123.14 lts/día**. El sector Recreacional demanda **21436.76 lts/día**. El sector educacional **74150 lts/día** y por último el sector social un producto de **23500 lts/día**. Todas estas demandas han sido estimadas de acuerdo a la norma IS. 010 contemplando dotaciones parametrizadas para cada sector (Ver Anexo 08)

Tabla N° 26: Cuadro Resumen de Dotaciones

SECTOR	DOTACIÓN
Doméstico	1004300.00 l/día
Educación	74150.00 l/día
Áreas verdes y recreacionales	21436.76 L/día
Comercio	37123 L/d
Social	23500 L/d

Al final presenta una variación de 4.53 lts/s sumándose al de uso doméstico 30.22 lts/s resultando un caudal máximo horario final de **34.75 lts/s**. Este caudal será el de diseño para evaluar la red de agua potable en el software WaterGems. La repartición de este caudal será a través del método de las áreas para sistemas cerrados repartiendo caudales a través de áreas de influencia en cada nodo.

Para evaluar las redes de agua se hará un estudio de presiones manométricas que reflejarán la presión de sus grifos o caños y si están de acuerdo a la norma. Además, se evaluará las velocidades mínimas y máximas y la presión en los nodos en el modelamiento hidráulico de WaterGems.

#### 4.11. Cálculo de los caudales de alcantarillado

##### 4.11.1. Caudal máximo de aguas residuales

Para la red de alcantarillado se tomarán en cuenta el caudal por contribución doméstica, educacional, comercial, social y de recreación mencionados anteriormente multiplicado por un coeficiente de retorno (Ver Anexo 08).

$$Q_{\text{máx}} = Q_{\text{mh}} * C$$

$Q_{\text{máx}}$ = Caudal máximo de aguas residuales (Lts/s)

$Q_{\text{mh}}$ = Caudal máximo horario (Lts/s)

$C$ = Coeficiente de retorno (Lts/s)

- El caudal máximo horario es 34.75 lts/s.
- El coeficiente de retorno es de 80 % según la norma IS 070 de aguas residuales
- Entonces el Caudal máximo de aguas residuales es igual a **27.8 lts/s**.

Sin embargo, se ha tenido en cuenta dos tipos de caudales más: caudal de infiltración y caudal por conexiones erradas.

#### 4.11.2. Caudal de infiltración

- El caudal de infiltración varía de 0.05 a 1.0 lts/(s.km). El nivel freático de la zona de estudio es alto y por lo tanto se utilizará el factor más desfavorable que es el de 1.0 lts/(s\*km).
- Entonces la longitud total de tubería en toda la red de alcantarillado es de 11.38km.
- Entonces el caudal de infiltración será de 11.38 lts/seg.

#### 4.11.3. Caudal por conexiones erradas

El caudal por conexiones erradas está en un rango del 5 al 10 % del caudal máximo de aguas residuales.

$$Q_{\text{ce}} = C_{\text{ce}} * Q_{\text{máx}}$$

$Q_{\text{ce}}$ = Caudal por conexiones erradas (Lts/s)

$C_{\text{ce}}$ = Coeficiente de conexiones erradas

$Q_{\text{máx}}$ = Caudal máximo de aguas residuales (Lts/s)

Se consideró un caudal del 5 % obteniendo un caudal por conexiones erradas de 1.39 lts/s.

#### 4.11.4. Caudal de diseño

Entonces el caudal de diseño final será la suma del caudal máximo de aguas residuales, el caudal por infiltración y el caudal por conexiones erradas resultando un caudal final de 40.57 lts/s.

Este circular será distribuido proporcional al área de contribución en los colectores y buzones a través de la modelación hidráulica en SewerGems y se realizará el análisis hidráulico (Ver Anexo 08).

#### 4.12. Análisis de resultados de WaterGems

La construcción de la red de agua en WaterGEMS, sirvió para determinar el comportamiento de las redes en el flujo de las tuberías y los parámetros establecidos a la norma con respecto a la simulación del trabajo de las redes de distribución.

Uno de los aspectos a considerar es el de las presiones en los nodos de la red. La cantidad de agua que está circulando y las características como velocidades y caudales que fluyen en los conductos. El resultado de la simulación se presenta en el siguiente cuadro. (Ver anexo 09).

Tabla N° 27: Características hidráulicas de las tuberías

Label	Longitud (m)	Start Node	Stop Node	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
T-1	9	N-1	N-2	110	PVC	150	-0.61	0.06
T-2	9.31	N-3	N-4	160	PVC	150	-0.56	0.03
T-3	10.76	N-5	N-6	160	PVC	150	-4.6	0.23
T-4	11.43	N-7	N-8	110	PVC	150	-0.63	0.07
T-5	12.27	N-9	N-10	200	PVC	150	-3.2	0.1
T-6	13.5	N-11	N-12	110	PVC	150	-0.66	0.07
T-7	17.45	N-13	N-14	200	PVC	150	16.59	0.53
T-8	18.85	N-15	N-16	110	PVC	150	0.05	0.01
T-9	19.88	N-17	N-18	160	PVC	150	-2.09	0.1
T-10	20.54	N-19	N-20	200	PVC	150	-16.36	0.52
T-11	23.91	N-21	N-22	160	PVC	150	3	0.15
T-12	25.18	N-23	N-24	160	PVC	150	-0.92	0.05
T-13	27.64	N-25	N-26	200	PVC	150	-11.79	0.38
T-14	28.88	N-27	N-28	160	PVC	150	1.21	0.06
T-15	28.98	N-29	N-30	110	PVC	150	0.49	0.05
T-16	29.03	N-31	N-32	110	PVC	150	0.37	0.04
T-17	29.22	N-7	N-33	110	PVC	150	0.56	0.06
T-18	29.25	N-34	N-35	110	PVC	150	0.52	0.05
T-19	30.54	N-36	N-37	200	PVC	150	5.46	0.17
T-20	30.56	N-38	N-39	110	PVC	150	-0.25	0.03
T-21	30.65	N-40	N-41	0	PVC	150	-0.39	0.04
T-22	31.36	N-2	N-42	110	PVC	150	-0.67	0.07
T-23	31.4	N-43	N-44	160	PVC	150	1.9	0.09
T-24	32.42	N-45	N-12	110	PVC	150	0.2	0.02
T-25	32.48	N-46	N-47	110	PVC	150	-1.97	0.21
T-26	32.79	N-28	N-48	160	PVC	150	0.96	0.05
T-27	33.13	N-39	N-40	110	PVC	150	-0.4	0.04
T-28	33.3	N-49	N-50	110	PVC	150	0.11	0.01
T-29	33.33	N-34	N-51	110	PVC	150	-0.37	0.04
T-30	33.38	N-45	N-23	110	PVC	150	-0.78	0.08
T-31	33.42	N-52	N-53	110	PVC	150	-0.21	0.02
T-32	34.52	N-26	N-54	200	PVC	150	-12.25	0.39
T-33	35.02	N-18	N-55	160	PVC	150	-1.55	0.08
T-34	36.34	N-56	N-57	110	PVC	150	-0.63	0.07
T-35	35.67	N-58	N-1	110	PVC	150	-0.54	0.06

T-36	37.72	N-27	N-59	110	PVC	150	-0.09	0.01
T-37	37.93	N-60	N-36	200	PVC	150	7.81	0.25
T-38	38.05	N-59	N-33	110	PVC	150	-0.61	0.06
T-39	38.71	N-61	N-18	160	PVC	150	0.63	0.03
T-40	39.36	N-62	N-63	110	PVC	150	-0.85	0.09
T-41	40.07	N-41	N-52	110	PVC	150	-0.35	0.04
T-42	41.64	N-44	N-27	160	PVC	150	1.43	0.07
T-43	42.91	N-64	N-46	110	PVC	150	-0.91	0.1
T-44	42.27	N-65	N-66	160	PVC	150	1.11	0.06
T-45	42.37	N-67	N-68	200	PVC	150	-17.08	0.54
T-46	42.61	N-8	N-62	110	PVC	150	-0.84	0.09
T-47	42.66	N-69	N-70	160	PVC	150	3.93	0.2
T-48	43.45	N-59	N-71	110	PVC	150	0.18	0.02
T-49	43.46	N-70	N-43	160	PVC	150	2.47	0.12
T-50	43.54	N-42	N-38	110	PVC	150	-0.4	0.04
T-51	43.64	N-48	N-72	160	PVC	150	0.56	0.03
T-52	45.92	N-50	N-73	110	PVC	150	0.23	0.02
T-53	45.98	N-74	N-75	110	PVC	150	0.64	0.07
T-54	47.68	N-76	N-77	160	PVC	150	5.02	0.25
T-55	48.27	N-30	N-78	110	PVC	150	0.17	0.02
T-56	49.71	N-79	N-9	200	PVC	150	0.76	0.02
T-57	49.91	N-80	N-81	110	PVC	150	-0.6	0.06
T-58	51.1	N-82	N-80	110	PVC	150	-0.97	0.1
T-59	51.05	N-83	N-34	110	PVC	150	0.31	0.03
T-60	54.17	N-37	N-76	200	PVC	150	5.27	0.17
T-61	54.14	N-84	N-26	110	PVC	150	-0.3	0.03
T-62	54.2	N-14	N-85	160	PVC	150	7.33	0.36
T-63	56	N-79	N-20	200	PVC	150	9.54	0.3
T-64	56.8	N-9	N-21	160	PVC	150	3.76	0.19
T-65	56.81	N-86	N-22	160	PVC	150	-1.98	0.1
T-66	57.04	N-38	N-48	110	PVC	150	-0.28	0.03
T-67	57.17	N-72	N-42	110	PVC	150	0.41	0.04
T-68	57.3	N-87	N-88	110	PVC	150	0.1	0.01
T-69	57.52	N-20	N-89	160	PVC	150	-0.18	0.01
T-70	58.52	N-90	N-91	110	PVC	150	0.36	0.04
T-71	58.68	N-57	N-86	160	PVC	150	-1.23	0.06
T-72	58.89	N-92	N-36	110	PVC	150	-2.2	0.23
T-73	61.17	N-93	N-56	160	PVC	150	-0.76	0.04
T-74	59.49	N-5	N-90	160	PVC	150	2.85	0.14
T-75	59.93	N-17	N-80	160	PVC	150	0.65	0.03
T-76	59.65	N-91	N-4	110	PVC	150	-0.93	0.1
T-77	59.68	N-94	N-95	160	PVC	150	1.83	0.09
T-78	59.83	N-4	N-5	160	PVC	150	-1.62	0.08
T-79	59.88	N-96	N-97	110	PVC	150	-0.23	0.02
T-80	60.12	N-30	N-33	110	PVC	150	0.17	0.02

T-81	60.2	N-69	N-19	200	PVC	150	-7.11	0.23
T-82	60.75	N-29	N-7	110	PVC	150	0.01	0
T-83	61.3	N-63	N-98	110	PVC	150	0.43	0.05
T-84	61.71	N-74	N-99	110	PVC	150	1.05	0.11
T-85	62.48	N-32	N-83	110	PVC	150	0.1	0.01
T-86	62.7	N-100	N-101	110	PVC	150	-0.16	0.02
T-87	63.32	N-6	N-102	160	PVC	150	-4.17	0.21
T-88	64.04	N-103	N-104	110	PVC	150	2.45	0.26
T-89	64.31	N-49	N-105	110	PVC	150	-0.35	0.04
T-90	64.57	N-102	N-10	200	PVC	150	1.21	0.04
T-91	65.13	N-86	N-3	110	PVC	150	0.49	0.05
T-92	66.63	N-65	N-57	110	PVC	150	-0.42	0.04
T-93	68.5	N-68	N-13	200	PVC	150	-17.82	0.57
T-94	70.1	N-8	N-43	110	PVC	150	0.1	0.01
T-95	69.53	N-104	N-106	110	PVC	150	0.43	0.05
T-96	70.2	N-107	N-108	160	PVC	150	-4.46	0.22
T-97	76.73	N-105	N-97	110	PVC	150	-0.3	0.03
T-98	70.62	N-109	N-92	110	PVC	150	-1.78	0.19
T-99	70.85	N-47	N-110	200	PVC	150	-2.77	0.09
T-100	71.08	N-95	N-61	160	PVC	150	1.51	0.08
T-101	71.15	N-109	N-111	110	PVC	150	1.39	0.15
T-102	71.24	N-21	N-6	110	PVC	150	0.58	0.06
T-103	71.29	N-3	N-65	160	PVC	150	0.9	0.04
T-104	71.3	N-77	N-108	160	PVC	150	4.74	0.24
T-105	75.29	N-81	N-55	160	PVC	150	-0.92	0.05
T-106	75.35	N-111	N-103	110	PVC	150	2.3	0.24
T-107	76.47	N-66	N-93	160	PVC	150	0.05	0
T-108	76.52	N-112	N-113	110	PVC	150	-0.2	0.02
T-109	77.46	N-91	N-114	110	PVC	150	0.96	0.1
T-110	79.66	N-111	N-107	160	PVC	150	2.11	0.1
T-111	80.86	N-50	N-45	110	PVC	150	-0.36	0.04
T-112	80.86	N-73	N-11	110	PVC	150	-0.28	0.03
T-113	81.17	N-101	N-83	110	PVC	150	0.44	0.05
T-114	81.5	N-115	N-112	110	PVC	150	-0.68	0.07
T-115	83.14	N-54	N-67	200	PVC	150	-13.25	0.42
T-116	83.25	N-108	N-109	110	PVC	150	-0.09	0.01
T-117	83.52	N-77	N-92	110	PVC	150	-0.05	0
T-118	84.75	N-22	N-89	110	PVC	150	0.83	0.09
T-119	89.08	N-28	N-40	110	PVC	150	0.13	0.01
T-120	92.03	N-62	N-70	110	PVC	150	-0.22	0.02
T-121	91.94	N-41	N-27	110	PVC	150	-0.17	0.02
T-122	93.11	N-98	N-29	110	PVC	150	0.73	0.08
T-123	94.54	N-110	N-63	110	PVC	150	0.89	0.09
T-124	95.46	N-12	N-82	160	PVC	150	-0.56	0.03
T-125	95.68	N-61	N-100	110	PVC	150	0.61	0.06

T-126	95.69	N-44	N-52	110	PVC	150	0.31	0.03
T-127	97.73	N-53	N-43	110	PVC	150	-0.48	0.05
T-128	97.78	N-90	N-74	160	PVC	150	2.08	0.1
T-129	100.15	N-95	N-101	160	PVC	150	2.03	0.1
T-130	100.76	N-116	N-59	110	PVC	150	-0.21	0.02
T-131	102.65	N-104	N-25	110	PVC	150	-0.68	0.07
T-132	113.96	N-63	N-69	110	PVC	150	-0.73	0.08
T-133	113.11	N-114	N-117	110	PVC	150	0.49	0.05
T-134	115.05	N-31	N-51	110	PVC	150	0.2	0.02
T-135	116.52	N-51	N-58	110	PVC	150	-0.3	0.03
T-136	117.28	N-88	N-66	110	PVC	150	-0.71	0.08
T-137	125.57	N-55	N-94	200	PVC	150	-2.74	0.09
T-138	117.97	N-89	N-56	160	PVC	150	0.25	0.01
T-139	120.08	N-99	N-118	110	PVC	150	0.41	0.04
T-140	121.76	N-103	N-54	110	PVC	150	-0.63	0.07
T-141	126.93	N-112	N-46	110	PVC	150	-0.78	0.08
T-142	127.67	N-47	N-98	110	PVC	150	0.69	0.07
T-143	127.48	N-106	N-102	160	PVC	150	5.89	0.29
T-144	127.67	N-24	N-17	160	PVC	150	-1.26	0.06
T-145	130.72	N-10	N-104	110	PVC	150	-2.21	0.23
T-146	129.92	N-113	N-64	110	PVC	150	-0.54	0.06
T-147	131.12	N-93	N-87	110	PVC	150	0.67	0.07
T-148	132.34	N-35	N-96	110	PVC	150	0.11	0.01
T-149	134.49	N-70	N-31	110	PVC	150	0.97	0.1
T-150	138.32	N-68	N-119	160	PVC	150	0.32	0.02
T-151	143.03	N-25	N-79	200	PVC	150	10.66	0.34
T-152	143.05	N-106	N-107	160	PVC	150	-6.08	0.3
T-153	153.97	N-119	N-60	160	PVC	150	-0.25	0.01
T-154	155.55	N-67	N-111	160	PVC	150	3.4	0.17
T-155	156.18	N-19	N-110	200	PVC	150	4	0.13
T-156	167.16	N-20	N-84	160	PVC	150	-6.89	0.34
T-157	177.81	N-97	N-101	160	PVC	150	-1.04	0.05
T-158	201.29	N-14	N-60	200	PVC	150	8.69	0.28
T-159	205.02	N-100	N-105	110	PVC	150	0.39	0.04
T-160	225.26	N-87	N-15	110	PVC	150	0.25	0.03
T-161	224.92	N-19	N-94	200	PVC	150	4.95	0.16
T-162	231.77	N-69	N-95	160	PVC	150	2.06	0.1
T-163	237.5	N-85	N-84	160	PVC	150	7.07	0.35
T-164	243.49	N-16	N-88	110	PVC	150	-0.24	0.02
T-165	25.52	T-1	N-13	200	PVC	150	34.75	1.11

Fuente: WaterGEMS

Con respecto a la velocidad mínima, el reglamento señala que debe ser de 0.60 m/s. Sin embargo, en la modelación hidráulica hay tuberías donde la velocidad que circula el agua es inferior a la mínima. Por ejemplo, la T – 160 presenta una velocidad mínima de 0.02 m/s. Es decir, puede que ocurra la sedimentación en la tubería ya que no hay suficiente velocidad para arrastrar los sólidos.

Tabla N° 28: Características en los nodos

Label	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Presión (m H2O)
N-1	45.76	0.07	17.72
N-2	45.8	0.06	17.68
N-3	47.16	0.16	16.39
N-4	47.11	0.13	16.44
N-5	47	0.13	16.56
N-6	47.09	0.15	16.47
N-7	46.49	0.08	17
N-8	46.48	0.12	17.02
N-9	47	0.2	16.58
N-10	47	0.22	16.58
N-11	46.5	0.38	16.98
N-12	46.35	0.1	17.13
N-13	47.34	0.34	16.58
N-14	47.48	0.57	16.43
N-15	47.98	0.21	15.56
N-16	48	0.29	15.54
N-17	46.52	0.18	16.97
N-18	46.71	0.09	16.77
N-19	46.45	0.3	17.07
N-20	47.05	0.25	16.51
N-21	47.2	0.17	16.36
N-22	47.19	0.19	16.37
N-23	46.15	0.14	17.33
N-24	46	0.34	17.48
N-25	46.62	0.45	17.04
N-26	46.65	0.16	17.02
N-27	45.89	0.14	17.6
N-28	45.94	0.11	17.55
N-29	46.59	0.23	16.9
N-30	46.52	0.16	16.97
N-31	46.48	0.4	17
N-32	46.93	0.27	16.55
N-33	46.35	0.12	17.14



N-34	45.66	0.16	17.82
N-35	45.85	0.41	17.63
N-36	47.45	0.15	16.37
N-37	47.4	0.19	16.41
N-38	45.91	0.14	17.58
N-39	46	0.14	17.49
N-40	45.99	0.12	17.49
N-41	46	0.14	17.49
N-42	45.6	0.14	17.88
N-43	46	0.19	17.49
N-44	45.91	0.16	17.58
N-45	46.18	0.22	17.3
N-46	47.12	0.28	16.37
N-47	46.99	0.11	16.52
N-48	45.98	0.12	17.51
N-49	46.28	0.23	17.2
N-50	46.24	0.24	17.24
N-51	45.68	0.13	17.8
N-52	46.11	0.17	17.38
N-53	46.2	0.27	17.29
N-54	47.02	0.38	16.68
N-55	47.29	0.27	16.2
N-56	47.85	0.12	15.71
N-57	47.2	0.18	16.35
N-58	45.51	0.24	17.97
N-59	46.19	0.13	17.3
N-60	47.5	0.64	16.33
N-61	47.27	0.27	16.22
N-62	46.4	0.22	17.1
N-63	46.59	0.34	16.91
N-64	46.99	0.37	16.49
N-65	47.4	0.21	16.15
N-66	47.4	0.34	16.15
N-67	47.2	0.42	16.57
N-68	47.38	0.42	16.45
N-69	46.4	0.4	17.11
N-70	46.23	0.27	17.27
N-71	46.16	0.18	17.33
N-72	45.62	0.15	17.87
N-73	46.45	0.51	17.03
N-74	47.59	0.4	15.95
N-75	47.62	0.64	15.92
N-76	47.3	0.25	16.5
N-77	47.15	0.32	16.63
N-78	46.22	0.17	17.28

N-79	46.78	0.36	16.79
N-80	46.55	0.27	16.94
N-81	46.78	0.32	16.71
N-82	46.38	0.42	17.1
N-83	46.28	0.23	17.2
N-84	47.39	0.48	16.29
N-85	47.36	0.26	16.5
N-86	47.22	0.26	16.34
N-87	48.47	0.31	15.08
N-88	47.78	0.58	15.76
N-89	47.3	0.4	16.26
N-90	47.38	0.4	16.17
N-91	47.6	0.33	15.95
N-92	47.35	0.38	16.43
N-93	47.82	0.15	15.73
N-94	47	0.38	16.5
N-95	47.24	0.34	16.25
N-96	45.42	0.33	18.06
N-97	45.69	0.51	17.79
N-98	46.8	0.4	16.7
N-99	47.65	0.64	15.88
N-100	46.2	0.37	17.28
N-101	46.72	0.4	16.76
N-102	47	0.51	16.58
N-103	46.8	0.47	16.89
N-104	46.6	0.49	17.05
N-105	46.12	0.35	17.36
N-106	47.28	0.62	16.37
N-107	47.51	0.49	16.23
N-108	46.58	0.38	17.18
N-109	47.08	0.29	16.68
N-110	46.74	0.33	16.77
N-111	46.64	0.38	17.1
N-112	47.69	0.31	15.79
N-113	47.27	0.34	16.21
N-114	47.6	0.47	15.94
N-115	48.66	0.68	14.82
N-116	46.49	0.21	17
N-117	47.8	0.49	15.74
N-118	47.68	0.41	15.85
N-119	46.99	0.57	16.83

**Fuente:** WaterGEMS

En los nodos las presiones van desde los 14.82 metros en columna de agua hasta los 18 metros en columna de agua. Estos datos indican que la presión está ligeramente por encima de la mínima permitida en el reglamento que es 10 metros en columna de agua. Sin embargo, es necesario mencionar que no se ha analizado toda el área que el tanque elevado distribuye el agua hacia las redes. Esa puede ser una razón por la cual fluctúa los valores obtenidos ya que faltaría completar con más demanda. También no se ha tenido en cuenta el penal de Picsi, lugar donde un buen número de personas reside. El estudio se ha limitado a la zona urbana de Picsi. Los resultados obtenidos de 14.82 metros en columna de agua al compararlos con las lecturas en los grifos presentan un desfase de 7 metros columna de agua. Esto podría deberse a muchos factores:

Por ejemplo, a que no se ha tenido en cuenta toda el área que distribuye agua potable el reservorio elevado. No se ha tenido en cuenta lo que está sucediendo con la fuente y el bombeo hacia el reservorio, puede que influya en la problemática del servicio discontinuo en la ciudad de Picsi.

En cuanto a las velocidades en las tuberías están indicando valores de 0.02 m/s hasta 2 m/s, valores que indican que están por debajo de la velocidad mínima de 0.60 m/s establecida en el reglamento. Esto podría ocasionar sedimentación o erosión en las tuberías. Los diámetros influyen en las velocidades.

Respecto a los diámetros, el reglamento establece que el diámetro mínimo sea de  $\frac{3}{4}$ " o de 25 mm. Entonces la red contiene diámetros de 160 mm que pueden influir en las velocidades.

Además, depende de otros factores como la fuente de abastecimiento en que si constantemente abastece al reservorio a través de la bomba y llena el nivel máximo de aguas en el tanque elevado. Esta información está fuera del alcance del modelado. Sin embargo, los resultados si son verídicos de acuerdo a la información ingresada al WaterGEMS.

Con estos obtenidos del WaterGEMS, se realizó el plano de flujo de red con todas las características que tienen. Para la obtención de este se procedió a exportar en una versión Dxf.

Dentro del modelamiento de la red de agua se determinó que existe:

- Hay 6838.89 metros de tubería de PVC de 110 mm de diámetro.
- Hay 3751.55 metros de tubería de PVC de 160 mm de diámetro.
- Hay 1606.91 metros de tubería de PVC de 200 mm de diámetro.

#### **4.13. Análisis de resultados del SewerGEMS**

Los resultados del modelamiento indican que en algunos tramos no se cumple con el criterio de tensión tractiva ya que los valores están por debajo del mínimo establecido por la norma OS 070 de Aguas residuales ( $\sigma = 1.0$  Pa). Parámetro que indica la autolimpieza del colector con un

buen arrastre hidráulica. Entonces en los tramos que no cumple con este criterio se resume en que ocurre estancamientos de los colectores causando molestias por el olor que emana, además de problemas técnicos. Es por ello que se requiere de mantenimiento constante de estos tramos de redes (ver Anexo 10).

Tabla N° 29: Buzones

<b>Label</b>	<b>Cota de Tapa (m)</b>	<b>Cota de Fondo (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
BZ-1	46.25	44.83	1.42	0.11
BZ-2	46.17	44.77	1.4	0.19
BZ-3	47.12	44.58	2.54	3.43
BZ-4	47.1	44.54	2.56	3.6
BZ-5	46.17	43.92	2.25	0.42
BZ-6	46.22	43.17	3.05	5.62
BZ-7	45.83	44.05	1.78	1.68
BZ-8	45.88	40.88	5	38.18
BZ-9	46.88	42.88	4	2.61
BZ-10	46.99	42.87	4.12	2.75
BZ-11	45.68	42.98	2.7	1.31
BZ-12	45.44	42.84	2.6	1.55
BZ-13	45.65	40.78	4.87	38.34
BZ-14	45.66	40.76	4.9	39.05
BZ-15	47	45.5	1.5	0.32
BZ-16	47	45.43	1.57	0.61
BZ-17	45.81	41.36	4.45	0.35
BZ-18	45.89	41.14	4.75	36.28
BZ-19	46.99	44.89	2.1	1.49
BZ-20	46.78	44.08	2.7	0.97
BZ-21	46.65	41.75	4.9	22.65
BZ-22	46.46	41.66	4.8	23.53
BZ-23	47.49	46.64	0.85	0.26
BZ-24	47.29	46.09	1.2	0.7
BZ-25	46.07	44.87	1.2	0.05
BZ-26	47.56	46.36	1.2	0.13
BZ-27	47.51	46.16	1.35	2
BZ-28	47.69	46.49	1.2	0.13
BZ-29	47.55	45.45	2.1	2.33
BZ-30	46.76	43.91	2.85	4.88
BZ-31	46.4	43.85	2.55	4.99
BZ-32	46.63	45.43	1.2	0.12
BZ-33	46.89	45.21	1.68	1.08
BZ-34	45.85	44.35	1.5	0.58
BZ-35	47.94	46.79	1.15	0.43

BZ-36	47.51	45.91	1.6	0.53
BZ-37	47.6	46.8	0.8	0.36
BZ-38	47.88	46.68	1.2	0.32
BZ-39	47.77	46.57	1.2	0.54
BZ-40	46.14	44.94	1.2	0.06
BZ-41	46.14	44.5	1.64	0.36
BZ-42	46.85	45.65	1.2	0.16
BZ-43	46.64	45	1.64	0.54
BZ-44	45.87	44.63	1.24	0.27
BZ-45	45.86	44.38	1.48	0.41
BZ-46	45.99	44.79	1.2	0.05
BZ-47	46.19	44.99	1.2	0.06
BZ-48	46.26	43.56	2.7	5.11
BZ-49	47.23	46.03	1.2	0.19
BZ-50	47.38	45.78	1.6	0.33
BZ-51	45.92	44.27	1.65	0.2
BZ-52	47.67	46.42	1.25	0.88
BZ-53	47.2	45.05	2.15	2.31
BZ-54	46.92	44.99	1.93	2.43
BZ-55	45.91	44.71	1.2	0.09
BZ-56	45.93	44.57	1.36	0.12
BZ-57	47.11	44.69	2.42	1.29
BZ-58	47.15	42.5	4.65	6.68
BZ-59	46.51	44.81	1.7	0.33
BZ-60	46.49	43.79	2.7	5
BZ-61	47.53	46.73	0.8	0.07
BZ-62	46.2	44.6	1.6	1.37
BZ-63	46.44	45.24	1.2	0.14
BZ-64	46.31	44.99	1.32	0.23
BZ-65	46.38	44.83	1.55	0.3
BZ-66	46.28	45.01	1.27	0.18
BZ-67	46.28	41.38	4.9	35.47
BZ-68	45.97	41.22	4.75	35.87
BZ-69	47.75	46.3	1.45	0.85
BZ-70	47.1	45.9	1.2	0.17
BZ-71	46.12	44.92	1.2	0.25
BZ-72	46.26	44.66	1.6	0.4
BZ-73	47.34	44.96	2.38	2.78
BZ-74	47.35	44.85	2.5	3.14
BZ-75	48.08	47.23	0.85	0.24
BZ-76	46.96	45.26	1.7	0.72
BZ-77	46.17	44.77	1.4	0.98
BZ-78	46.78	42.98	3.8	5.2
BZ-79	46.58	44.83	1.75	0.76
BZ-80	47.06	45.35	1.71	1.41

BZ-81	46.25	41.42	4.83	29.55
BZ-82	46.81	45.61	1.2	0.19
BZ-83	47.16	42.86	4.3	3.04
BZ-84	47.09	45.89	1.2	3.8
BZ-85	46.6	44.6	2	4.54
BZ-86	47.17	42.47	4.7	3.72
BZ-87	45.92	44.64	1.28	1.35
BZ-88	46.01	44.37	1.64	2.12
BZ-89	45.48	43.48	2	5.19
BZ-90	47.41	45.71	1.7	0.75
BZ-91	46.35	45.15	1.2	0.47
BZ-92	46.3	45.03	1.27	0.68
BZ-93	47.49	45.14	2.35	3.34
BZ-94	47.43	45.04	2.39	3.34
BZ-95	46.9	43.85	3.05	11.51
BZ-96	46.85	41.92	4.93	20.36
BZ-97	45.62	42.77	2.85	2.17
BZ-98	45.46	42.75	2.71	2.91
BZ-99	46.01	44.84	1.17	0.07
BZ-100	46.65	43.03	3.62	4.72
BZ-101	48.07	45.97	2.1	1.62
BZ-102	47.76	45.61	2.15	2.26
BZ-103	47.46	44.96	2.5	5.97
BZ-104	46.66	42.33	4.33	8.33
BZ-105	48.05	46.43	1.62	0.81
BZ-106	48.03	46.2	1.83	1.19
BZ-107	47.89	46.49	1.4	0.49
BZ-108	46.53	44.81	1.72	1.01
BZ-109	46.49	44.57	1.92	1.22
BZ-110	46.29	45.09	1.2	0.22
BZ-111	46.15	44.95	1.2	0.31
BZ-112	47.7	46.5	1.2	0.48
BZ-113	47.26	46.06	1.2	0.65
BZ-114	45.83	40.96	4.87	36.39
BZ-115	46.8	45.17	1.63	0.46
BZ-116	46.88	42.48	4.4	7.38
BZ-117	47.47	45.22	2.25	2.48
BZ-118	47	45.8	1.2	0.15
BZ-119	47.12	45.67	1.45	1.21
BZ-120	46.84	45.04	1.8	1.26
BZ-121	46.72	44.67	2.05	1.43
BZ-122	47.04	45.77	1.27	0.28
BZ-123	46.36	44.26	2.1	4.72
BZ-124	47.19	45.55	1.64	0.5
BZ-125	46.51	44.9	1.61	0.85

BZ-126	46.96	45.76	1.2	0.27
BZ-127	46.89	44.94	1.95	0.21
BZ-128	45.67	44.23	1.44	0.32
BZ-129	45.68	44.12	1.56	0.53
BZ-130	47.52	45.92	1.6	0.32
BZ-131	47.05	45.7	1.35	0.53
BZ-132	47.5	45.82	1.68	0.45
BZ-133	47.38	43.08	4.3	3.41
BZ-134	46.74	44.14	2.6	4.38
BZ-135	46.49	45.29	1.2	0.27
BZ-136	47	44.16	2.84	9.72
BZ-137	46.77	44.62	2.15	2.66
BZ-138	47.22	46.02	1.2	0.25
BZ-139	47.15	45.95	1.2	0.43
BZ-140	47.46	46.26	1.2	0.14
BZ-141	46.83	43.86	2.97	10.54
BZ-142	45.71	40.74	4.97	42.82
BZ-143	47.9	46.7	1.2	0.16
BZ-144	47.91	46.63	1.28	0.32
BZ-145	46.07	44.87	1.2	0.22
BZ-146	47.57	46.37	1.2	0.16
BZ-147	45.75	44.33	1.42	0.34
BZ-148	45.92	44.72	1.2	0.08
BZ-149	46	44.5	1.5	0.17
BZ-150	47.65	43.28	4.37	2.63
BZ-151	46.67	42.26	4.41	8.61
BZ-152	45.86	44.66	1.2	0.1
BZ-153	48.04	46.64	1.4	0.44
BZ-154	46.64	45.34	1.3	0.24
BZ-155	46.6	45.21	1.39	0.28
BZ-156	46.52	45.02	1.5	0.46
BZ-157	47.35	45.6	1.75	0.84
BZ-158	46.29	41.82	4.47	0.62
BZ-159	46.49	41.94	4.55	0.37
BZ-160	45.91	44.61	1.3	0.69
BZ-161	47.48	45.98	1.5	0.9
MH-323	47.23	46.03	1.2	0.19
MH-324	46.44	45.24	1.2	0.14
MH-325	46.5	45.27	1.23	0

**Fuente:** SewerGEMS

La norma OS 070 recomienda que para los buzones de más de 2 metros de profundidad podrán aceptarse tuberías que no lleguen a nivel de fondo; siempre y cuando su cota de llegada sea de 50 cm. O menos sobre el fondo del buzón. Con respecto a este criterio existen muchos buzones donde las cotas de llegada de las tuberías están por encima de 50 cm sobre el fondo del buzón. Entonces cuando la caída sea mayor al límite inferior (50 cm) se recomienda el uso de dispositivos especiales que atenúen la carga residual.

Además, existen tuberías que no cumplen con el cubrimiento mínimo que es de 1 metros establecido en la norma. Esto sucede en la tubería 55 y tubería 156, tubería 77, tubería 84, tubería 79, que no cumplen con este criterio.

Dentro del modelamiento de la red de alcantarillado se determinó las longitudes de los diferentes diámetros de tubería de PVC

- Hay 428 metros de tubería de PVC de 160 mm de diámetro,
- Hay cerca 7984.20 metros de tubería de PVC de 200 mm de diámetro.
- Hay cerca 1463.80 metros de tubería de PVC de 250 mm de diámetro.
- Hay 97.4 metros de tubería de PVC de 315 mm de diámetro.
- Hay 40.1 metros de tubería de PVC de 350 mm de diámetro que básicamente es el que conecta al buzón de descarga.

Tabla N° 30: Tuberías de alcantarillado

<b>Tubería</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Manning</b>	<b>Material</b>	<b>Pendiente (m/m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
TUB - 1	BZ-19	BZ-150	69.2	200	0.010	PVC	0.007	0.45	2.2
TUB - 2	BZ-19	BZ-20	20.3	200	0.010	PVC	0.012	0.55	1.6
TUB - 3	BZ-20	BZ-100	51.5	200	0.010	PVC	0.002	0.33	4.9
TUB - 4	BZ-100	BZ-133	71.3	250	0.010	PVC	0.001	0.32	16
TUB - 5	BZ-150	BZ-133	73.8	250	0.010	PVC	0.003	0.46	6.5
TUB - 6	BZ-138	BZ-132	78	200	0.010	PVC	0.003	0.19	0.6
TUB - 7	BZ-132	BZ-133	60.3	200	0.010	PVC	0.006	0.37	1.4
TUB - 8(2)	MH-325	BZ-100	70.4	200	0.010	PVC	0.003	0	0
TUB - 9	BZ-135	BZ-43	62.8	200	0.010	PVC	0.005	0.2	0.3
TUB - 10	BZ-42	BZ-43	31.5	200	0.010	PVC	0.021	0.41	0.3
TUB - 11	BZ-100	BZ-78	103.4	250	0.010	PVC	0	0.29	28.1
TUB - 12	BZ-78	BZ-58	44.6	250	0.010	PVC	0.009	0.85	7.2
TUB - 13	BZ-135	BZ-115	60.5	250	0.010	PVC	0.002	0.19	0.5
TUB - 14	BZ-115	BZ-116	54.8	250	0.010	PVC	0.004	0.32	0.9
TUB - 15	BZ-43	BZ-79	45.6	200	0.010	PVC	0.004	0.34	2.1
TUB - 16	BZ-79	BZ-104	52.5	200	0.010	PVC	0.002	0.31	3.7



TUB - 17	BZ-138	BZ-139	62.2	200	0.010	PVC	0.001	0.14	0.9
TUB - 18	BZ-139	BZ-141	62.9	200	0.010	PVC	0.011	0.46	0.9
TUB - 19	BZ-141	BZ-95	66.9	250	0.010	PVC	0	0.25	97.8
TUB - 20	BZ-126	BZ-43	68.8	200	0.010	PVC	0.004	0.22	0.5
TUB - 21	BZ-126	BZ-95	59.2	200	0.010	PVC	0.004	0.23	0.5
TUB - 22	BZ-161	BZ-57	85	200	0.010	PVC	0.015	0.63	1.7
TUB - 23	BZ-57	BZ-58	37.1	200	0.010	PVC	0.005	0.46	4.5
TUB - 24	BZ-58	BZ-116	80.3	250	0.010	PVC	0	0.25	56.2
TUB - 25	BZ-116	BZ-104	62.2	250	0.010	PVC	0.002	0.61	19.1
TUB - 26	BZ-104	BZ-151	75.7	250	0.010	PVC	0.001	0.44	35.4
TUB - 27	BZ-151	BZ-96	69.3	250	0.010	PVC	0.004	0.74	18
TUB - 28	BZ-112	BZ-113	54.4	200	0.010	PVC	0.008	0.42	1.3
TUB - 29	BZ-113	BZ-157	76	200	0.010	PVC	0.006	0.41	2
TUB - 30	BZ-157	BZ-33	77.6	200	0.010	PVC	0.005	0.42	2.7
TUB - 31	BZ-32	BZ-33	28.9	200	0.010	PVC	0	0.08	2
TUB - 32	BZ-33	BZ-120	56.1	200	0.010	PVC	0.003	0.38	4.7
TUB - 33	BZ-120	BZ-121	56	200	0.010	PVC	0.007	0.53	3.6
TUB - 34	BZ-121	BZ-21	57	200	0.010	PVC	0.005	0.49	4.7
TUB - 35	BZ-93	BZ-94	50.3	250	0.010	PVC	0.002	0.44	10
TUB - 36	BZ-94	BZ-103	51.9	250	0.010	PVC	0.002	0.41	11
TUB - 37	BZ-153	BZ-105	73.2	200	0.010	PVC	0.003	0.28	1.9
TUB - 38	BZ-105	BZ-106	53.2	200	0.010	PVC	0.004	0.39	2.9
TUB - 39	BZ-106	BZ-101	84.2	200	0.010	PVC	0.003	0.38	5.4
TUB - 40	BZ-101	BZ-102	51.6	200	0.010	PVC	0.007	0.58	4.5
TUB - 41	BZ-143	BZ-144	63.8	200	0.010	PVC	0.001	0.15	1.1
TUB - 42	BZ-144	BZ-107	69.3	200	0.010	PVC	0.002	0.23	1.7
TUB - 43	BZ-107	BZ-102	53.6	200	0.010	PVC	0.003	0.31	1.9
TUB - 44	BZ-102	BZ-117	55.1	200	0.010	PVC	0.007	0.64	6.3
TUB - 45	BZ-117	BZ-73	57.6	200	0.010	PVC	0.005	0.56	8.6
TUB - 46	BZ-146	BZ-73	76.1	200	0.010	PVC	0.006	0.22	0.2
TUB - 47	BZ-73	BZ-74	42.6	200	0.010	PVC	0.003	0.47	12.8
TUB - 48	BZ-146	BZ-50	66.8	200	0.010	PVC	0.006	0.22	0.3
TUB - 49	BZ-49	BZ-50	34.8	200	0.010	PVC	0.007	0.27	0.3
TUB - 50(2)	MH-323	BZ-74	64	200	0.010	PVC	0.006	0.28	0.6
TUB - 51	BZ-50	BZ-124	58.5	200	0.010	PVC	0.004	0.29	1.2
TUB - 52	BZ-49	BZ-122	56.2	200	0.010	PVC	0.005	0.19	0.2
TUB - 53	BZ-74	BZ-3	72.1	200	0.010	PVC	0.004	0.56	12.2
TUB - 54	BZ-124	BZ-76	57.6	200	0.010	PVC	0.005	0.36	1.6
TUB - 55	BZ-122	BZ-15	57.9	200	0.010	PVC	0.006	0.24	0.3
TUB - 56	BZ-122	BZ-3	62.7	200	0.010	PVC	0.005	0.26	0.6
TUB - 57	BZ-70	BZ-76	43.6	200	0.010	PVC	0.008	0.25	0.2
TUB - 58	BZ-70	BZ-15	42.5	200	0.010	PVC	0.007	0.23	0.2
TUB - 59	BZ-15	BZ-16	17.5	200	0.010	PVC	0.004	0.28	1.2
TUB - 60	BZ-76	BZ-21	51.5	200	0.010	PVC	0.005	0.41	2.3
TUB - 61	BZ-38	BZ-39	31.1	200	0.010	PVC	0.003	0.27	1.3

TUB - 62	BZ-39	BZ-69	41.8	200	0.010	PVC	0.007	0.4	1.6
TUB - 63	BZ-69	BZ-27	69	200	0.010	PVC	0.001	0.2	8.4
TUB - 64	BZ-26	BZ-27	25.9	160	0.010	PVC	0.008	0.28	0.6
TUB - 65	BZ-52	BZ-27	35.3	200	0.010	PVC	0.007	0.49	2.4
TUB - 66	BZ-27	BZ-29	77.7	200	0.010	PVC	0.009	0.67	4.9
TUB - 67	BZ-28	BZ-29	26.2	160	0.010	PVC	0.015	0.29	0.2
TUB - 68	BZ-29	BZ-103	58.1	200	0.010	PVC	0.005	0.58	7.4
TUB - 69	BZ-103	BZ-136	61.1	250	0.010	PVC	0.004	0.65	12.8
TUB - 70	BZ-28	BZ-4	33.4	160	0.010	PVC	0.018	0.31	0.2
TUB - 71	BZ-3	BZ-4	5.2	200	0.010	PVC	0.009	0.77	8.7
TUB - 72	BZ-4	BZ-136	60.9	200	0.010	PVC	0.006	0.7	10.7
TUB - 73	BZ-136	BZ-141	78.8	250	0.010	PVC	0.004	0.76	20.6
TUB - 74	BZ-118	BZ-16	55.3	200	0.010	PVC	0.005	0.26	0.5
TUB - 75	BZ-16	BZ-95	64.7	200	0.010	PVC	0.005	0.39	2
TUB - 76	BZ-95	BZ-96	50.4	250	0.010	PVC	0.002	0.58	37.4
TUB - 77	BZ-96	BZ-21	59.6	250	0.010	PVC	0.003	0.84	49.3
TUB - 78	BZ-75	BZ-37	42.7	160	0.010	PVC	0.01	0.38	1
TUB - 79	BZ-37	BZ-35	30.7	160	0.010	PVC	0	0.13	8.1
TUB - 80	BZ-35	BZ-36	29.7	160	0.010	PVC	0.016	0.53	1.4
TUB - 81	BZ-36	BZ-90	50.1	200	0.010	PVC	0.004	0.34	2
TUB - 82	BZ-90	BZ-53	49.6	200	0.010	PVC	0.006	0.44	2.2
TUB - 83	BZ-61	BZ-23	37.5	160	0.010	PVC	0.002	0.16	0.6
TUB - 84	BZ-23	BZ-24	24.8	160	0.010	PVC	0.006	0.32	1.4
TUB - 85	BZ-24	BZ-119	66.8	200	0.010	PVC	0.006	0.43	2.1
TUB - 86	BZ-119	BZ-80	55.8	200	0.010	PVC	0.006	0.49	3.8
TUB - 87	BZ-80	BZ-53	45.9	200	0.010	PVC	0.007	0.04	4.1
TUB - 88	BZ-53	BZ-54	35.6	200	0.010	PVC	0.002	0.07	13.6
TUB - 89	BZ-54	BZ-137	68.3	200	0.010	PVC	0.005	0.59	7.5
TUB - 90	BZ-137	BZ-134	62	200	0.010	PVC	0.008	0.69	7.1
TUB - 91	BZ-134	BZ-109	63.3	200	0.010	PVC	0.007	0.52	3.5
TUB - 92	BZ-91	BZ-92	50	200	0.010	PVC	0.002	0.27	2.3
TUB - 93	BZ-125	BZ-108	58.2	200	0.010	PVC	0.001	0.03	5.3
TUB - 94	BZ-108	BZ-109	53.8	200	0.010	PVC	0.004	0.42	3.3
TUB - 95	BZ-108	BZ-64	55.7	200	0.010	PVC	0.01	0.27	0.2
TUB - 96	BZ-92	BZ-77	51	200	0.010	PVC	0.005	0.4	2.2
TUB - 97	BZ-64	BZ-77	43.8	200	0.010	PVC	0.006	0.28	0.5
TUB - 98	BZ-54	BZ-127	72.2	200	0.010	PVC	0.011	0.25	0.1
TUB - 99	BZ-127	BZ-59	59.5	200	0.010	PVC	0.002	0.18	0.7
TUB - 100	BZ-59	BZ-60	37.1	200	0.010	PVC	0.006	0.34	1
TUB - 101(2)	MH-324	BZ-60	34	200	0.010	PVC	0.006	0.26	0.4
TUB - 102	BZ-64	BZ-65	38.6	200	0.010	PVC	0.004	0.19	0.3
TUB - 103	BZ-63	BZ-65	40.1	200	0.010	PVC	0.005	0.21	0.3
TUB - 104	BZ-63	BZ-66	47	200	0.010	PVC	0.005	0.17	0.2
TUB - 105	BZ-60	BZ-89	55.3	200	0.010	PVC	0.005	0.73	15.8

TUB - 106	BZ-89	BZ-81	48.9	200	0.010	PVC	0.004	0.65	20
TUB - 107	BZ-127	BZ-154	76.5	200	0.010	PVC	0.005	0.2	0.3
TUB - 108	BZ-154	BZ-22	75.7	200	0.010	PVC	0.004	0.27	0.9
TUB - 109	BZ-21	BZ-22	21.7	250	0.010	PVC	0.004	0.46	46.8
TUB - 110	BZ-87	BZ-88	48.5	200	0.010	PVC	0.006	0.51	4.2
TUB - 111	BZ-88	BZ-9	85.3	200	0.010	PVC	0.001	0.35	13.3
TUB - 112	BZ-9	BZ-10	8.5	200	0.010	PVC	0.001	0.34	18.8
TUB - 113	BZ-10	BZ-83	48.9	200	0.010	PVC	0	0.21	39.5
TUB - 114	BZ-83	BZ-86	69.9	200	0.010	PVC	0.006	0.64	9.5
TUB - 115	BZ-86	BZ-84	48.5	200	0.010	PVC	0.002	0.43	20.8
TUB - 116	BZ-84	BZ-85	47.7	200	0.010	PVC	0.009	0.81	9.3
TUB - 117	BZ-85	BZ-123	77.1	200	0.010	PVC	0.004	0.66	15.9
TUB - 118	BZ-140	BZ-130	62.6	200	0.010	PVC	0.005	0.25	0.4
TUB - 119	BZ-130	BZ-131	60.1	200	0.010	PVC	0.004	0.29	1.2
TUB - 120	BZ-131	BZ-155	75.7	200	0.010	PVC	0.008	0.26	0.3
TUB - 121	BZ-155	BZ-156	76.3	200	0.010	PVC	0.003	0.24	1.3
TUB - 122	BZ-156	BZ-22	76	200	0.010	PVC	0.005	0.35	1.5
TUB - 123	BZ-131	BZ-86	65	200	0.010	PVC	0.004	0.33	1.5
TUB - 124	BZ-86	BZ-159	79.3	200	0.010	PVC	0.007	0.26	0.4
TUB - 125	BZ-159	BZ-158	78.7	200	0.010	PVC	0.002	0.22	2.2
TUB - 126	BZ-158	BZ-81	77.7	200	0.010	PVC	0.004	0.35	2.4
TUB - 127	BZ-71	BZ-72	42.6	200	0.010	PVC	0.006	0.26	0.4
TUB - 128	BZ-72	BZ-85	65.1	200	0.010	PVC	0.001	0.18	3.2
TUB - 129	BZ-82	BZ-83	46.1	200	0.010	PVC	0.002	0.16	0.5
TUB - 130	BZ-82	BZ-72	46.5	200	0.010	PVC	0.012	0.3	0.2
TUB - 131	BZ-71	BZ-160	89.9	200	0.010	PVC	0.003	0.21	0.5
TUB - 132	BZ-160	BZ-11	79.3	200	0.010	PVC	0.006	0.42	2.1
TUB - 133	BZ-11	BZ-12	9.3	200	0.010	PVC	0.015	0.71	2.5
TUB - 134	BZ-12	BZ-97	68	200	0.010	PVC	0.001	0.29	11.1
TUB - 135	BZ-110	BZ-85	69.6	200	0.010	PVC	0.004	0.21	0.4
TUB - 136	BZ-110	BZ-111	54.1	200	0.010	PVC	0.003	0.18	0.5
TUB - 137	BZ-111	BZ-97	55.7	200	0.010	PVC	0.009	0.37	0.8
TUB - 138	BZ-145	BZ-147	68.2	200	0.010	PVC	0.008	0.27	0.3
TUB - 139	BZ-147	BZ-98	67.2	200	0.010	PVC	0.003	0.25	1.6
TUB - 140	BZ-97	BZ-98	50.7	200	0.010	PVC	0	0.21	27.8
TUB - 141	BZ-145	BZ-128	65.3	200	0.010	PVC	0.01	0.29	0.3
TUB - 142	BZ-128	BZ-129	59.9	200	0.010	PVC	0.002	0.22	1.7
TUB - 143	BZ-129	BZ-142	63.2	200	0.010	PVC	0.002	0.25	3
TUB - 144	BZ-123	BZ-30	56.9	200	0.010	PVC	0.006	0.75	14.2
TUB - 145	BZ-30	BZ-31	26.3	200	0.010	PVC	0.002	0.53	24.4
TUB - 146	BZ-99	BZ-31	50.8	200	0.010	PVC	0.001	0.09	0.2
TUB - 147	BZ-99	BZ-128	61.1	200	0.010	PVC	0.008	0.2	0.1
TUB - 148	BZ-47	BZ-1	32.4	160	0.010	PVC	0.005	0.2	0.4
TUB - 149	BZ-1	BZ-2	4.7	160	0.010	PVC	0.013	0.32	0.4
TUB - 150	BZ-2	BZ-41	42.7	160	0.010	PVC	0.006	0.3	1

TUB - 151	BZ-25	BZ-2	25.6	160	0.010	PVC	0.004	0.17	0.3
TUB - 152	BZ-55	BZ-56	35.6	200	0.010	PVC	0.004	0.16	0.2
TUB - 153	BZ-56	BZ-51	70.9	200	0.010	PVC	0.004	0.22	0.4
TUB - 154	BZ-51	BZ-17	35	200	0.010	PVC	0.008	0.31	0.5
TUB - 155	BZ-17	BZ-18	17.6	200	0.010	PVC	0.012	0.01	0.7
TUB - 156	BZ-18	BZ-114	57.5	250	0.010	PVC	0.003	0.74	82.5
TUB - 157	BZ-55	BZ-17	66.4	200	0.010	PVC	0.005	0.17	0.1
TUB - 158	BZ-46	BZ-44	32.1	200	0.010	PVC	0.005	0.18	0.2
TUB - 159	BZ-44	BZ-45	31.8	200	0.010	PVC	0.008	0.35	0.7
TUB - 160	BZ-45	BZ-34	48.7	200	0.010	PVC	0.001	0.16	4.1
TUB - 161	BZ-34	BZ-14	29.6	315	0.010	PVC	0.01	0.44	0.4
TUB - 162	BZ-40	BZ-41	31.1	160	0.010	PVC	0.014	0.29	0.2
TUB - 163	BZ-65	BZ-68	72.8	200	0.010	PVC	0.005	0.3	1
TUB - 164	BZ-66	BZ-67	40.1	200	0.010	PVC	0.002	0.19	0.9
TUB - 165	BZ-31	BZ-48	32.6	200	0.010	PVC	0.009	0.88	12.3
TUB - 166	BZ-48	BZ-6	49.3	200	0.010	PVC	0.008	0.84	13.5
TUB - 167	BZ-6	BZ-67	53.8	200	0.010	PVC	0.002	0.49	32.4
TUB - 168	BZ-22	BZ-81	63.5	250	0.010	PVC	0.004	0.48	49.3
TUB - 169	BZ-81	BZ-67	46	250	0.010	PVC	0.001	0.6	129.6
TUB - 170	BZ-68	BZ-18	65	250	0.010	PVC	0.001	0.73	135.7
TUB - 171	BZ-148	BZ-149	69.1	200	0.010	PVC	0.003	0.17	0.3
TUB - 172	BZ-149	BZ-7	69.6	200	0.010	PVC	0.007	0.28	0.5
TUB - 173	BZ-152	BZ-44	72.6	200	0.010	PVC	0	0.1	1.2
TUB - 174	BZ-98	BZ-142	70.7	200	0.010	PVC	0.007	0.7	8
TUB - 175	BZ-77	BZ-62	98.7	200	0.010	PVC	0.002	0.3	5.5
TUB - 176	BZ-62	BZ-7	37.6	200	0.010	PVC	0.008	0.58	3.5
TUB - 177	BZ-7	BZ-8	7.5	200	0.010	PVC	0.003	0.42	7.6
TUB - 178	BZ-8	BZ-13	30.8	200	0.010	PVC	0.004	1.22	151.2
TUB - 179	BZ-13	BZ-14	15.7	200	0.010	PVC	0.001	1.22	325.3
TUB - 180	BZ-14	BZ-142	67.8	315	0.010	PVC	0	0.5	142
TUB - 181	BZ-41	BZ-5	35.4	160	0.010	PVC	0.016	0.51	1.2
TUB - 182	BZ-5	BZ-6	5.7	160	0.010	PVC	0.012	0.47	1.6
TUB - 183	BZ-114	BZ-8	54.8	250	0.010	PVC	0.001	0.74	129.8
TUB - 184	BZ-67	BZ-68	40.4	250	0.010	PVC	0.004	0.72	71.8
TUB - 185	BZ-134	BZ-60	60.4	200	0.010	PVC	0.006	0.72	13.4
TUB-1	BZ-142	DES-1	40.1	350	0.010	PVC	0.002	0.88	50.5

Fuente: SewerGEMS

Existe este efecto en los tramos de las calles Vista Florida, Túpac Amaru, Leguía, San Martín, Santa Rosa, y Elías Aguirre.

Otro aspecto a verificar es la velocidad mínima de 0.60 m/s para que acarree el material inorgánico con el agua residual. Sin embargo, en la simulación nota valores por debajo de este como 0.4 m/s, 0,2 m/s, 0.3 m/s. Razón por la cual influye en el atoramiento de las tuberías.

Algunos Tramos que no cumplen con el criterio de velocidad mínima y tensión tractiva para la autolimpieza y la descarga de flujo continuo.

Tramo	Velocidad	Tensión Tractiva
Calle Andrés Bernal	0.26 m/s	0.40 Pa
	0.16 m/s	0.10 Pa
	0.20 m/s	0.21 Pa
	0.70 m/s	0.42 Pa
Calle San Isidro	0.37 m/s	0.70 Pa
	0.18 m/s	0.20 Pa
	0.33 m/s	0.50 Pa
Calle Elías Aguirre	0.28 m/s	0.40 Pa
	0.19 m/s	0.20 Pa
	0.34 m/s	0.60 Pa
Calle Bolívar	0.32 m/s	0.40 Pa
	0.19 m/s	0.20 Pa
Calle Congreso	0.33 m/s	0.40 Pa
	0.20 m/s	0.20 Pa
	0.22 m/s	0.30 Pa
	0.39 m/s	0.60 Pa
Calle San Martín- ingreso parque principal	0.25 m/s	0.40 Pa
	0.33 m/s	0.30 Pa

En los tramos iniciales también indican caudales inferiores a 1.5 l/s establecido por la norma.

Existe tuberías de diámetro de 8 “que son para los colectores. Sin embargo, en algunas zonas como en castilla hay tuberías de 6” que es un valor por debajo del mínimo establecido en la norma.

También algunos tramos cumplen con el criterio de velocidad mínima ( $V= 0.60$  m/s) tensión tractiva ( $\sigma=1.0$  Pa.) establecida en la norma. Esto permitirá que estos tramos no sufran atoramientos y el flujo discurra por gravedad sin problemas.

Tramo	Velocidad	Tensión Tractiva
Calle San Martin	0.70 m/s	1.60 Pa
	0.65 m/s	1.30 Pa
Calle el Carmen	0.60 m/s	1.20 Pa
	0.70 m/s	1.60 Pa
	0.67 m/s	1.70 Pa
Tramo inicio de la Calle Real	0.64 m/s	1.40 Pa
	0.60 m/s	1.10 Pa
	0.60 m/s	1.20 Pa
Tramo Calle Túpac Amaru	0.84 m/s	1.70 Pa
	0.72 m/s	2.80 Pa
	0.74 m/s	2.30 Pa
Calle Congreso	0.55 m/s	1.30 Pa
Calle Pucalá	0.85 m/s	2.40 Pa
Calle Santa Ana	0.63 m/s	1.70 Pa
	0.61 m/s	1.00 Pa
	0.74 m/s	1.60 Pa
Calle Vista Florida	0.88 m/s	2.50 Pa
	0.84 m/s	2.30 Pa

#### **4.14. Criterios que ayuden a mejorar las redes de agua y alcantarillado.**

##### **4.14.1. Criterios que ayuden a mejorar la red de agua**

Para mejorar el funcionamiento de las redes de agua potable se sugieren los siguientes criterios.

- Instalación de válvulas de purga para la limpieza de sedimentos que se acumula en tramos de tubería y que permite que las velocidades de flujo sean inferiores a 0.60 m/seg que es lo mínimo establecido en la normativa.
- Instalación de válvulas de aire para la extracción de aire dentro de las tuberías hidráulicas que entorpece el flujo del agua entre ellas, donde las velocidades inferiores a 0.60 m/seg que es lo mínimo establecido en la normativa. La instalación de estas debe ser en las partes más altas del terreno.
- Instalación de válvulas reguladoras de presión, sectorización y de compuerta para apertura y cierre en los diferentes sectores conformados por el anexo Vista Florida, la urbanización Pisci y la zona central de Pisci para el control de fugas en las redes, presiones y caudales destinados a cada sector para mejorar el servicio de agua potable en cantidad y continuidad a la población de cada sector y así lograr la

estabilización hidráulica en las redes y la garantía del abastecimiento del líquido vital.

- Instalación de caudalímetro en los sectores Vista Florida, urbanización Pisci y zona central de Pisci para realizar un monitoreo de caudales durante el día, semanas, meses hasta años para tener un registro de las variaciones de flujo durante el tiempo.
- Instalación de un caudalímetro en la fuente de agua, así como en la entrada y salida del tanque elevado para poder detectar los caudales que distribuye el reservorio y poder tener más aproximidad en los cálculos de diseño de agua potable.
- Realizar el mantenimiento preventivo de las redes de agua potable para evitar problemas en su funcionamiento y así mejorar el funcionamiento de las redes y no generar malestar en la población afectada.
- Realizar el mantenimiento correctivo para reparar daños existentes por el deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere la solución inmediata.
- Concientizar a la población acerca del cuidado del agua que es fundamental en las actividades cotidianas de los habitantes de la zona urbana de Pisci.

#### **4.14.2. Criterios que ayuden a mejorar la red de alcantarillado**

Para mejorar el funcionamiento de las redes de alcantarillado se sugieren los siguientes criterios.

- En los tramos que no cumplen con la tensión tractiva mínima establecida en la norma ( $\sigma=1.0$  Pa) el cual garantiza la autolimpieza del conducto y el flujo continuo a través de las tuberías se podría incrementar o disminuir en altura las tuberías para que tenga una pendiente adecuada que permita el flujo continuo del alcantarillado y no se genere estancamientos.
- En los tramos cuyo recubrimiento sea inferior a 1 metro debería tomarse en cuenta que podría tener un mayor nivel de enterramiento para que no sufra daños por asentamientos debido a carga vehicular o deslizamiento.

- En los tramos cuya caída sea superior a 0.50 metros de descarga de las tuberías en los buzones debe instalarse dispositivos especiales que permitan atenuar y disminuir la fuerza de descarga y así reducir el daño en las tuberías.
- Realizar el mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado para evitar problemas en su funcionamiento y así mejorar el funcionamiento de las redes y no generar malestar en la población afectada.
- Realizar el mantenimiento correctivo para reparar daños existentes por el deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere la solución inmediata.
- Realizar una concientización hacia la población a través de charlas ambientalistas y protección de los servicios de saneamiento para que no arrojen basura a los buzones.

#### **4.15. Mantenimiento de las redes de agua potable y alcantarillado**

El mantenimiento es el conjunto de acciones permanentes que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir los daños que se pueden producirse, o se producen, en los equipos e instalaciones durante el funcionamiento de las partes y componentes del sistema de agua potable y alcantarillado.

Hay tres tipos de mantenimiento:

##### **Mantenimiento preventivo**

Son los permanentes que se realizan con una frecuencia predeterminada en las instalaciones y estructuras con la finalidad de prevenir y evitar daños o fallas posteriores en el sistema de agua potable y alcantarillado.

##### **Mantenimiento correctivo**

Son acciones que se efectúan para reparar daños existentes por el deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere la solución inmediata.

##### **Mantenimiento de emergencia**



Es el tipo de servicio de atención a las reparaciones de los accidentes ocurridos inesperadamente. Este es un servicio no programado, pues su utilización varía con una mayor o menor intensidad de frecuencia de ocurrencias. Los reclamos que se presentan es por obstrucciones, que dan lugar a la presencia de aniegos en las calles, u otros pedidos como rotura de tuberías, falta de tapas de cajas o cámaras, reparación o cambio de válvulas y accesorios, son atendidos en un primer momento por el servicio de emergencia. El reporte de los trabajos de emergencia es fundamental para la programación de las futuras actividades.

#### **4.15.1. Mantenimiento de la línea de aducción y red de distribución**

- Para poner en funcionamiento: en el reservorio abrir la válvula de ingreso y de salida, cerrar las válvulas de limpia y by-pass.
- Para el mantenimiento de la línea de aducción y red de distribución mantener cerradas las válvulas de ingreso, salida, limpia y by-pass del reservorio.
- Terminando las actividades, abrir las válvulas de ingreso y salida, cerradas las válvulas de by-pass y limpia.
- Para el mantenimiento y abastecimiento de agua en las cámaras rompe presión tipo 7, abrir y graduar la válvula de ingreso a la cámara húmeda.
- Abrir las válvulas de purga y de aire para eliminar sedimentos y aire acumulados en las tuberías. Luego cerrarlos.
- Abrir y calibrar las válvulas de control de acuerdo a la demanda en cada sector u anotar esta acción en el cuaderno del operador. En caso de arreglarlo de roturas o para realizar nuevas instalaciones. Terminada esta actividad, abrirla.
- Al final de los trabajos de desinfección de la línea de aducción y red de distribución abrir las válvulas de purga para eliminar el agua con el desinfectante de las tuberías.

Frente a eventuales interrupciones de servicio debido a deficiente producción de agua potable, el abastecimiento podrá ser intermitente, necesitándose establecer un criterio ordenado de abastecimiento sectorial.

Abastecer en forma racionada es establecer cuotas iguales de restricción en términos de suministro de agua para sectores pre-establecidos. En términos operacionales este proceso requiere mayor mano de obra, siendo perjudicial para el sistema hidráulico.

## **Mantenimiento**

Comunicar a la población con la debida anticipación el trabajo de mantenimiento y la interrupción temporal en el servicio de abastecimiento de agua. Pedir a la población que cierren sus llaves de paso.

## **Desinfección de línea de aducción y red de distribución**

- Para la desinfección de la línea de aducción y red de distribución se utiliza la solución clorada que se dejó reposar en el reservorio durante 2 horas.
- Asegurarse que las llaves de paso y válvulas de purga de la red estén cerradas.
- Dejar circular la solución clorada por toda la red de tuberías.
- Abrir las válvulas de purga de agua en la red de distribución hasta que salga muestras de la solución desinfectante, luego cerrarlas.
- Dejar durante 4 horas esta solución clorada en toda la red.
- Transcurrido el tiempo, abrir la válvula de purga de agua de la red de distribución para evacuar el desinfectante y los caños en las conexiones domiciliarias para aprovechar ésta solución para la desinfección.
- Dejar que el agua enjuague la red de tuberías antes de cerrar las válvulas de purga y los caños hasta que no se perciba el olor a cloro o cuando el cloro residual medido en el reservorio no sea mayor a 1.00 mg/lit.

Se recomienda utilizar el servicio del día siguiente del trabajo de mantenimiento realizado.

Cuando se hagan cortes en alguna de las tuberías que conforman la red de distribución con el fin de hacer reparaciones, la tubería cortada debe someterse a cloración a lado y lado del punto de corte.

- Aislar las redes donde hubo contaminación, cerrando las válvulas.
- Informar a los usuarios la realización de las actividades programadas.
- Vaciar todas las cisternas, tanques elevados de los domicilios y ejecutar las desinfecciones.

- Proceder de acuerdo al procedimiento anteriormente descrito.

#### **4.15.2. Mantenimiento de redes de alcantarillado**

- La tarea de mantenimiento más importante consiste en limpiar las tuberías de sedimentos, cieno u otros elementos sólidos. Las tuberías deben limpiarse por lo menos una vez al año, preferentemente al comienzo de la temporada de lluvias (meses de setiembre a octubre de cada año)
- Es importante la limpieza de la red como una actividad rutinaria sin esperar que falle a causa de una obstrucción. Cuando esto ocurre, la reparación de los daños puede llegar a costar más que el mantenimiento preventivo regular.
- La herramienta más común para extraer los sedimentos y lodos de las tuberías es un balde atado en la mitad de un cable de acero. El cable debe tener como mínimo una longitud igual a dos veces la distancia entre las cámaras de inspección más separadas. Un extremo del cable se introduce en una cámara de inspección y se pasa por la tubería, con la boca del balde mirando hacia abajo (en el sentido de la corriente), enrollándolo en un molinete instalado junto a la cámara de inspección siguiente. Al ir jalando del balde, éste recoge los sedimentos y lodos. El diámetro del balde debe ser por lo menos 5 cm menor que el diámetro interno de la tubería para permitir el material recogido desborde cuando el balde se llene y evitar que se tranque en las obstrucciones de la tubería.
- Si el balde se bloquea, no hay que jalar con demasiada fuerza pues podría comprimir los sedimentos y hacer más difícil su extracción.

#### **Redes Colectoras de alcantarillado**

##### **Mantenimiento Preventivo**

- Identificar zonas (tramos) con mayor incidencia de atoros y/o con baja pendiente.
- Programar la limpieza periódica de las zonas críticas.
- Realizar las inspecciones oculares siguientes:
  - El estado general de las instalaciones.
  - Ocurrencia de obstrucciones.

- Detección de conexiones clandestinas.
- Detección de zonas vulnerables, fugas o ruptura de tuberías.
- Con ayuda de una linterna o espejos inspeccione interiormente las tuberías.
- Disponga de agua en cilindros colocados cerca de los buzones.
- Realice la limpieza de los ramales haciendo fluir chorros de agua a presión entre buzón y buzón.
- Retire la basura y los sólidos depositados en el buzón.
- Eliminar la basura o los sólidos depositados en el buzón.
- Eliminar la basura o los sólidos en lugares apropiados que no generen riesgo a la salud y el ambiente.
- Registre la información de las acciones realizadas en su respectivo cuaderno.

### **Mantenimiento Correctivo**

#### Caso I: En caso de presentarse atoros:

- Avisar a los usuarios del servicio ubicados antes y entre los tramos con atoro, para que cierren la llave de paso y dejen de utilizar los lavaderos sanitarios.
- Disponer de varillas acoplables o alambres y cilindros con agua.
- Localizar el atoro.
- Colocarse el equipo de protección personal.
- Destapar los buzones anterior y posterior al tramo atorado y déjalo abierto por 30 minutos para que los olores fuertes y los gases peligrosos se liberen.
- Introducir las varillas y/o alambres por el buzón hasta el punto de desatoro.
- Girar constantemente la varilla hasta desatorar.
- Ingresar al buzón con una escalera y con un rastrillo retire los materiales y sedimentos que obstruyan la tubería.

- Finalmente echar abundante agua para comprobar el paso libre.
- Limpie los residuos sólidos arrastrados por el agua y que se depositaron en el buzón posterior.
- Cierre con cuidado los buzones. Estos deben quedar cerrados para evitar accidentes y el ingreso de objetos que puedan provocar nuevos atoros.

#### Caso II: Ruptura o rajadura en las Tuberías:

- Avisar a los usuarios de las viviendas que están ubicadas antes y entre los tramos con rotura, para que cierren la llave de paso y dejen de utilizar los lavaderos y sanitarios.
- Localizar el tramo con rotura.
- Colocarse el equipo de protección personal.
- Destapar los buzones anterior y posterior al tramo con rotura y dejarlo así por 30 minutos para que los olores fuertes y los gases peligrosos se liberen.
- Abrir la zanja en el tramo de la rotura hasta dejar libre la tubería.
- Taponear con costales de arena o bola de jebe la tubería del buzón anterior al tramo con rotura para evitar el paso del desagüe.
- Si el caso amerita, efectuar un bypass temporal de las aguas servidas.
- Proceder con el corte y cambio de la tubería rota o rajada.
- Preparar una cama de arena o tierra zarandeada en una altura aproximadamente de 10 a 15 cm.
- Rellenar la zanja compactado la tierra en capas de 20 cm.
- Quitar el tapón.

#### **Buzones**

Destapar el buzón 30 minutos antes de iniciar las labores para liberar los gases tóxicos del sistema de alcantarillado.

#### **Mantenimiento preventivo**

- Remueva la basura circundante al buzón.
- Levantar la tapa del buzón y espera que se liberen los gases tóxicos.
- Retire la basura y sólidos que se encuentren dentro del buzón.
- Con la ayuda de una linterna o espejos inspeccione internamente las tuberías.
- Coloque correctamente y con cuidado la tapa del buzón.
- Elimine la basura o sólidos en lugares que no genere riesgo en la salud ni en el ambiente.
- Registre la información de las acciones realizadas en su respectivo cuaderno.

### **Mantenimiento correctivo**

- Retire la tapa del buzón y deje abierta por 30 minutos para liberar los gases tóxicos que pudiera haber en las tuberías.
- Evalúe el estado de la tapa del buzón.
- Cambie la tapa en caso lo requiera por otra de similares características y dimensionamientos.
- Evalúe el estado del fondo y muros laterales del buzón.
- Si el caso amerita resane las partes dañadas con mortero de cemento: arena en iguales proporciones.
- Cierre el buzón colocando con cuidado la tapa.

## V. CONCLUSIONES

1. La problemática con respecto al abastecimiento de agua potable y alcantarillado, consiste en que el servicio que se brinda a la población es de regular a malo, ya que, a través de una encuesta y visitas al lugar del proyecto, se determinó que la cantidad de agua que llega a las viviendas es limitada en cuanto a servicio de cantidad, es decir solamente llega por unas 03 horas al día, y según los datos de la encuesta hay interferencias de 24 a 36 horas sin tener agua durante ese lapso, además de pagar altas tarifas por el servicio que bordea los S/. 40 pese a sufrir interferencias y a la poca dotación del servicio. El suministro de abastecimiento de agua es discontinuo y por lo tanto limitado para la cubrir la demanda de la población de la zona urbana de Picsi durante el día. Con respecto a la calidad de agua, según la Oficina de Control de Calidad de EPSEL, se puede indicar que los parámetros Físico – Químico se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la norma, a excepción del parámetro de conductividad, cloro y sulfatos que superan los LMP, sin embargo, estos son considerados organolépticos, microbiológicamente libre de contaminación al presentar adecuado tratamiento de desinfección. En cuanto al alcantarillado, existen zonas dónde el desagüe presenta estancamientos y genera un olor desagradable generando malestar general. Estas zonas fueron determinadas debido a la simulación de la red de alcantarillado en cuanto a los criterios de tensión tractiva y velocidad mínima para permitir el arrastre hidráulico y la autolimpieza del conducto.
2. Las lecturas de presiones manométricas tomadas en las viviendas de las diferentes zonas de Picsi, son inferiores a 10 metros columna de agua, valor mínimo establecido en la normativa de abastecimiento de agua, lo cual ni está cerca de la mitad. La mayoría de las lecturas arrojan un resultado de 0.3 a 0.5 Bar, promediando una presión de 3 a 5 metros columna de agua siendo inferior de lo que indica la normativa de saneamiento.
3. Del levantamiento topográfico, el área de estudio en Picsi presenta un desnivel de 4,27 metros aproximadamente, la cota máxima es de 49.381 m. y la cota mínima es de 44.908 m. Ahora con respecto a las pendientes de la red de alcantarillado, en algunos tramos presenta pendientes de  $0.5 \text{ }^{\circ}/\text{ }^{\circ}$  y en otras de hasta  $20 \text{ }^{\circ}/\text{ }^{\circ}$ . En la primera parte, la tubería tendrá problemas para arrastrar el flujo de desagüe ya que es un sistema por gravedad. En la segunda parte la pendiente es grande y por lo tanto el flujo sigue su curso por gravedad sin problemas. El levantamiento topográfico sirvió para obtener elevaciones tanto de la red de agua potable para poder simular en WaterGEMS y las elevaciones de los buzones para poder simular en SewerGEMS.

4. Respecto a la realización de esquineras de agua potable y desagüe, se elaboró la red de distribución de agua potable. En la red de alcantarillado sirvió para inspeccionar buzones y poder visualizar los flujos y las cotas de tapa, así como de las tuberías para obtener pendientes y simular en el software de SewerGems del área de estudio.
5. Respecto a la simulación de las redes de agua potable en WaterGems se presentan presiones en los nodos de 14 metros en columna de agua hasta 20 metros columna de agua y las velocidades en las tuberías son inferiores a 0.60 m/s valor mínimo establecido por la normativa de saneamiento. Esto podría causar sedimentación en las tuberías y así obstruir el paso del agua en dichas tuberías. Para mejorar el funcionamiento de las redes de agua se recomienda instalar válvulas de purga para la limpieza de sedimentos que se acumula en tramos de tubería y que permite que las velocidades de flujo sean inferiores a 0.60 m/seg. Además, la instalación de válvulas de aire ayudaría para la extracción de aire dentro de las tuberías hidráulicas que entorpece el flujo del agua entre ellas, en las partes más altas del terreno.

También se debe instalar de válvulas reguladoras de presión, sectorización y de compuerta para apertura y cierre en los diferentes sectores conformados por el anexo Vista Florida, la urbanización Picsi y la zona central de Picsi para el control de fugas en las redes, presiones y caudales destinados a cada sector para mejorar el servicio de agua potable en cantidad y continuidad a la población de cada sector y así lograr la estabilización hidráulica en las redes y la garantía del abastecimiento del líquido. Además, se requiere instalar un caudalímetro en dichos sectores para realizar un monitoreo de caudales durante el día, semanas, meses hasta años para tener un registro de las variaciones de flujo durante el tiempo. También es necesario la instalación de un caudalímetro en la fuente de agua, así como en la entrada y salida del tanque elevado para poder detectar los caudales que distribuye el reservorio y poder tener más aproximidad en los cálculos de diseño de agua potable.

Además, se debe realizar el mantenimiento preventivo de las redes de agua potable para evitar problemas en su funcionamiento y así mejorar el funcionamiento de las redes y no generar malestar en la población afectada y el mantenimiento correctivo para reparar daños existentes por el deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere la solución inmediata. También se debe realizar la Desinfección de línea de aducción y red de distribución mensualmente y utilizar el servicio del día siguiente del trabajo de mantenimiento realizado.



6. La población al año 2019 es de 4748 habitantes requiriendo una demanda de 34.75 lts/s., siendo esta, superior a la oferta disponible de 25 lts/s del pozo tubular N° 03. Por lo tanto, es insuficiente para cubrir la demanda de toda la población y contar con un servicio continuo de abastecimiento de agua.
7. Respecto al alcantarillado, la simulación en SewerGEMS presenta tramos de la red que no cumplen con la velocidad mínima ( $v=0.60$  m/s) establecida en el reglamento para acarrear todo el material de la tubería compuesta por desechos. Esto permite el estancamiento de buzones en dichos tramos al no cumplir con la tensión tractiva mínima ( $\sigma=1.0$  Pa) para la autolimpieza de los colectores.

Los tramos que presentan estas características son los de la calle Vista Florida, San Isidro, Andrés Bernal, la calle San Isidro, Elías Aguirre, Bolívar, calle congreso y la calle san Martín en el ingreso al parque principal no cumplen con el criterio de velocidad mínima ( $V=0.60$  m/s) y tensión tractiva mínima ( $\sigma=1.0$  Pa). Entonces estos tramos podrían ser afectados por estancamientos sucesivos al no contar con los criterios para la autolimpieza y generar olores desagradables y la incomodidad del poblador.

También existen tramos de la calle San Martín, calle El Carmen, tramo inicial de la calle Real, Túpac Amaru, Congreso, Santa Ana y calle Vista Florida que si cumplen con la velocidad mínima ( $V=0.60$  m/s) y la tensión tractiva mínima ( $\sigma=1.0$  Pa) establecida en el reglamento.

En los tramos que no cumplen con la tensión tractiva mínima establecida en la norma ( $\sigma=1.0$  Pa) el cual garantiza la autolimpieza del conducto y el flujo continuo a través de las tuberías se podría incrementar o disminuir en altura las tuberías para que tenga una pendiente adecuada que permita el flujo continuo por gravedad de la red del alcantarillado y así no se genere estancamientos, teniendo en cuenta además el cubrimiento de la tubería ya que debería ser de almenos 1 metro para proteger la tubería. Se podría intentar cambiar las tuberías y realizar una variación del diámetro de tubería en los tramos mencionados anteriormente para el mejor funcionamiento de la red.

Para realizar el mantenimiento preventivo en redes de alcantarillado, deberá identificarse los tramos críticos que merecen mantenimiento más frecuente (baja pendiente) y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciado. Se deberá abrir las tapas de buzones aguas abajo y aguas abajo del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en

el alcantarillado. Cada seis meses, limpiar la red de baja pendiente y de zonas de obstrucción frecuente, inspeccionar el estado de la red, cambio o reposición de tapas de buzones y limpieza preventiva total de las redes. Cada año, limpiar los tramos no críticos de la red, limpieza de buzones y actividades de mantenimiento correctivo según sea requerido.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar equipo de protección para inspeccionar los buzones, ya que de estos emana un gas peligroso para la salud, es preferible utilizar mascarillas.
2. Instalar válvulas reguladoras de presión, sectorización y de compuerta para apertura y cierre en los diferentes sectores conformados por el anexo Vista Florida, la urbanización Picsi y la zona central de Picsi para el control de fugas en las redes, presiones y caudales destinados a cada sector para mejorar el servicio de agua potable en cantidad y continuidad a la población de cada sector y así lograr la estabilización hidráulica en las redes y la garantía del abastecimiento del líquido vital en las conexiones domiciliarias.
3. Instalar un caudalímetro en dichos sectores para realizar un monitoreo de caudales durante el día, semanas, meses hasta años para tener un registro de las variaciones de flujo durante el tiempo y otro en la fuente de agua, así como en la entrada y salida del tanque elevado para poder detectar los caudales que distribuye el reservorio y poder tener más aproximidad en los cálculos de diseño de agua potable.
4. Instalar dispositivos especiales en los tramos cuya caída de descarga sea superior a 0.50 metros de altura para atenuar la descarga de flujo en alcantarillado.
5. En los tramos que no cumplen con el criterio de la tensión tractiva se recomienda cambiar la cota de la tubería de llegada a los buzones de tal manera que tenga una pendiente adecuada para que el flujo tenga velocidades superiores a 0.60 m/s y una tensión tractiva por encima de 1.0 pascal.
6. Realizar el mantenimiento preventivo de las redes de agua potable para evitar problemas en su funcionamiento y así mejorar el funcionamiento de las redes y no generar malestar en la población afectada y el mantenimiento correctivo para reparar daños existentes por el deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere la solución inmediata.
7. Realizar la Desinfección de línea de aducción y red de distribución mensualmente y utilizar el servicio del día siguiente del trabajo de mantenimiento realizado.
8. Realizar el mantenimiento preventivo en redes de alcantarillado, deberá identificarse los tramos críticos que merecen mantenimiento más frecuente (baja pendiente) y los no

críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciado. Se deberá abrir las tapas de buzones aguas abajo y aguas abajo del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en el alcantarillado. Cada seis meses, limpiar la red de baja pendiente y de zonas de obstrucción frecuente, inspeccionar el estado de la red, cambio o reposición de tapas de buzones y limpieza preventiva total de las redes. Cada año, limpiar los tramos no críticos de la red, limpieza de buzones y actividades de mantenimiento correctivo según sea requerido.

9. Tener uso responsable del agua en cuanto a las actividades diarias de la población y no desperdiciarla ya que cuentan con un servicio discontinuo.
10. Habilitar otra fuente de agua para la situación que enfrenta la ciudad de Pícsi, dicha fuente debe garantizar la calidad y cantidad del servicio de abastecimiento de agua potable para poder cumplir con la demanda requerida de la población.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» 09 Julio 2012. [En línea]. Available: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases-risks/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/). [Último acceso: 05 Mayo 2019].
- [2] OMS, «Organización Mundial de la Salud,» 15 octubre 2014. [En línea]. Available: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases-risks/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/). [Último acceso: 22 abril 2019].
- [3] OMS y UNICEF, «UNICEF,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: [https://www.unicef.org/spanish/publications/files/Progress\\_on\\_Drinking\\_Water\\_Sanitation\\_and\\_Hygiene\\_2017\\_SP.pdf](https://www.unicef.org/spanish/publications/files/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_Hygiene_2017_SP.pdf). [Último acceso: 16 abril 2019].
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Perú: Formas de Acceso al agua y saneamiento básico,» INEI, Lima, 2018.
- [5] Correo, «Chiclayo: Los Pobladores de Picsi aún esperan "Agua para Todos",» *Correo*, p. 01, 07 Noviembre 2015.
- [6] La República, «Epsel se niega a recepcionar obra de saneamiento en Picsi,» *La República*, p. 1, 09 Febrero 2018.
- [7] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, «Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el centro poblado Picsi, distrito de Picsi, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque,» Lima, 2017.
- [8] RNE, Obras de Saneamiento, Lima: CAPECO, 2012.
- [9] Vierendel, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Lima, 2009.
- [10] J. P. Botero Monsalve, G. P. Gonzales Reyes y C. A. Sanchez Ruiz, «Diagnóstico del estado actual de redes y evaluación técnicoeconomica de las alternativas para la optimización del sistema de acueducto del Municipio de Anapoima,» Bogotá, 2017.
- [11] G. Molina Rodríguez , «Proyecto del mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán,» Copán, 2012.
- [12] T. Gonzáles Scancellia , «Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la población del corregimiento de Monterrey, Municipio de Simití, departamento de Bolívar, proponiendo soluciones integrales al mejoramiento de los

sistemas y la salud,» Bogotá, 2013.

- [1 L. Oblitas de Ruiz, «CEPAL,» 07 Octubre 2010. [En línea]. Available:  
3] <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3819/1/lcw355.pdf>. [Último acceso:  
21 Mayo 2019].
- [1 D. A. Huete Huarcaya, «Evaluación del funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el  
4] Pueblo Joven San Pedro , Distrito de Chimbote - Propuesta de Solución - Ancash - 2017,»  
Chimbote, 2017.
- [1 OMS, «Organización Mundial de la Salud,» Febrero 2017. [En línea]. Available:  
5] [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/). [Último acceso: 16 Abril  
2019].
- [1 El Comercio, «Perú: Se modernizarán servicios de agua y saneamiento con US\$70  
6] Millones,» *El comercio*, p. 1, 27 Julio 2018.
- [1 OMS, «Organización Mundial de la Salud,» Octubre 2011. [En línea]. Available:  
7] [https://www.who.int/elena/titles/bbc/wsh\\_diarrhoea/es/](https://www.who.int/elena/titles/bbc/wsh_diarrhoea/es/). [Último acceso: 15 Abril 2019].
- [1 G. D. C. JimboCastro, «Evaluación y Diagnóstico del Sistema de Abastecimiento de Agua  
8] Potable de la Ciudad de Machala,» Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 2011.

VIII.ANEXOS

**ANEXOS:**

## 8.1. Anexo 01: Delimitación de la zona de estudio y documentos de permisos para el estudio

### 1. Delimitación área de estudio del proyecto



Fuente: google earth

**Zona de Estudio del proyecto, Urbanización Pícsi, Asentamiento Humano Vista Florida.**



## 2. Documentos

### Documento N° 01: Encuesta adaptada a la zona del proyecto

*Encuesta destinada a los usuarios del servicio de agua potable.*

*Objetivo: obtener información que nos permita evaluar la calidad del servicio de agua potable que proporciona Epsel a los usuarios.*

#### **Componente: Social**

Sector:

Edad:

Sexo: Femenino: Masculino:

Nivel de preparación académica:

Número de personas por vivienda:

1. *¿Cómo califica el servicio de agua potable que proporciona Epsel?*

*Muy Bueno*

*Regular*

*Bueno*

*Malo*

*¿Por qué?*

2. *Seleccione el tipo de agua que consume:*

*Agua del grifo*

*Agua embotellada*

*¿Por qué?*

3. *Seleccione los problemas que usted considera que afectan la prestación del servicio de agua potable en la ciudad:*

*Mala calidad*

*Falta de control y mantenimiento*

*Fugas*

*Contaminación por mal estado de las tuberías*

4. *De las siguientes soluciones cuales considera usted que permitirán resolver los problemas propuestos anteriormente:}*

*Reemplazar tuberías*

*Establecer un plan de control de fugas*

*Mejorar administración*

*Mejorar prácticas de Epsel*

5. *¿Ha padecido alguna enfermedad de origen hídrico?*

Sí  No

6. *¿Cuál de las siguientes enfermedades de origen hídrico ha padecido?*

Cólera  Hepatitis x  Enfermedades en la piel  
 Diarrea  Fiebre Tifoidea

**Componente: Técnico (Hidráulico)**

7. *¿Existen interrupciones del servicio de agua potable?*

Sí  No

8. *¿Qué tiempo duran estas interrupciones?*

9. *¿Cuándo solicita algún servicio de instalación o reparación a Epsel es atendido de manera rápida y eficiente?*

Nunca  Algunas veces  Siempre

10. *¿Posee cisterna en su domicilio? En caso de que la respuesta sea afirmativa con qué frecuencia la limpia?*

Sí  No

/

11. *Utiliza una bomba para abastecerse de agua potable. en caso de que la respuesta sea afirmativa especificar lo siguiente: Si  No*

*Diámetro:*

*Tipo de material:*

*Potencia:*

*Tiempo que pasa encendida:*

12. *Efectúa algún tipo de control para detectar fugas en su vivienda.*

Sí  No

**Componente: Ambiental**

13. ¿Cuál cree usted que es el mayor problema medioambiental o de saneamiento que enfrenta su ciudad?

Contaminación del aire x

Basura y desperdicios al aire libre

Contaminación del agua

Otros

¿Por qué?

14. ¿Considera que deben implementarse programas de concientización sobre el cuidado y protección del medio ambiente y del agua?

Sí

No

¿Por qué?

**Componente: Económico**

15. ¿Cuál es su ingreso económico familiar mensual?

16. ¿Cuál es su gasto familiar mensual?

17. ¿Tiene medidor de agua en su vivienda? Sí  No

18. ¿Cuál es su categoría de tarificación?

Residencial

Comercial

Industrial

Marginal

Público

Casos especiales

19. ¿Qué valor cancela mensualmente por la planilla de servicio de agua?

20. *¿Estaría de acuerdo con un incremento en el costo de las planillas mensuales de agua a cambio de un mejor servicio?*

Sí

No

21. *¿Cuánto más estaría dispuesto a pagar?*

22. *En caso de que se le suspenda el servicio de agua potable que valor cancela por la reactivación del servicio:*

23. *Seleccione las actividades en las que utiliza el agua potable dentro de su vivienda:*

Actividades domésticas

Agricultura

Ganadería x

Comercio (Farmacia)

**Fuente:** Gabriela del Cisne Jimbo Castro – tesis de pregrado – Evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala.

**Documento N° 02: solicitud a la municipalidad de Pisci de no duplicidad de estudio de investigación de tesis**



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD"

**CARLOS SANCHEZ MEDINA**  
ALCALDE DEL DISTRITO DE PISCI



Chiclayo, 15 de Mayo del 2019

ATENCIÓN:  
**ARQ. EDWARD ENRIQUE TIMANA SALAZAR**  
RESPONSABLE DE SUGEDUR

**ASUNTO:** CONSTANCIA QUE CERTIFIQUE NO DUPLICIDAD DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS

**REFERENCIA:** Proyecto de tesis denominado:

**"EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DE PISCI, DISTRITO DE PISCI, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - 2019"**

De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle que en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado **"EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DE PISCI, DISTRITO DE PISCI, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - 2019"** motivo por el cual solicito a su despacho una **CONSTANCIA** que indique que dicho estudio no se ha realizado.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente

CAYACA CABREJOS MAIKEL AUGUSTO

DNI N° 71224895

**Documento N° 03: solicitud al área de SUBGEDUR de la municipalidad de Pisci para tener acceso a información y permiso para realizar estudios**



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD"

Chiclayo, 15 de Mayo del 2019

**CARLOS SANCHEZ MEDINA**  
ALCALDE DEL DISTRITO DE PISCI

ATENCIÓN:  
ARQ. EDWARD ENRIQUE TIMANA SALAZAR  
RESPONSABLE DE SUGEDUR



**ASUNTO:** Solicito autorización de acceso a información y permiso para poder realizar estudios.

**REFERENCIA:** Proyecto de tesis denominado:

**"EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DE PISCI, DISTRITO DE PISCI, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - 2019"**

De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado **"EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DE PISCI, DISTRITO DE PISCI, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - 2019."**, motivo por el cual solicito a usted una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a información que se requiera y el permiso correspondiente para poder realizar diversos estudios, levantamiento topográfico, abertura de buzones, acceso a las instalaciones de las redes en la zona donde se desarrollará el proyecto.


Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente,

CAYACA CABREJOS MAIKEL AUGUSTO

DNI N° 71224895

**Documento N° 04: solicitud de información de las redes de agua y desagüe de Picsi  
emitido a Epsel**




**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD"

591533

Chiclayo, 09 de Mayo del 2019




**CARTA N° 001-2019-EAGD**

**SEÑOR:**

ING. RODOLFO ROMERO SAENZ  
GERENTE OPERACIONAL DE EPSEL S.A.

**ASUNTO:** SOLICITO INFORMACIÓN DEL ESTADO SITUACIONAL DE LAS REDES DE AGUA Y DESAGÜE DE LA LOCALIDAD PICSÍ.



EPSEL S.A.  
**RECIBIDO**  
09 MAYO 2019  
HORA: 3:05 PM  
TRÁMITE DOCUMENTARIO

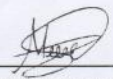
De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "Evaluación de las redes de Agua Potable y Alcantarillado de la Localidad de Picsi - Chiclayo - Lambayeque", motivo por el cual solicito a usted la INFORMACIÓN sobre el estado situacional de las redes de agua y desagüe en la ciudad de Picsi, planos de las redes existentes y profundidad de la fuente de abastecimiento (pozo), para fines educativos.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente,




\_\_\_\_\_  
CAYACA CABREJOS MAIKEL AUGUSTO  
DNI N° 71224895

Calle la China Mz 3 Lot 21 P.J. Simón Bolívar  
968348120

13/05/19


S6MPEDES

**Documento N° 05: constancia de autorización del área de SUBGEDUR para el acceso a la información y realización de estudios**



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PCSI**


Creado el 12 de Noviembre de 1823



**"Año de La Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"**

**CONSTANCIA DE AUTORIZACION**

El que suscribe: **Arq. EDWARD ENRIQUE TIMANA SALAZAR** - JEFE DE LA SUBGERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL (SUBGEDUR) DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PCSI, autoriza al acceso de información que el estudiante **MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS** identificado con DNI N° 71224895, estudiante de la carrera de **Ingeniería Civil Ambiental** de la universidad **CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO** por la cual autoriza realizar los estudios necesarios para el desarrollo de la Tesis denominado **"EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DE PCSI, DISTRITO DE PCSI, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE-2019"**



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PCSI  
 ARQ. EDUARDO ENRIQUE TIMANA SALAZAR  
 SUB GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL  
 CAP. N° 12998

Picsi, 15 de Mayo 2019


*"Caminemos juntos"*

---

Calle Congreso N° 169 - Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Región de Lambayeque - Perú  
 ☎ (051) (074) 269011 / 269028 / 457701 ✉ alcaldia@municipcsi.gob.pe 🌐 <http://www.municipcsi.gob.pe>




**Documento N° 06: constancia de autorización del área de SUBGEDUR de no duplicidad de tesis**



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PCSI**


Creado el 12 de Noviembre de 1823



**"Año de La Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"**

**CONSTANCIA DE NO DUPLICIDAD DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS**

El que suscribe: Arq. EDWARD ENRIQUE TIMANA SALAZAR - JEFE DE LA SUBGERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL (SUBGEDUR) DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PÍCSI, hace constar que no se viene realizando ningún proyecto con el nombre "EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DE PÍCSI, DISTRITO DE PÍCSI, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE-2019" el estudiante MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS identificado con DNI N° 71224895, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la universidad CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO será el encargado de realizar dicho Proyecto de tesis.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PÍCSI  
 ARQ. EDWARD ENRIQUE TIMANA SALAZAR  
 SUB GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL  
 CAP. N° 12950

Pícsi, 15 de Mayo 2019

*"Caminemos juntos"*

---

Calle Congreso N° 169 - Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Región de Lambayeque - Perú  
 ☎ (051) (074) 269011 / 269028 / 457701 ✉ alcaldia@municipicsi.gob.pe 🌐 <http://www.municipicsi.gob.pe>

## 8.2. Anexo 02: Cuadros estadísticos e índices de morbilidad

Cuadro N° 01: Población

CUADRO N° 1: POBLACIÓN CENSADA, POR ÁREA URBANA Y RURAL; Y SEXO, SEGÚN PROVINCIA, DISTRITO, Y EDADES SIMPLES									
Provincia, distrito, y edades simples	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
<b>DISTRITO PICSI</b>	<b>12 704</b>	<b>8 125</b>	<b>4 579</b>	<b>11 453</b>	<b>7 468</b>	<b>3 985</b>	<b>1 251</b>	<b>657</b>	<b>594</b>
<b>Menores de 1 año</b>	137	82	55	112	68	44	25	14	11
<b>De 1 a 4 años</b>	536	279	317	498	224	274	98	55	43
<b>De 5 a 9 años</b>	826	434	392	709	373	336	117	61	56
<b>De 10 a 14 años</b>	762	367	395	649	315	334	113	52	61
<b>De 15 a 19 años</b>	639	390	309	587	324	263	112	66	46
<b>De 20 a 24 años</b>	1357	994	363	1246	939	307	111	55	56
<b>De 25 a 29 años</b>	1403	1064	339	1319	1020	299	84	44	40
<b>De 30 a 34 años</b>	1254	936	318	1180	893	287	74	43	31
<b>De 35 a 39 años</b>	1211	864	347	1135	821	314	76	43	33
<b>De 40 a 44 años</b>	1015	672	343	922	625	297	93	47	46
<b>De 45 a 49 años</b>	869	565	304	803	533	270	66	32	34
<b>De 50 a 54 años</b>	771	466	305	702	434	268	69	32	37
<b>De 55 a 59 años</b>	595	347	248	529	317	212	66	30	36
<b>De 60 a 64 años</b>	418	249	169	369	223	146	49	26	23
<b>De 65 y más años</b>	791	416	375	693	359	334	98	57	41

Fuente: INEI- Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Fuente: INEI 2017

**Cuadro N° 02: Número de horas al día que disponen del servicio de agua por red pública-INEI 2017**

CUADRO N° 12: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES QUE SÍ DISPONEN DEL SERVICIO DE AGUA POR RED PÚBLICA TODOS LOS DÍAS DE LA SEMANA, POR NÚMERO DE HORAS AL DÍA, SEGÚN PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES									
Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes	Total	Número de horas al día que disponen del servicio de agua por red pública							
		1 a 3	4 a 6	7 a 9	10 a 12	13 a 15	16 a 18	19 a 21	22 a 24
<b>DISTRITO PICSÍ</b>									
Viviendas particulares	1674	165	1047	43	120	16	75	6	202
Ocupantes presentes	6657	676	4168	175	466	67	287	30	788
Casa independiente									
Viviendas particulares	1673	165	1047	43	119	16	75	6	202
Ocupantes presentes	6651	676	4168	175	460	67	287	30	788
Vivienda improvisada									
Viviendas particulares	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Ocupantes presentes	6	-	-	-	6	-	-	-	-
<b>URBANA</b>									
Viviendas particulares	1577	165	1039	23	76	16	75	6	177
Ocupantes presentes	6250	676	4135	100	269	67	287	30	686
Casa independiente									
Viviendas particulares	1576	165	1039	23	75	16	75	6	177
Ocupantes presentes	6244	676	4135	100	263	67	287	30	686
Vivienda improvisada									
Viviendas particulares	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Ocupantes presentes	6	-	-	-	6	-	-	-	-
<b>RURAL</b>									
Viviendas particulares	97	-	8	20	44	-	-	-	25
Ocupantes presentes	407	-	33	75	197	-	-	-	102
Casa independiente									
Viviendas particulares	97	-	8	20	44	-	-	-	25
Ocupantes presentes	407	-	33	75	197	-	-	-	102

Fuente: INEI 2017

### Cuadro N° 03: Viviendas por disponibilidad de servicio higiénico INEI-2017

CUADRO N° 17: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIÉNICO EN LA VIVIENDA, SEGÚN PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES										
Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes	Servicio higiénico conectado a:									
	Total	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Letrina	Pozo ciego o negro	Río, acequia, canal o similar	Campo abierto o al aire libre	Otro	1/
<b>DISTRITO PICSI</b>										
Viviendas particulares	2 136	1511	169	18	92	255	7	67	17	
Ocupantes presentes	8 404	6 000	621	70	345	1062	21	234	51	
<b>Casa independiente</b>										
Viviendas particulares	2 130	1510	169	17	92	252	7	66	17	
Ocupantes presentes	8 381	5 999	621	67	345	1047	21	230	51	
<b>Chozo o cabaña</b>										
Viviendas particulares	4	-	-	1	-	2	-	1	-	
Ocupantes presentes	16	-	-	3	-	9	-	4	-	
<b>Vivienda improvisada</b>										
Viviendas particulares	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
Ocupantes presentes	6	-	-	-	-	6	-	-	-	
<b>Local no dest. para hab. humana</b>										
Viviendas particulares	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
Ocupantes presentes	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
<b>URBANA</b>										
Viviendas particulares	1825	1491	168	8	14	89	1	37	17	
Ocupantes presentes	7 153	5 924	619	30	38	362	4	125	51	
<b>Casa independiente</b>										
Viviendas particulares	1823	1490	168	8	14	88	1	37	17	
Ocupantes presentes	7 146	5 923	619	30	38	356	4	125	51	
<b>Vivienda improvisada</b>										
Viviendas particulares	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
Ocupantes presentes	6	-	-	-	-	6	-	-	-	
<b>Local no dest. para hab. humana</b>										
Viviendas particulares	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
Ocupantes presentes	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
<b>RURAL</b>										
Viviendas particulares	311	20	1	10	78	166	6	30	-	
Ocupantes presentes	1251	76	2	40	307	700	17	109	-	
<b>Casa independiente</b>										
Viviendas particulares	307	20	1	9	78	164	6	29	-	
Ocupantes presentes	1235	76	2	37	307	691	17	105	-	
<b>Chozo o cabaña</b>										
Viviendas particulares	4	-	-	1	-	2	-	1	-	
Ocupantes presentes	16	-	-	3	-	9	-	4	-	

Fuente: INEI 2017

**Cuadro N° 04: Índices de morbilidad del centro de salud de Pisci 2018**

Código	MORBILIDAD	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
	TOTAL GENERAL ...	8,325	2,863	504	1,345	2,847	766
J039	AMIGDALITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	1,260	865	76	110	179	30
K021	CARIES DE LA DENTINA	573	155	59	134	203	22
J029	FARINGITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	546	289	24	57	138	38
M545	LUMBAGO NO ESPECIFICADO	335	1	9	56	201	68
N390	INFECCION DE VIAS URINARIAS, SITIO NO ESPECIFICADO	304	34	3	60	158	49
J00X	RINOFARINGITIS AGUDA, RINITIS AGUDA	235	193	6	17	15	4
A64X9	SINDROME DE FLUJO VAGINAL	209	-	8	73	121	7
A09X	INFECCIONES INTESTINALES DEBIDAS A OTROS ORGANISMOS SIN ESPECIFICAR	204	128	8	19	38	11
J068	FARINGO AMIGDALITIS AGUDA	171	74	14	16	53	14
K291	OTRAS GASTRITIS AGUDAS	151	2	11	23	94	21
D509	ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO SIN ESPECIFICACION	150	137	1	5	5	2
E660	SOBREPESO	143	5	7	39	87	5
G442	CEFALEA DEBIDA A TENSION	139	5	10	26	71	27
B354	TINA DEL CUERPO [TINEA CORPORIS]	137	53	14	18	34	18
I10X	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	123	-	-	-	28	95
R509	FIEBRE, NO ESPECIFICADA	119	52	14	15	32	6
A090	OTRAS GASTROENTERITIS Y COLITIS NO ESPECIFICADAS DE ORIGEN INFECCIOSO	117	77	3	8	23	6
E669	OBESIDAD	111	9	5	24	66	7
K040	PULPITIS	109	38	8	12	39	12
O261	AUMENTO PEQUEÑO DE PESO EN EL EMBARAZO	90	-	3	57	30	-
K041	NECROSIS DE LA PULPA	89	31	5	14	30	9
K020	CARIES LIMITADA AL ESMALTE	85	17	14	25	28	1
L509	URTICARIA, NO ESPECIFICADA	81	23	8	14	25	11

**Fuente: Centro de Salud de Pisci**

**Cuadro N° 05: índices de morbilidad del centro de salud de Picsi 2019**

Código	MORBILIDAD	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
	TOTAL GENERAL ...	2,587	716	150	455	954	312
10	CAPITULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	567	318	35	55	119	40
11	CAPITULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	398	85	32	88	146	47
4	CAPITULO IV: ENFERMEDADES ENDOCRINAS, NUTRICIONALES Y METABOLICAS	322	12	8	55	201	46
1	CAPITULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	213	65	11	43	83	11
13	CAPITULO XIII: ENFERMEDADES DEL SISETMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO	206	2	9	23	122	50
14	CAPITULO XIV: ENFERMEDADES DEL SISTEMA GENITOURINARIO	175	23	8	45	81	18
15	CAPITULO XV: EMBARAZO, PARTO Y PUERPERIO	129	-	19	83	27	-
12	CAPITULO XII: ENFERMEDADES DE LA PIEL Y DEL TEJIDO SUBCUTANEO	125	61	7	11	35	11
3	CAPITULO III: ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOY"ICOS, Y CIERTOS TRASTORNOS	80	64	5	6	4	1
19	CAPITULO XIX: TRAUMATISMOS, ENVENAMIENTOS Y ALGUNAS OTRAS CONSECUENCIAS DE CAUSAS EXTERNAS	77	18	4	16	27	12
7	CAPITULO VII: ENFERMEDADES DEL OJO Y DE SUS ANEXOS	68	17	2	2	25	22
9	CAPITULO IX: ENFERMEDADES DEL SISTEMA CIRCULATORIO	56	2	2	-	21	31
6	CAPITULO VI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO	55	2	3	12	26	12
18	CAPITULO XVIII: SINTOMAS, SIGNOS Y HALLAZGOS ANORMALES CLINICOS Y DE LABORATORIO, NO CLASIFICADOS	45	25	2	5	9	4
5	CAPITULO V: TRASTORNOS MENTALES Y DEL COMPORTAMIENTO	26	8	2	3	11	2
8	CAPITULO VIII: ENFERMEDADES DEL OIDO Y DE LA APOFISIS MASTOIDES	25	9	1	4	9	2
2	CAPITULO II: TUMORES (NEOPLASIAS)	16	1	-	4	8	3
16	CAPITULO XVI: CIERTAS AFECCIONES ORIGINADAS EN EL PERIODO PERINATAL	3	3	-	-	-	-
17	CAPITULO XVII: MALFORMACIONES CONG'NITAS, DEFORMIDADES Y ANOMALIAS CROMOSOMICAS	1	1	-	-	-	-

**Fuente: Centro de Salud de Picsi**

### 8.3. Anexo 03: Encuesta

#### Trabajo de campo

Fotografía 1: Realizando la encuesta a pobladores de la localidad de Picsi



**Fuente:** Propia

Fotografía 2: Realizando la encuesta a pobladores en el anexo Vista Florida de Picsi



**Fuente:** propia

Fotografía 3: Realizando la encuesta en la calle Túpac Amaru de Pícsi



Fuente: propia

Fotografía 4: Formato de encuesta llenado por los pobladores

**Encuesta destinada a los usuarios del servicio de agua potable.**

**Objetivo:** obtener información que nos permita evaluar la calidad del servicio de agua potable que proporciona Epsel a los usuarios.

**Sector:** Uta (Ivande)      **Componente: Social**  
**Edad:** 69      **Sexo:** Femenino / Masculino  
**Nivel de preparación académica:** prima base      **Número de personas por vivienda:** 2

1. ¿Cómo califica el servicio de agua potable que proporciona Epsel?  
 Muy Bueno       Regular  
 Bueno       Malo  
*¿Por qué? Muy por tener que pagar*

2. Seleccione el tipo de agua que consume:  Agua del grifo       Agua embotellada  
*¿Por qué?*

3. Seleccione los problemas que usted considera que afectan la prestación del servicio de agua potable en la ciudad:  
 Mala calidad       Falta de control y mantenimiento  
 Fugas       Contaminación por mal estado de las tuberías

4. De las siguientes soluciones cuales considera usted que permitirán resolver los problemas propuestos anteriormente:  
 Reemplazar tuberías       Establecer un plan de control de fugas  
 Mejorar administración       Mejorar prácticas de Epsel

5. ¿Ha padecido alguna enfermedad de origen hídrico?  
 Sí       No

6. ¿Cuál de las siguientes enfermedades de origen hídrico ha padecido?  
 Cólera       Hepatitis x       Enfermedades en la piel  
 Diarrea       Fiebre Tifoidea

**Componente: Técnico (Hidráulico)**

7. ¿Existen interrupciones del servicio de agua potable?  
 Sí       No

8. ¿Qué tiempo duran estas interrupciones?  
*Parcialmente, un día o más*

9. ¿Cuándo solicita algún servicio de instalación o reparación a Epsel es atendido de manera rápida y eficiente?  
 Nunca       Algunas veces       Siempre

10. ¿Posee cisterna en su domicilio? ¿En caso de que la respuesta sea afirmativa con qué frecuencia la limpia?  
 Sí       No

11. Utiliza una bomba para abastecerse de agua potable, en caso de que la respuesta sea afirmativa especificar lo siguiente: Sí  No

**Diámetro:**      **Tipo de material:**  
**Potencia:**      **Tiempo que pasa encendida:**

Fuente: propia



8.4. Anexo 04: Análisis Físico – Químico y Microbiológicos de Pozo (EPSEL)

Cuadro N° 06: Resultados de Análisis Físico – Químico y Microbiológico de Pozo N° PICSI Enero – Diciembre 2017

EPSEL S.A  
GERENCIA GENERAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO - QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE POZO N° PICSI  
ENERO - DICIEMBRE 2017

CODIGO	FECHA MUESTREO	HORA	CLORO LIBRE(ppm)	PH	TURB U.N.T	CONDUCT Uu/cm	D.T mg/L	CL mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L	COLOR	Fe mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	COL. TOTAL UFC/100ml	COL. FECAL UFC/100ml	R.H UFC/ml
LMP			<0.5	6.5 A 8.5	5	1500	500	250	250	50	15	0.300	2.00	3	0	0	500
LCC-0384-17-P-FQ(1)/fq-N	30/01/2017	12:30	1.20	7.74	0.56	1786	-	235.53	414.23	8.60	3	0.030	0.005	0.004	0	0	2
LCC-0508-17-P-FQ(1)/fq-N	09/02/2017	11:20	0.80	7.73	0.63	1647	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-0812-17-P-FQ(1)/fq-N	20/03/2017	10:58	1.20	7.74	0.66	1788	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-1188-17-P-FQ(1)/fq-N	28/04/2017	09:15	1.00	7.70	0.84	1538	184.65	233.43	410.99	8.78	3	0.028	0.004	0.002	0	0	2
LCC-1648-17-P-FQ(1)/fq-N	25/05/2017	11:50	1.00	7.93	0.96	1912	73.90	226.53	408.69	8.54	3	-	-	-	0	0	2
LCC-1789-17-P-FQ(1)/fq-N	02/06/2017	09:00	1.00	7.78	3.4	1968	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	5
LCC-2508-17-P-FQ(1)/fq-N	21/07/2017	08:50	1.00	7.74	3.7	1866	111.74	-	273.87	-	3	-	-	-	0	0	0
LCC-3116-17-P-FQ(1)/fq-N	26/08/2017	11:00	1.00	7.75	0.47	1864	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-3317-17-P-FQ(1)/fq-N	18/09/2017	08:50	1.00	7.89	0.7	1753	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-3613-17-P-FQ(1)/fq-N	06/10/2017	12:55	1.00	7.72	1.02	1967	152.75	217.83	240.45	-	3	-	-	-	0	0	0
LCC-4385-17-P-FQ(1)/fq-N	24/11/2017	10:00	1.20	7.70	0.58	1975	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	5
LCC-4556-17-P-FQ(1)/fq-N	15/12/2017	09:50	0.00	7.75	0.98	2230	161.07	218.03	240.45	-	3	-	-	-	0	0	14
PROMEDIO			0.95	7.76	1.21	1857.83	136.82	226.29	331.45	8.64	3	0.0290	0.0045	0.003	0	0	3

LMP: Limite Máximo permisible de acuerdo al D.S. N° 031-2010 S.A. y su Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

EPSEL S.A. JEFE OFICINA CONTROL DE CALIDAD

AREA DE FISICO - QUIMICA EPSEL S.A.

AREA DE MICROBIOLOGIA EPSEL S.A.

Fuente: EPSEL

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLÓGICOS DE POZO N° PICS1																	
ENERO - DICIEMBRE 2017																	
CODIGO	FECHA MUESTREO	HORA	CLORO LIBRE (ppm)	PH	TURB U.N.T	CONDUCT Us/cm	D.T mg/L	CL mg/L	SO4 mg/L	NO3 mg/L	COLOR	Fe mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	COL.TOTAL UFC/100ml	COL. FECAL UFC/100ml	R.H UFC/ml
LMP			<0.5	6.5 A 8.5	5	1500	500	250	250	50	15	0.300	2.00	3	0	0	500
LCC-0384-17-P-FQ(1)/fq-N	30/01/2017	12:30	1.20	7.74	0.56	1786	-	235.63	414.23	8.6	3	0.030	0.005	0.004	0	0	2
LCC-0508-17-P-FQ(1)/fq-N	09/02/2017	11:20	0.80	7.73	0.63	1647	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-0812-17-P-FQ(1)/fq-N	20/03/2017	10:58	1.20	7.74	0.66	1788	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-1188-17-P-FQ(1)/fq-N	28/04/2017	09:15	1.00	7.7	0.84	1538	184.65	233.43	410.99	8.78	3	0.028	0.004	0.002	0	0	2
LCC-1648-17-P-FQ(1)/fq-N	25/05/2017	11:50	1.00	7.93	0.96	1912	73.9	226.53	408.69	8.54	3	-	-	-	0	0	5
LCC-1789-17-P-FQ(1)/fq-N	02/06/2017	09:00	1.00	7.78	3.4	1968	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	0
LCC-2508-17-P-FQ(1)/fq-N	21/07/2017	08:50	1.00	7.74	3.7	1866	111.74	-	273.87	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-3116-17-P-FQ(1)/fq-N	26/08/2017	11:00	1.00	7.75	0.47	1864	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-3317-17-P-FQ(1)/fq-N	18/09/2017	08:50	1.00	7.89	0.7	1753	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	2
LCC-3613-17-P-FQ(1)/fq-N	06/10/2017	12:55	1.00	7.72	1.02	1967	152.75	217.83	240.45	-	3	-	-	-	0	0	0
LCC-4385-17-P-FQ(1)/fq-N	24/11/2017	10:00	1.20	7.7	0.58	1975	-	-	-	-	3	-	-	-	0	0	5
LCC-4556-17-P-FQ(1)/fq-N	15/12/2017	09:50	0.00	7.75	0.98	2230	161.07	218.03	240.45	-	3	-	-	-	0	0	14
<b>PROMEDIO</b>			<b>0.95</b>	<b>7.76</b>	<b>1.21</b>	<b>1857.83</b>	<b>136.82</b>	<b>226.29</b>	<b>331.45</b>	<b>8.64</b>	<b>3</b>	<b>0.0290</b>	<b>0.0045</b>	<b>0.003</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

LMP: Límite Máximo permisible de acuerdo al D.S. N° 031-2010 S.A. y su Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano

**Fuente: EPSEL**




**Cuadro N° 07: Resultados de Análisis Físico – Químico y Microbiológico de Pozo N° 2 PICS I Enero – Diciembre 2018**

EPSEL S.A.  
GERENCIA GENERAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO - QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE POZO N°2 PICS I  
ENERO - DICIEMBRE 2018

COOD00	FECHA MUESTREO	HORA	CLORO LIBRE(ppm)	PH	TURB U.N.T	CONDUCT US/cm	D.T mg/L	CL mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L	As ug/L	COLOR UCveP/Co	Fe mg/L	Cu mg/L	Na mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L	Cd mg/L	Pb mg/L	Cr mg/L	COL TOTAL UFC/100ml	COL FECAL UFC/100ml	R.H UFC/ml
LMP			<0.5	8.5 A 8.5	5	1500	500	250	250	50	0.01	15.000	0.300	3.000	200	2	0.400	0.003	0.010	0.050	0	0	500
LCC-0129-18-P	12/01/2018	09:20	1.00	7.76	0.35	2109	161.68	211.23	207.46	7.86	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	16
LCC-403-18-P	02/02/2018	10:00	1.00	7.74	0.98	2351	-	-	-	-	0.0040	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-0897-18-P	23/03/2018	12:25	2.00	7.58	0.59	2293	185.44	217.33	219.78	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-1383-18-P	26/04/2018	08:05	1.20	7.77	0.5	2264	254.23	224.56	231.47	6.74	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-1651-18-P	11/05/2018	12:30	1.30	7.67	2.18	2346	-	-	-	-	-	3	2.18	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-1843-18-P	05/06/2018	12:32	1.60	7.73	1.10	2203	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	13
LCC-2519-18-P	24/07/2018	12:40	1.20	7.75	1.05	2241	248.24	226.33	465.32	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	4
LCC-2747-18-P	07/08/2018	09:00	0.90	7.69	1.1	1811	272.61	220.03	406.33	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	4
LCC-3129-18-P	11/09/2018	09:25	1.20	7.83	1.06	1827	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	8
LCC-3423-18-P	03/10/2018	09:18	1.00	7.65	2.49	1843	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	25
LCC-3945-18-P	19/11/2018	12:25	1.00	7.28	0.37	1915	216.94	219.93	264.89	7.16	-	3	0.0160	0.0020	340	0.0089	0.0030	-	-	-	0	0	14
LCC-4445-18-P	20/12/2018	09:55	1.40	7.11	0.39	1813	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7
PROMEDIO			1.23	7.63	1.07	2111	226.52	219.90	299.21	7.25	0.004	3	0.0160	0.0020	340	0.0089	0.0030	0.00001	0.0002	0.0001	0	0	1

LMP: Límite Máximo permisible de acuerdo al D.S. N° 001.2010 S.A. y su Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano

Fuente: EPSEL

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLÓGICOS DE POZO N°2 PICS1																							
ENERO - DICIEMBRE 2018																							
CODIGO	FECHA MUESTREO	HORA	CLORO LIBRE (ppm)	PH	TURB U.N.T	CONDUC T Us/cm	D.T mg/L	CL mg/L	SO4 mg/L	NO3 mg/L	As ug/L	COLOR	Fe mg/L	Cu mg/L	Na mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L	Cd mg/L	Pb mg/L	Cr mg/L	COL.TOTAL UFC/100ml	COL.FECAL UFC/100ml	R.H UFC/ml
LMP			<0.5	6.5 A 8.5	5	1500	500	250	250	50	0.01	15	0.300	3.00	200.00	2	0.400	0.003	0.010	0.050	0	0	500
LCC-0129-18-P	12/01/2018	09:20	1.00	7.76	0.35	2109	181.68	211.23	207.46	7.86	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	16
LCC-403-18-P	02/02/2018	10:00	1.00	7.74	0.98	2351	-	-	-	-	0.004	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-0997-18-P	23/03/2018	12:25	2.00	7.58	0.59	2293	185.44	217.33	219.78	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-1382-18-P	26/04/2018	08:05	1.20	7.77	0.5	2284	254.23	224.56	231.47	6.74	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-1651-18-P	11/05/2018	12:30	1.30	7.67	2.18	2346	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
LCC-1943-18-P	05/06/2018	12:32	1.60	7.73	1.10	2203	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	13
LCC-2519-18-P	24/07/2018	12:40	1.20	7.75	1.05	2241	248.24	226.33	465.32	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	4
LCC-2747-18-P	07/08/2018	09:00	0.90	7.69	1.10	1811	272.61	220.03	406.33	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	4
LCC-3129-18-P	11/09/2018	09:25	1.20	7.83	1.06	1827	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	8
LCC-3423-18-P	03/10/2018	09:18	1.00	7.65	2.49	1843	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	25
LCC-3945-18-P	16/11/2018	12:25	1.00	7.28	0.37	1915	216.94	219.93	264.89	7.16	-	3	0.0160	0.0020	340	0.089	0.003	-	-	-	0	0	14
LCC-4445-18-P	20/12/2018	09:00	1.40	7.11	0.39	1813	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00001	0.00002	0.0001	0	0	1
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.23</b>	<b>7.63</b>	<b>1.01</b>	<b>2086.33</b>	<b>226.52</b>	<b>219.90</b>	<b>299.21</b>	<b>7.25</b>	<b>0.004</b>	<b>3</b>	<b>0.0160</b>	<b>0.0020</b>	<b>340</b>	<b>0.089</b>	<b>0.003</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>7</b>

LMP: Límite Máximo permisible de acuerdo al D.S. N° 031-2010 S.A. y su Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano

**Fuente: EPSEL**

## 8.5. Anexos 05: Levantamiento topográfico

### Trabajo de campo

Se hizo el reconocimiento de campo y el levantamiento topográfico

Fotografía 5: Reservorios de 200 m<sup>3</sup> y 500 m<sup>3</sup> del tipo elevados.



Fuente: propia

Fotografía 6: Trabajo de topografía



Fuente: propia

Fotografía 7: Levantamiento topográfico, con el equipo topográfico : estación total



**Fuente:** propia

Fotografía 8: Levantamiento topográfico, gabinete



**Fuente:** propia

Fotografía 9: Levantamiento topográfico del área de estudio del proyecto (buzones)



**Fuente:** propia

Fotografía 10: Tomando lectura en los buzones de la zona central de Picsi



**Fuente:** propia

Fotografía 11: Tomando lectura en los buzones de la calle Bernal.



**Fuente:** propia

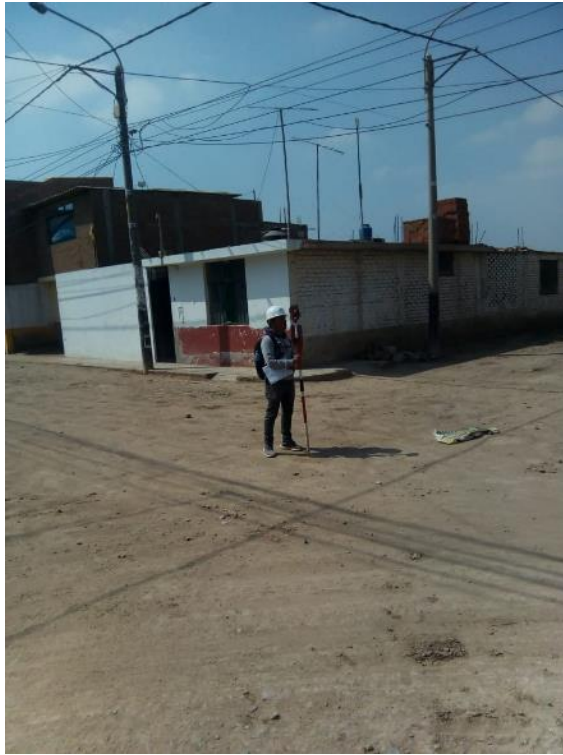
Fotografía 12: Tomando lectura en los buzones de la calle Túpac Amaru.



**Fuente:** propia



Fotografía 13: Tomando lectura en los buzones de la calle Leguía



**Fuente:** propia

Fotografía 14: Levantamiento topográfico en la avenida Grau.



**Fuente:** propia

Fotografía 15: Levantamiento topográfico en la avenida Grau.



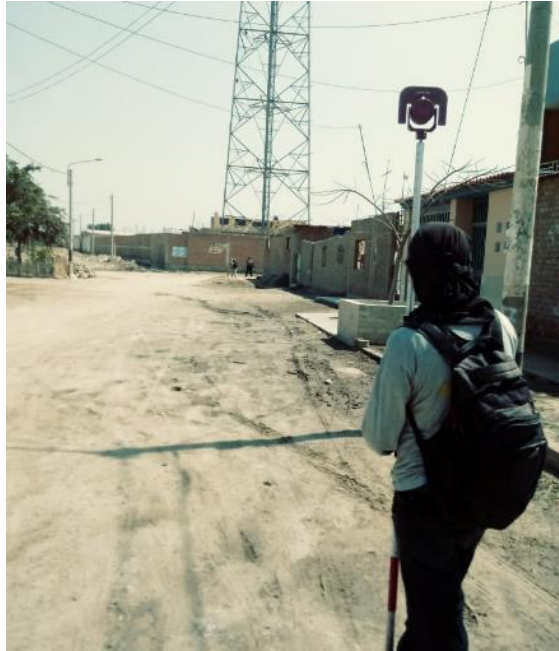
**Fuente:** propia

Fotografía 16: Levantamiento topográfico, marcando puntos de referencia



**Fuente:** propia

Fotografía 17: Levantamiento topográfico, levantando la zona de la calle Santa Rosa



**Fuente:** propia

Fotografía 18: Levantamiento topográfico, levantando la zona de la calle de San Isidro



**Fuente:** propia

Fotografía 19: Levantamiento topográfico, puntos referenciales en buzones



**Fuente:** propia

Fotografía 20: Puntos topográficos, esquinas de manzana para la construcción del plano topográfico



**Fuente:** propia

Fotografía 21: Levantamiento topográfico, esquinas de manzana



**Fuente:** propia

Fotografía 22: Levantamiento topográfico, grupo de trabajo



**Fuente:** propia

Fotografía 23: Levantamiento topográfico, en la zona de la calle El Carmen



**Fuente:** propia

Fotografía 24: Levantamiento topográfico, en la entrada de Pisci



**Fuente:** propia

Fotografía 25: Levantamiento topográfico de la zona de estudio.



**Fuente:** propia

Fotografía 26: Levantamiento topográfico en la calle Santa Ana



**Fuente:** propia

Fotografía 27: Levantamiento topográfico, con el equipo de trabajo



**Fuente:** propia

## PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADOS CON LA ESTACIÓN TOTAL

### BUZONES

LECTURA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
31	635796.426	9256961.37	47.5081	BZ
32	635761.443	9256864.44	48.0816	BZ
53	635801.035	9257011.12	47.4084	BZ
54	635803.304	9257060.81	47.2009	BZ
67	635763.299	9257083.21	47.0608	BZ
88	635798.909	9257320.63	46.3639	BZ
95	635800.744	9257244.89	46.6367	BZ
102	635802.017	9257168.53	46.8871	BZ
106	635803.287	9257096.38	47.0742	BZ
126	635744.104	9257130.53	46.77	BZ
127	635690.501	9257161.64	46.7424	BZ
134	635704.975	9257190.38	46.6774	BZ
153	635635.434	9257192.89	46.4959	BZ
156	635589.273	9257220.48	46.532	BZ
170	635565.479	9257167.41	46.5053	BZ
182	635614.064	9257270.35	46.3094	BZ
189	635575.268	9257290.61	46.1703	BZ
206	635648.823	9257253.62	46.3756	BZ
215	635684.232	9257234.78	46.4372	BZ
222	635717.708	9257215.57	46.487	BZ
228	635749.622	9257196.67	46.5046	BZ
252	635533.505	9257198.68	46.3462	BZ
256	635554.714	9257243.84	46.3024	BZ
258	635476.473	9257292.63	46.1991	BZ
280	635472.722	9257337.65	45.8828	BZ
281	635472.422	9257330.17	45.8255	BZ
293	635467.777	9257383.88	45.6629	BZ
297	635462.585	9257413.13	45.8522	BZ
309	635460.436	9257451.32	45.5182	BZ
321	635527.242	9257334	45.8248	BZ
327	635545.151	9257343.74	45.8607	BZ
328	635542.157	9257326.93	46.0012	BZ
332	635584.458	9257329.14	45.8913	BZ
337	635637.232	9257325.4	46.017	BZ
338	635611.037	9257324.25	45.9146	BZ
339	635617.383	9257343.09	45.9186	BZ
349	635543.483	9257412.65	45.6499	BZ
382	635616.447	9257414.3	45.929	BZ
386	635580.775	9257413.03	45.9143	BZ
390	635582.676	9257346.48	45.806	BZ



401	635649.4	9257326.45	45.967	BZ
430	635646.754	9257419.85	46.1686	BZ
431	635648.113	9257377.21	46.1363	BZ
432	635649.306	9257345.77	46.1444	BZ
441	635689.518	9257322	46.2819	BZ
447	635688.356	9257281.61	46.2792	BZ
466	635735.486	9257317.91	46.2516	BZ
497	635685.81	9257457.24	46.5038	BZ
498	635686.858	9257424.64	46.2612	BZ
499	635683.405	9257378.55	46.1676	BZ
500	635688.191	9257375.42	46.2213	BZ
514	635728.76	9257269.57	46.484	BZ
532	635732.767	9257395.63	46.2937	BZ
546	635727.499	9257474.45	46.493	BZ
571	635651.446	9257419.99	46.2514	BZ
585	635575.688	9257417.54	45.9934	BZ
589	635543.56	9257416.51	45.8691	BZ
590	635511.781	9257415.44	45.8575	BZ
607	635650.066	9257452.39	46.1941	BZ
619	635628.106	9257483.34	46.3577	BZ
620	635634.919	9257454.77	45.9051	BZ
642	635574.092	9257454.98	45.668	BZ
656	635514.097	9257452.54	45.6754	BZ
660	635440.3	9257519.43	45.5597	BZ
673	635575.298	9257520.31	46.0736	BZ
674	635507.257	9257525.27	45.7499	BZ
675	635451.03	9257449.59	45.7076	BZ
698	635443.189	9257570.1	45.717	BZ
714	635406.796	9257637.94	45.4816	BZ
718	635408.587	9257628.8	45.2398	BZ
727	635498.904	9257568.7	46.1505	BZ
731	635552.811	9257563.74	46.2891	BZ
732	635622.315	9257560.23	46.8024	BZ
774	635669.903	9257556.77	47.086	BZ
775	635718.308	9257553.23	47.1646	BZ
798	635711.247	9257622.69	47.2572	BZ
834	635796.439	9257396.53	46.5181	BZ
846	635792.298	9257472.65	46.6026	BZ
858	635783.068	9257547.85	47.0448	BZ
868	635773.632	9257607.65	47.5177	BZ
876	635758.496	9257668.15	47.4612	BZ
921	635818.589	9257378.69	46.7171	BZ
928	635816.749	9257434.7	46.8431	BZ
934	635815.731	9257490.78	46.8889	BZ
943	635805.143	9257567.69	47.3543	BZ

998	635709.248	9257671.05	46.9901	BZ
999	635704.892	9257673.07	46.8789	BZ
1009	635616.495	9257685.5	46.0083	BZ
1015	635560.571	9257692.38	46.0324	BZ
1016	635568.36	9257691.76	45.9232	BZ
1032	635614.462	9257692.76	46.1465	BZ
1053	635665.112	9257623.58	46.9085	BZ
1054	635618.693	9257625.13	46.2593	BZ
1081	635486.443	9257633.3	45.9095	BZ
1082	635576.306	9257629.4	46.1239	BZ
1084	635789.013	9257642.07	47.2595	BZ
1085	635779.349	9257695.53	47.6958	BZ
1098	635849.698	9257647.26	47.1124	BZ
1113	635828.255	9257729.56	47.4775	BZ
1132	635859.787	9257611.91	47.149	BZ
1147	635903.624	9257603.89	46.7759	BZ
1158	636003.459	9257576.91	46.6448	BZ
1171	636071.7	9257556.26	47.3793	BZ
1188	635872.965	9257532.36	46.8771	BZ
1195	635926.235	9257519.62	46.7962	BZ
1205	635984.564	9257503.5	46.487	BZ
1226	635844.59	9257492.69	46.6263	BZ
1241	635874.896	9257470.19	46.6551	BZ
1255	635880.074	9257325.3	46.8493	BZ
1257	635877.935	9257394.6	46.665	BZ
1264	635925.325	9257455.76	46.5748	BZ
1268	635968.976	9257442.67	46.6402	BZ
1269	635685.332	9257483.54	46.7617	BZ
1307	636016.465	9257626.72	46.7784	BZ
1312	636023.279	9257645.89	46.9885	BZ
1313	636038.791	9257713.29	47.4375	BZ
1335	635950.065	9257376.53	46.9623	BZ
1343	635999.316	9257434.07	46.8534	BZ
1344	636032.392	9257423.75	47.22	BZ
1345	635621.215	9257419.24	46.0661	BZ
1361	636054.639	9257498.45	47.5035	BZ
1372	636090.134	9257627.85	47.6493	BZ
1373	636110.765	9257695.11	47.5284	BZ
1382	636014.087	9257364.34	47.1534	BZ
1411	635995.022	9257304.34	46.8325	BZ
1423	635930.223	9257320.75	46.8993	BZ
1424	635468.767	9257368.2	45.6448	BZ
1447	635902.465	9257243.45	46.9983	BZ
1465	635907.045	9257260.37	47.0041	BZ
1466	635940.404	9257170.08	47.1211	BZ

1467	635973.626	9257163.2	47.6901	BZ
1484	635959.3	9257241.93	47.0005	BZ
1490	635855.022	9257139.84	47.2257	BZ
1510	635880.838	9257189.75	47.0362	BZ
1530	635820.586	9257270.18	46.9589	BZ
1531	635862.266	9257257.3	47.1009	BZ
1545	636068.858	9257186.96	47.4308	BZ
1579	635787.292	9256933.07	47.9383	BZ
1581	635774.171	9256937.76	47.5301	BZ
1604	635964.961	9257231.49	46.996	BZ
1617	635942.096	9257174.51	47.0955	BZ
1657	635998.118	9257153.84	47.5541	BZ
1674	635913.203	9257103.31	47.3462	BZ
1699	636021.044	9257207.27	47.4595	BZ
1731	636115.252	9257167.5	47.4862	BZ
1768	635966.769	9257082.79	47.5118	BZ
1784	636016.862	9257045.78	47.9764	BZ
1795	635998.096	9257066.51	47.6739	BZ
1815	635942.625	9257023.53	47.7506	BZ
1816	635938.984	9257008.48	47.738	BZ
1822	635924.242	9256980.48	47.7737	BZ
1829	635915.117	9256950.76	47.8752	BZ
1845	635942.791	9257092.67	47.5592	BZ
1886	635897.881	9257063.59	47.3363	BZ
1908	635825.62	9257087.44	47.5654	BZ
1925	635888.145	9257006.85	47.4695	BZ
1937	635877.975	9256952.71	47.7573	BZ
1962	635823.413	9257154.21	47.3774	BZ
1971	635824.676	9256958.04	47.894	BZ
2004	635865.594	9256902.62	48.072	BZ
2031	635819.415	9256832.2	48.0302	BZ
2040	635786.034	9256790.83	48.0504	BZ
2062	635735.621	9256737.82	48.0381	BZ
2082	635782.191	9256832.11	47.9012	BZ
2102	635805.615	9256891.41	47.9108	BZ
2166	635821.285	9257212.64	47.1892	BZ
2189	635820.571	9257321.73	46.6492	BZ
2213	635739.55	9256952.43	47.4887	BZ
2214	635720.448	9256968.31	47.2925	BZ
2215	635745.177	9257030.39	47.1179	BZ
2217	635775.315	9256904.77	47.5994	BZ

**Fuente:** Propia

### BMS Y ESTACIONES

LECTURA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
2	635779.862	9256829.74	47.947	BM1
3	635786.022	9256933.08	48.1464	BM2
46	635805.778	9257044.55	47.7264	A1
359	635513.961	9257383.97	45.8624	A2
801	635721.151	9257561.98	47.4398	A4
802	635727.81	9257545.76	47.3197	A4
1256	635878.471	9257324.92	46.8464	A5
2094	635809.049	9256890.62	47.9985	A6
2204	635830.417	9257265.2	47.157	BM3
2205	635814.395	9257534.73	46.933	BM4

**Fuente:** Propia

#### 8.6. Anexo 06: Presiones manométricas

##### Trabajo de campo

Fotografía 28: Equipamiento necesario para realizar las lecturas en los grifos de las viviendas



**Fuente:** propia

Fotografía 29: Realizando la medida de lectura del manómetro en la entrada de una vivienda



**Fuente:** propia

Fotografía 30: Realizando las lecturas manométricas de la presión en la entrada de la vivienda



**Fuente:** propia

Fotografía 31: Realizando las lecturas manométricas en el extremo de la Calle Real



**Fuente:** propia

Fotografía 32: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en Vista Florida



**Fuente:** propia

Fotografía 33: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en la calle Vista Florida



**Fuente:** propia

Fotografía 34: Realizando las lecturas manométricas de la presión en la calle Leguía



**Fuente:** propia

Fotografía 35: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en la calle San Isidro



**Fuente:** propia

Fotografía 36: Realizando las lecturas manométricas de la presión de agua en CA Vista Florida



**Fuente:** propia

**TABLA DE RESULTADOS**

<b>Mediciones</b>	<b>Lectura en Bar</b>	<b>Lectura en metros columna de agua (1 bar=10.22 mca)</b>	<b>Reglamento</b>	<b>Condición</b>
1	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
2	0.35	3.57	10.2	NO CUMPLE
3	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
4	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
5	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
6	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
7	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
8	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
9	0.5	5.1	10.2	NO CUMPLE
10	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
11	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
12	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
13	0.3	3.06	10.2	NO CUMPLE
14	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
15	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
16	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
17	0.3	3.06	10.2	NO CUMPLE
18	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
19	0.5	5.1	10.2	NO CUMPLE
20	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
21	0.15	1.53	10.2	NO CUMPLE
22	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
23	0.35	3.57	10.2	NO CUMPLE
24	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
25	0.35	3.57	10.2	NO CUMPLE
26	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
27	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
28	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
29	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
30	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
31	0.1	1.02	10.2	NO CUMPLE
32	0.35	3.57	10.2	NO CUMPLE
33	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
34	0.45	4.59	10.2	NO CUMPLE
35	0.15	1.53	10.2	NO CUMPLE
36	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
37	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
38	0.5	5.1	10.2	NO CUMPLE
39	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE



40	0.1	1.02	10.2	NO CUMPLE
41	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
42	0.3	3.06	10.2	NO CUMPLE
43	0.4	4.08	10.2	NO CUMPLE
44	0.45	4.59	10.2	NO CUMPLE
45	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
46	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
47	0.3	3.06	10.2	NO CUMPLE
48	0.2	2.04	10.2	NO CUMPLE
49	0.25	2.55	10.2	NO CUMPLE
50	0.3	3.06	10.2	NO CUMPLE

## 8.7. Anexo 07: Esquineras de agua potable

### Trabajo de campo

Fotografía 37: Realizando la medición de esquineras de agua potable



**Fuente:** propia

Fotografía 38: Esquinera de agua potable en la calle Congreso



**Fuente:** propia

Fotografía 39: Realizando esquinera de agua en la calle Elías Aguirre



**Fuente:** propia

Fotografía 40: Trabajo de campo, esquinera de agua



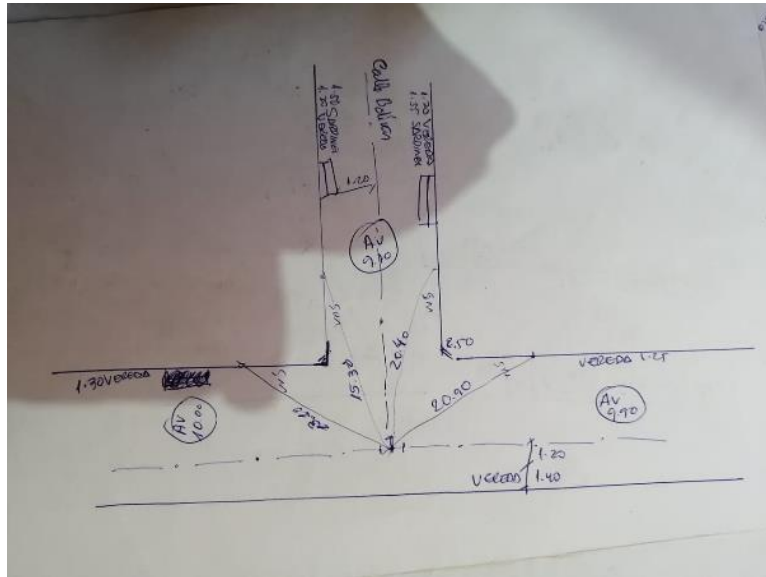
**Fuente:** propia

Fotografía 41: Trabajo de campo, esquinera en calle Leguía



**Fuente:** propia

Fotografía 42: Trabajo en campo de esquinas de agua



Fuente: Propia

## 8.8. Anexo 08: Esquinas de desagüe

### Trabajo de campo

Fotografía 43: Inspeccionando buzón para ver el sentido del flujo y el nivel de colmatación



Fuente: propia

Fotografía 44: Realizando la medición de altura de buzón, cota de llegada y salida



**Fuente:** propia

Fotografía 45: Realizando la inspección de buzones



**Fuente:** propia

Fotografía 46: Realizando le medición de altura de buzón (cota de tapa)



**Fuente:** propia

Fotografía 47: Realizando la medición de altura de buzón con la varilla de fierro de ½”



**Fuente:** propia

Fotografía 48: Realizando la inspección a los buzones de la Calle Progreso



**Fuente:** propia

## 8.9. Anexo 09: Memoria de Cálculo

### Cálculo de la demanda de agua potable

#### Método aritmético:

$$Pf = Po (1 + i * t)$$

Donde:

Pf =	Población futura al cabo de " t "
Po =	años
i =	Población Inicial
t =	Tasa anual de crecimiento.
	Tiempos en años entre Po y Pf

En el año 2015 el INEI estimó una población total de 4565 habitantes

Sexo	Población total	%
Hombres	2198	48.15
Mujeres	2367	51.85
<b>Total de población</b>	<b>4565</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI 2015

<b>Pob. En el año 2015=</b>	4565 Hab.
<b>i=</b>	1.0%
<b>t=</b>	4 años
<b>Población en el 2019=</b>	4567 hab.

La población se proyectará al año en que se realizó la evaluación (2019)

N°	Año	Población Proyectada (hbtes.)
0	2015	4565
1	2016	4611
2	2017	4656
3	2018	4702
<b>4</b>	<b>2019</b>	<b>4748</b>
5	2020	4793
6	2021	4839
7	2022	4885
8	2023	4930
9	2024	4976
10	2025	5022
11	2026	5067
12	2027	5113
13	2028	5158
14	2029	5204
15	2030	5250
16	2031	5295
17	2032	5341
18	2033	5387
19	2034	5432
20	2035	5478

## Memoria de Cálculo

### PARÁMETROS DE DISEÑO - AGUA POTABLE

1. Período de diseño:		20 años	
2. Población actual:	ciudad	4,565	Año 2015
3. Población de diseño:	ciudad	4,748	Año 2019
4. Dotación:		220	lt/hab/día

(Fuente INEI)  
(Ver Hoja de Población)  
(Reglamento Nacional de Edificaciones)

#### 5. Caudal Promedio Qp:

$Q_p = \text{Población} \times \text{Dotación} / 86400$
$Q_p = 12.09 \text{ lt/seg}$

#### 6. Caudal Máximo Diario (Qmd):

$Q_{md} = Q_p \times k_1$
---------------------------

K1 = 1.3

$Q_{md} = 15.72 \text{ lt/seg}$
---------------------------------

#### 7. Caudal Máximo Horario (Qmh):

$Q_{mh} = Q_p \times k_2$
---------------------------

K2 = 2.5

$Q_{mh} = 30.22 \text{ lt/seg}$
---------------------------------

#### 8. Caudal de Bombeo:

$Q_b = Q_{md} \times 24/t$
----------------------------

Parámetros	año 0	año 2019
Población diseño:	4,565	4,748
Dotación (lt/hab/día) :	220	220
Qp (l/s)	11.62	12.09
Qmd (l/s)	15.11	15.72
Qmh (l/s)	29.06	30.22
Horas Bombeo (h)	12	16
Qb (l/s)	30.22	23.57
Qb1 (l/s) Pozo 1	15.00	15.00
Qb2 (l/s) Pozo 2 (nuevo)	15.22	8.57

Si bien es cierto se tiene el cálculo de caudales domésticos, sin embargo, aún faltaría tomar en cuenta los caudales para Establecimientos de instituciones Públicas, locales comerciales, bodegas, locales sociales y de recreación y así estimar la demanda total.

### **Cálculo de la dotación de estos establecimientos públicos según la norma IS 010 de Instalaciones Sanitarias**

#### **Establecimientos en la zona urbana de Picsi:**

Descripción	Área
Templo de adventistas	565.00 m2
Centro educativo inicial	1032.00 m2
Parque vista florida	1628.18 m2
Coliseo Vista florida	1506.13 m2
I.E. Felipe Santiago Salaverry	5246.55 m2
Epsel	905.20 m2
Parque	996.10 m2
Mercado comercio	382.90 m2
Area deportiva	411.10 m2
Educación	502.00 m2
Educación	2953.20 m2
Parque	543.80 m2
Servicio Comunal	587.20 m2
Local	196.00 m2
Municipalidad	406.33 m2
Servicio comunal	165.00 m2
Servicio de salud	520.80 m2
Local	196.00 m2
Parque principal	3500.00 m2
Servicio comunal	155.50 m2
PNP	397.00 m2
Coliseo	1159.20 m2
Servicio comunal	250.40 m2
Area de Rserva	589.20 m2
Plataforma deportiva	600.00 m2
Centro materno	198.00 m2
Grifo	602.00 m2
Idal comercio	352.94 m2
Estadio Municipal	16528.06 m2

## DOTACIONES POR CATEGORÍA

### EDUCACIÓN

#### Instituciones educativas y programas en el centro poblado Picsi

Nombre IE	Nivel/Modalidad	Alumnos	Docentes	Dotación	Consumo
080 Tesoritos de María	Inicial Jardín	46	2	50.00 l/pers/día)	2400.00 l/día
Felipe Santiago Salaverry	Secundaria	371	27	50.00 l/pers/día)	19900.00 l/día
10012 Manuel Amador Fortunado Guerrero Torres	Primaria	388	17	50.00 l/pers/día)	20250.00 l/día
Ceba- Ciro Alegría	Básica Alternativa - Inicial e intermedio avanzado	331	16	50.00 l/pers/día)	17350.00 l/día
Joyitas de Jesús	Inicial,Primaria,secundaria	94	15	50.00 l/pers/día)	5450.00 l/día
San Miguel Colegue	Inicial-jardín, primaria	167	9	50.00 l/pers/día)	8800.00 l/día
Total					74150.00 l/día

**TOTAL EDUCACIÓN 74150.00 l/día**



## Áreas Verdes y Recreacionales

### Áreas verdes

Descripción	Área	Dotación	Consumo (l/día)
Parque vista florida	1628.18 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	3256.36 L/día
Parque	996.10 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	1992.20 L/día
Area deportiva	411.10 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	822.20 L/día
Parque	543.80 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	1087.60 L/día
Parque principal	3500.00 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	7000.00 L/día
Area de Reserva	589.20 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	1178.40 L/día
Plataforma deportiva	600.00 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	1200.00 L/día
Cementerio Picsi	250.00 m <sup>2</sup>	2.00 Lt/m <sup>2</sup> /día	500.00 L/día
Total			16536.76 L/día

### Centros Recreacionales

Descripción	Capacidad de espectadores	Dotación	Consumo (l/día)
Estadio Municipal	4500	1.00 L/espectador	4500.00 L/día
Coliseo Vista Florida	300	1.00 L/espectador	300.00 L/día
Coliseo centro de Picsi	100	1.00 L/espectador	100.00 L/día
Total			4900.00 L/día

<b>TOTAL RECRACIONAL</b>	<b>21436.76 L/día</b>
--------------------------	-----------------------

## COMERCIO

### Hostales

Descripción	Número de hostales	Número de dormitorios	Dotación	Consumo (l/día)
Hostal	3	4.00	500 l/día/m <sup>2</sup>	6000 L/día
Total				6000 L/día

### Menú – Restaurantes

Descripción	Área de comedores	Dotación	Consumo (l/día)
Restaurante plaza	50 m <sup>2</sup>	50 L/m <sup>2</sup>	2500 L
Restaurante al frente de la posta médica	45 m <sup>2</sup>	50 L/m <sup>2</sup>	2250 L
Restaurante mercado	30 m <sup>2</sup>	2000 L	2000 L
Restaurante cruzando la Avenida Grau	40 m <sup>2</sup>	2000 L	2000 L
Restaurante cruzando la Avenida Grau	35 m <sup>2</sup>	2000 L	2000 L
Total			10750 L

**Bodegas**

Descripción	Número	Área m2	Dotación (l/día)	Consumo (l/día)
Bodega en la zona vista florida	2	60	6 L/d m2	720 L/día
Bodega zona central Pícsi	2	60	6 L/d m2	720 L/día
Bodega urbanización Pícsi	2	60	6 L/d m2	720 L/día
Total				2160 L/día

**Locales comerciales**

Descripción	Área	Dotación (l/día)	Consumo (l/día)
Local	196.00 m2	6 L/d m2	1176 L/d
Local	196.00 m2	6 L/d m2	1176 L/d
Idal comercio	352.94 m2	6 L/d m2	2118 L/d
Total			4470 L/d

**Mercado**

Descripción	Área	Dotación	Consumo (l/día)
Mercado	382.90 m2	15 l/día/m2	5744 L/d
Total			5744 L/d

**Estación de gasolina**

Descripción	Número de Grifo	Dotación	Consumo (l/día)
Estación de Gasolina Primax	1.00	8000.00 l/d/surtidor	8000 L/d
Total			8000 L/d

**TOTAL COMERCIO****37123 L/d****SOCIAL****Centros Sociales**

Descripción	Área	Dotación L/d
Templo de adventistas	565.00 m2	2200 L/d
Epsel	905.20 m2	2600 L/d
Servicio Comunal	587.20 m2	2200 L/d
Municipalidad	406.33 m2	2100 L/d
Servicio comunal	165.00 m2	1500 L/d
Servicio comunal	155.50 m2	1500 L/d
PNP	397.00 m2	1900 L/d
Servicio comunal	250.40 m2	1700 L/d
Centro materno	198.00 m2	1500 L/d
Estación de bomberos	140.00 m2	1500 L/d
Iglesia pentecostes	108.00 m2	1500 L/d
Comisaría Pícsi antigua	96.00 m2	1500 L/d
Total		21700 L/d

**Centros de Salud**

Descripción	Número de camas	Dotación	Consumo (l/día)
Servicio de salud	3 camas	600 l/día cama	1800 L/d
Total			1800 L/d

<b>TOTAL SOCIALES</b>	23500 L/d
-----------------------	-----------

**PROYECCION POBLACIONAL PARA EL AÑO 2019**

<b>Datos de Base de la ciudad de Pícsi</b>	
Año base	2015
Nº viviendas año base	1093
Pob. año base	4565
D. Viv. año base	4.18

<b>Datos Proyecciones</b>	
Tasa de Crecimiento	1.00%
Año de evaluación	Año 2019

Nº	AÑO	PROY. POBLACIONAL	PROY. VIVIENDAS
0	2015	4565	1093
1	2016	4611	1104
2	2017	4656	1115
3	2018	4702	1126
4	2019	4748	1137
5	2020	4793	1148
6	2021	4839	1159
7	2022	4885	1170
8	2023	4930	1180
9	2024	4976	1191
10	2025	5022	1202
11	2026	5067	1213
12	2027	5113	1224
13	2028	5158	1235
14	2029	5204	1246
15	2030	5250	1257
16	2031	5295	1268
17	2032	5341	1279
18	2033	5387	1290
19	2034	5432	1301
20	2035	5478	1312

### CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE																				
AÑO	POBLACION	% DE PÉRDIDAS	TIPO DE CONEXIONES (UND)						CONSUMO DE AGUA (l/día)						DEMANDA AGUA			CAUDALES		
			DOMESTICO	COMERCIAL	RECREACIONAL	EDUCACIÓN	SOCIAL	TOTAL	DOMESTICO	COMERCIAL	RECREACIONAL	EDUCACIÓN	SOCIAL	TOTAL	l/día	m3/año	Qp (lps)	Qmd (lps)	Qmh (lps)	
0	4565	0%	1093	16	4	6	13	1132	1,004,300.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,160,509.90	1,160,509.90	423,586.11	13.43	17.46	33.58	
1	4611	0%	1104	16	4	6	13	1143	1,014,343.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,170,552.90	1,170,552.90	427,251.81	13.55	17.62	33.88	
2	4656	0%	1115	16	4	6	13	1154	1,024,386.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,180,595.90	1,180,595.90	430,917.50	13.66	17.76	34.15	
3	4702	0%	1126	16	4	6	13	1165	1,034,429.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,190,638.90	1,190,638.90	434,583.20	13.78	17.91	34.45	
4	4748	0%	1137	16	4	6	13	1176	1,044,472.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,200,681.90	1,200,681.90	438,248.89	13.90	18.07	34.75	
5	4793	0%	1148	16	4	6	13	1187	1,054,515.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,210,724.90	1,210,724.90	441,914.59	14.01	18.21	35.03	
6	4839	0%	1159	16	4	6	13	1198	1,064,558.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,220,767.90	1,220,767.90	445,580.28	14.13	18.37	35.33	
7	4885	0%	1170	16	4	6	13	1209	1,074,601.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,230,810.90	1,230,810.90	449,245.98	14.25	18.53	35.63	
8	4930	0%	1180	16	4	6	13	1219	1,084,644.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,240,853.90	1,240,853.90	452,911.67	14.36	18.67	35.90	
9	4976	0%	1191	16	4	6	13	1230	1,094,687.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,250,896.90	1,250,896.90	456,577.37	14.48	18.82	36.20	
10	5022	0%	1202	16	4	6	13	1241	1,104,730.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,260,939.90	1,260,939.90	460,243.06	14.59	18.97	36.48	
11	5067	0%	1213	16	4	6	13	1252	1,114,773.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,270,982.90	1,270,982.90	463,908.76	14.71	19.12	36.78	
12	5113	0%	1224	16	4	6	13	1263	1,124,816.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,281,025.90	1,281,025.90	467,574.45	14.83	19.28	37.08	
13	5158	0%	1235	16	4	6	13	1274	1,134,859.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,291,068.90	1,291,068.90	471,240.15	14.94	19.42	37.35	
14	5204	0%	1246	16	4	6	13	1285	1,144,902.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,301,111.90	1,301,111.90	474,905.84	15.06	19.58	37.65	
15	5250	0%	1257	16	4	6	13	1296	1,154,945.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,311,154.90	1,311,154.90	478,571.54	15.18	19.73	37.95	
16	5295	0%	1268	16	4	6	13	1307	1,164,988.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,321,197.90	1,321,197.90	482,237.23	15.29	19.88	38.23	
17	5341	0%	1279	16	4	6	13	1318	1,175,031.00	37,123.14	21,436.76	74,150.00	23,500.00	1,331,240.90	1,331,240.90	485,902.93	15.41	20.03	38.53	

**Fuente:** Propia

El caudal máximo horario es de 34.75 lts/s para el año 2019, tomando como referencia no solamente el caudal de uso doméstico sino también comercial, educacional, recreacional y social.

**PARAMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO**

1. Período de diseño:	20 años	
	Año	
2. Población actual:	4565 2015	(Fuente INEI)
	Año	(Ver Hoja de
3. Población de diseño:	4748 2019	Población)
4. Dotación:	220 lt/hab/día	(Reglamento Nacional de Edificaciones)

5. Caudal Promedio Qp:

$$Q_p = \text{Población} \times \text{Dotación} / 86400$$

$$Q_p = 12.09 \text{ lt/seg}$$

6. Caudal Máximo Diario (Qmd):

$$Q_{md} = Q_p \times k_1$$

$$K_1 = 1.3$$

$$Q_{md} = 15.72 \text{ lt/seg}$$

7. Caudal Máximo Horario de viviendas (Qmh):

$$Q_{mh} = Q_p \times k_2$$

$$K_2 = 2.5$$

$$Q_{mh} = 30.22 \text{ lt/seg}$$

7. Caudal Máximo Horario Total (Qmaxh):

$$Q_{\text{máx}} = 34.75 \text{ lt/seg}$$

**Abarca locales comerciales, educaciones, sociales y recreacionales**

8. Caudal de diseño (Qdi):

$$Q_{di} = Q_{\text{máx}} + Q_{inf} + Q_{ce}$$

**Contribución doméstica, comercial, estatal y recreacional (Qmáx):**

$$Q_{\text{máx}} = C \times Q_{mh} \dots\dots(1)$$

C= Factor de retorno (80%)

Qmh = Caudal máximo horario total en lit/seg

$$Q_d = 27.80 \text{ lt/seg}$$

**Contribución de infiltración (Qinf)**

$$Q_{inf} = \text{Long. Total alcan.} \times 0.0010$$

$$\text{Long. Total Alcantarillado} = 11,380.99$$

$$Q_{inf} = 11.381 \text{ lt/seg}$$

**Caudal de conexiones erradas**

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

$$Q_{ce} = 1.39 \text{ lt/seg}$$

**Qdiseño**

$$= 40.57 \text{ lt/seg}$$

## CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ALCANTARILLADO PARA EL AÑO 2019

CALCULO DE LA DEMANDA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO											
AÑO	POBLACION N	TIPO DE CONEXIONES (UND)						PRODUCCIO N DE AGUA RESIDUAL (l/dia)	CAUDALES DE DESAGUE		
		DOMESTI CO	COMERCIAL	RECREACION AL	ESTATAL	SOCIAL	TOTAL		Qp	Qmd	Qmh
0	4565	1093	16	4	6	13	1132	928,407.92	10.75	13.98	26.88
1	4611	1104	16	4	6	13	1143	936,442.32	10.84	14.09	27.10
2	4656	1115	16	4	6	13	1154	944,476.72	10.93	14.21	27.33
3	4702	1126	16	4	6	13	1165	952,511.12	11.02	14.33	27.55
4	4748	1137	16	4	6	13	1176	960,545.52	11.12	14.46	27.80
5	4793	1148	16	4	6	13	1187	968,579.92	11.21	14.57	28.03
6	4839	1159	16	4	6	13	1198	976,614.32	11.30	14.69	28.25
7	4885	1170	16	4	6	13	1209	984,648.72	11.40	14.82	28.50
8	4930	1180	16	4	6	13	1219	992,683.12	11.49	14.94	28.73
9	4976	1191	16	4	6	13	1230	1,000,717.52	11.58	15.05	28.95
10	5022	1202	16	4	6	13	1241	1,008,751.92	11.68	15.18	29.20
11	5067	1213	16	4	6	13	1252	1,016,786.32	11.77	15.30	29.43
12	5113	1224	16	4	6	13	1263	1,024,820.72	11.86	15.42	29.65
13	5158	1235	16	4	6	13	1274	1,032,855.12	11.95	15.54	29.88
14	5204	1246	16	4	6	13	1285	1,040,889.52	12.05	15.67	30.13
15	5250	1257	16	4	6	13	1296	1,048,923.92	12.14	15.78	30.35
16	5295	1268	16	4	6	13	1307	1,056,958.32	12.23	15.90	30.58
17	5341	1279	16	4	6	13	1318	1,064,992.72	12.33	16.03	30.83
18	5387	1290	16	4	6	13	1329	1,073,027.12	12.42	16.15	31.05
19	5432	1301	16	4	6	13	1340	1,081,061.52	12.51	16.26	31.28
20	5478	1312	16	4	6	13	1351	1,089,095.92	12.61	16.39	31.53

Fuente: Propia

### 8.10. Anexo 10: Modelamiento de la red de agua con WaterGems

Para proceder al modelado de la red de agua potable en **WaterGems**, se tiene que realizar primeramente la tipología de la red, que ha sido construida con polilíneas y guardado en un archivo dxf para que después importarlo a través de WaterGems.

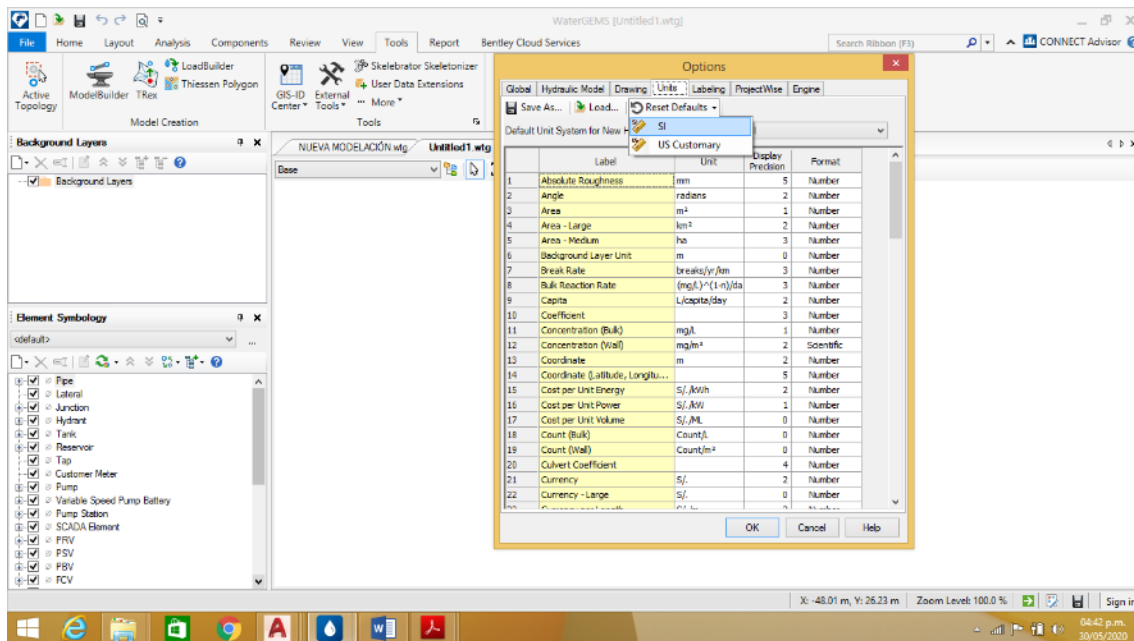
#### 1. Sistema de unidades, opciones de dibujo, prototipos y configuración del cálculo hidráulico

Lo primero que se tiene que hacer en el software es modificar las unidades.

##### 1.1.Unidades

Lo primero que se tiene que hacer en el software es modificar las unidades, por defecto el software opera con el sistema inglés, entonces para ello cambiaremos las unidades al sistema internacional (ver Figura 1).

Figura 1

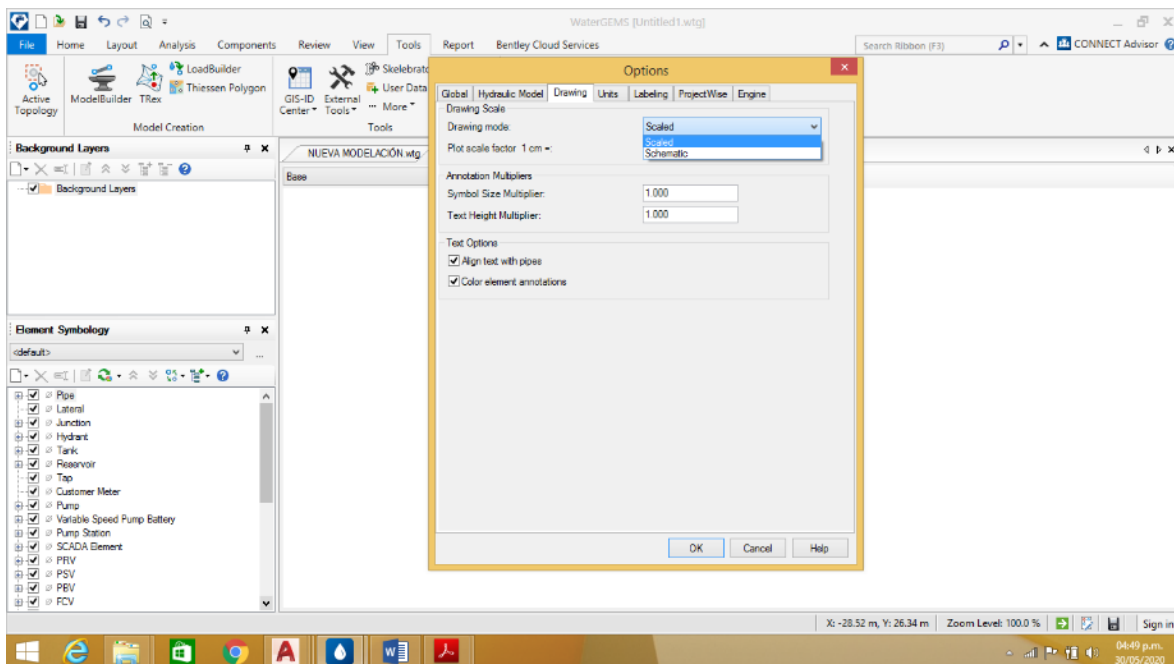


Fuente: WaterGEMS

## 1.2.Opciones de dibujo

WaterGems, define 2 campos para trabajar Respecto al dibujo de la red que son: Escalado y Esquemático. Cuando se escoge el campo escalado se está eligiendo lo que realmente mide. En cambio, si se opta el campo esquemático, las longitudes pueden ser modificadas por el usuario. Para este trabajo, se optará por el escalado (ver Figura 2).

Figura 2

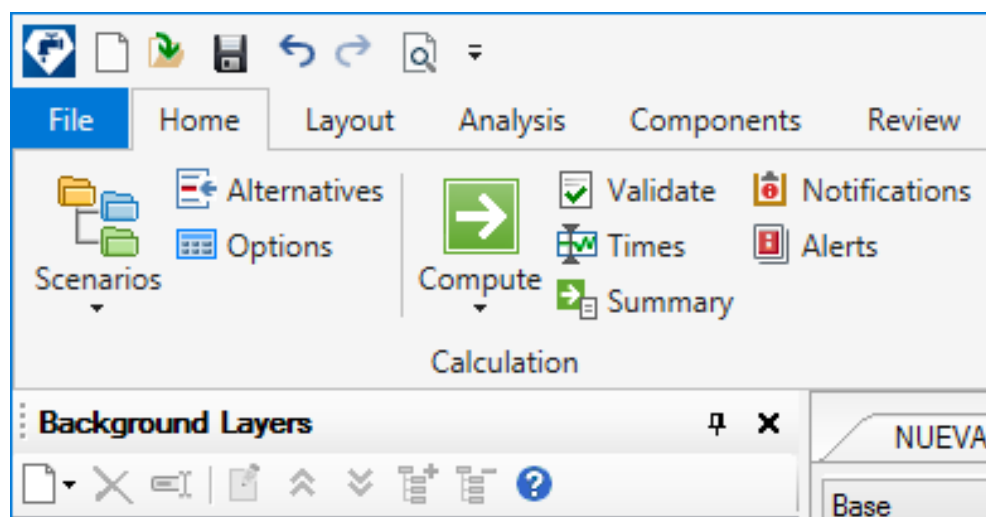


Fuente: WaterGEMS

### 1.3.Opciones de cálculo

Para cambiar las opciones de cálculo, se selecciona el menú Home, seleccionamos Options (Opciones de cálculo) (ver Figura 3).

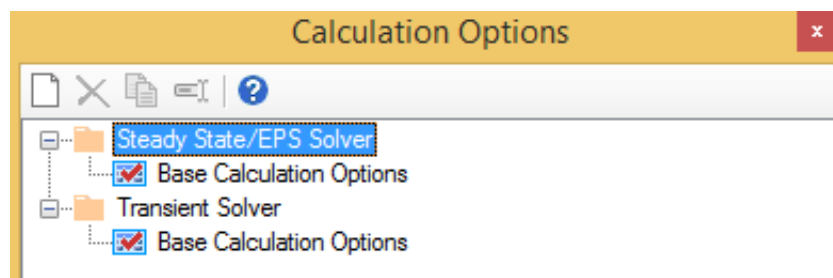
**Figura 3**



**Fuente:** WaterGEMS

Para este trabajo, se empleará la opción Steady State/EPS Solver, se selecciona Base Calculation Options. (ver Figura 4).

**Figura 4**



**Fuente:** WaterGEMS

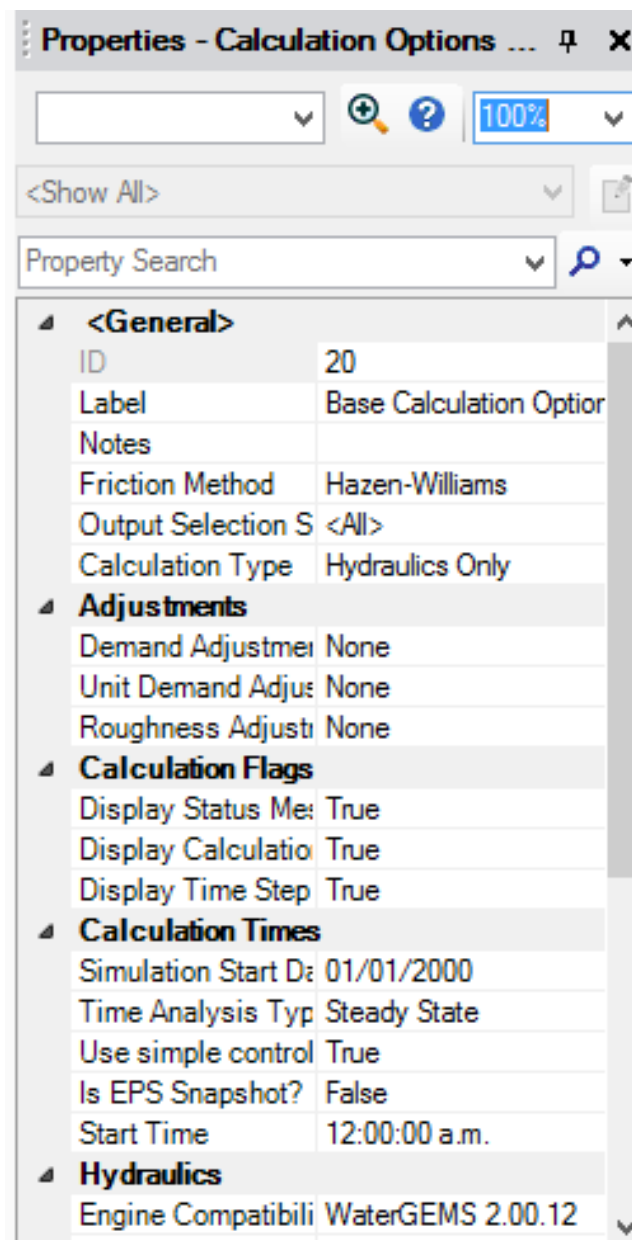
Aparecerá una ventana de propiedades, en esta ventana cambiamos los siguientes campos:

- **Friction Method (método de fricción)**, se empleará la ecuación de Hazen Williams para la red de agua potable (ver Figura 5).
- **Calculation Type (tipo de cálculo)**, se seleccionará Hydraulics Only (cálculo tipo hidráulico).



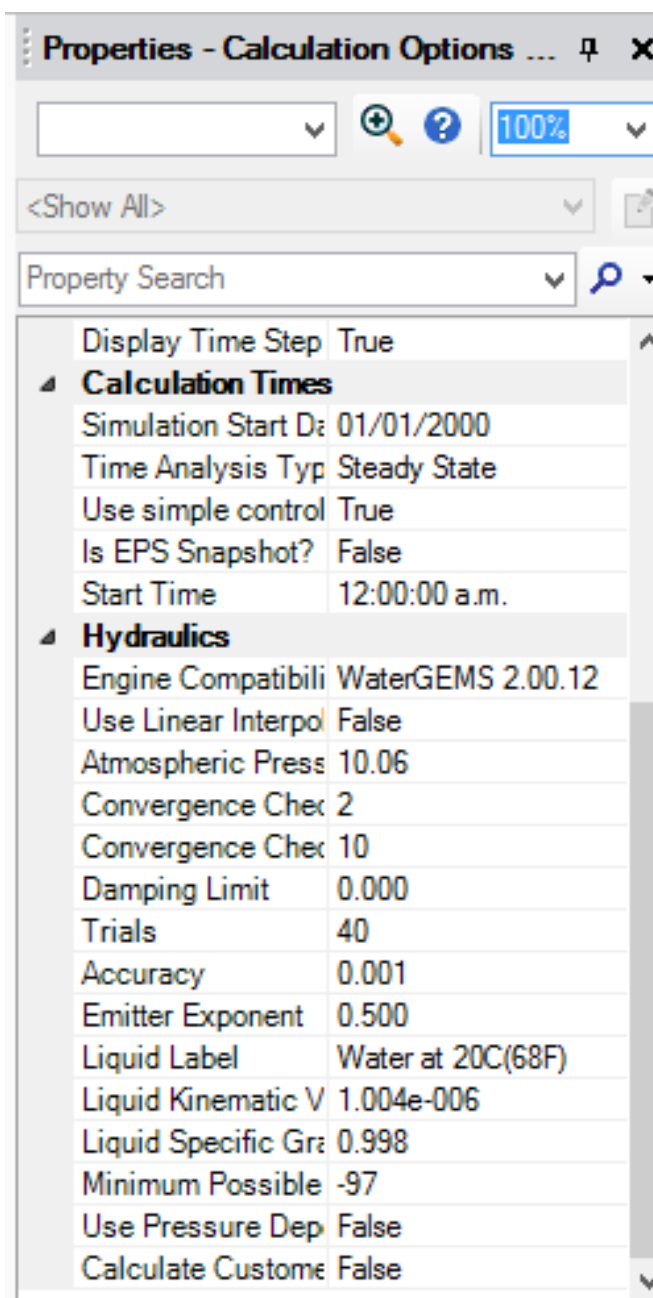
- **Time analysis Type (tipo de análisis a plantear)**, se optará por Steady State (análisis estático).
- **Liquid Label (tipo de líquido a trabajar)**, se trabajará con Water at 20C (Agua), que será el fluido a utilizar (ver Figura 6).

Figura 5



Fuente: WaterGEMS

Figura 6



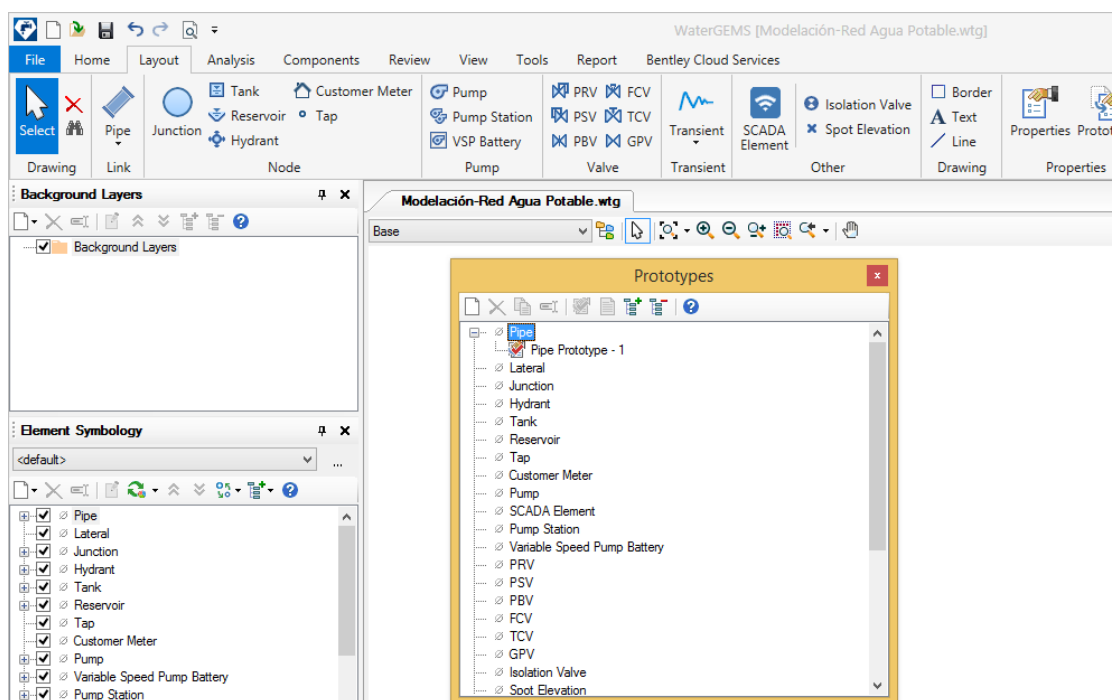
Fuente: WaterGEMS

#### 1.4. Prototipos para el modelado

Esta opción nos permite indicarle el material y el diámetro de las tuberías de la red existente. El diámetro se cambiará ya que la red tiene más de un tipo de diámetro en específico para cada tubería de la red.

Desde Layout, seleccionamos Prototypes (Prototipos), aparecerá una ventana donde elegimos la opción Pipe (tubería) y le damos click en New y se creará un nuevo prototipo (ver Figura 7).

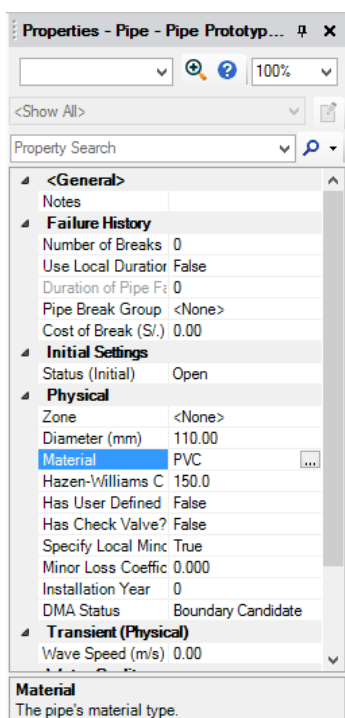
Figura 7



Fuente: WaterGEMS

Por defecto el prototipo sugiere tuberías de 152.4 mm de diámetro con un material Ductile Iron que tiene coeficiente de Hazen Williams  $C=150$ . Estos valores se modificarán a tuberías de 110 mm de diámetro, material de PVC y un Hazen Williams de  $C=150$ , siendo estos valores que servirán para el modelado (ver Figura 8).

Figura 8



Fuente: WaterGEMS

## 2. Construcción del modelo con ModelBuilder

Una vez finalizado lo anterior, se tiene que convertir la red a un archivo dxf que servirá para traerlo al programa a través de la herramienta ModelBuilder para la construcción del modelado.

WaterGems nos permite la construcción inteligente de modelos (en este caso, la red de agua) a partir de archivos externos, que tienen un formato específico, a través de la herramienta.

- Acces
- CAD files
- ESRI Shapefiles
- Excel
- HTML
- Oracle

Todo esto es posible a través de la herramienta ModelBuilder que nos permitirá ahorrar tiempo al momento de modelar la red, sencillamente se tiene que trabajar en las mismas unidades tanto en la fuente externa de los datos, así como en el programa WaterGems.

Al emplear ModelBuilder puede presentarse problemas de conectividad y estos pueden ser debido a errores en el dibujo de la red en el archivo fuente. Como, por ejemplo:

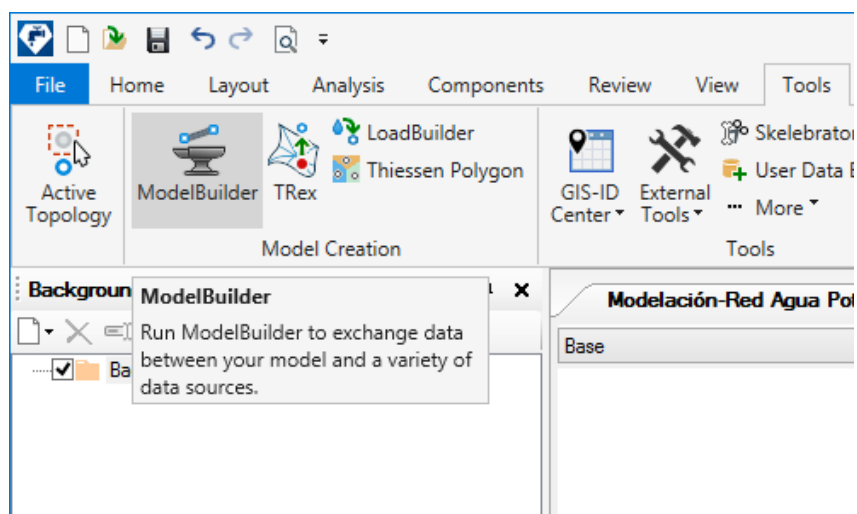
- Tuberías sin nodos finales
- Tuberías que no se conectan

Entonces, ModelBuilder nos permite solucionar estos inconvenientes de conectividad:

- Añade nodos a tuberías que no tienen.
- Permite establecer una tolerancia entre nodo y nodo, juntando y separando nodos que no cumplan con dicha tolerancia.

Entonces para empezar a realizar la construcción automática en WaterGems de la red. En la opción Tools, luego a través de ModelBuilder (ver Figura 9)

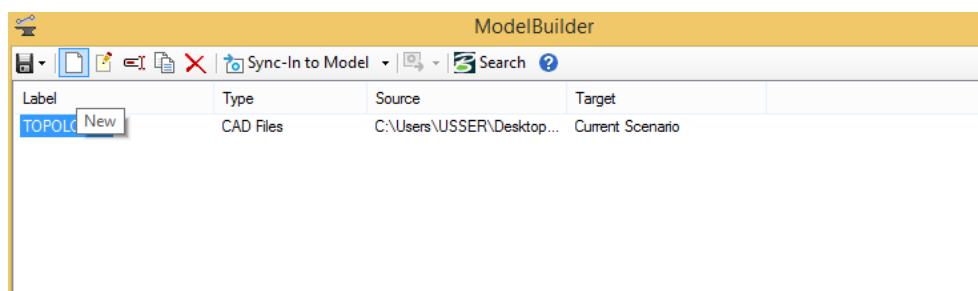
Figura 9



Fuente: WaterGEMS

Ya en ModelBuilder crearemos un nuevo (New) (ver Figura 10).

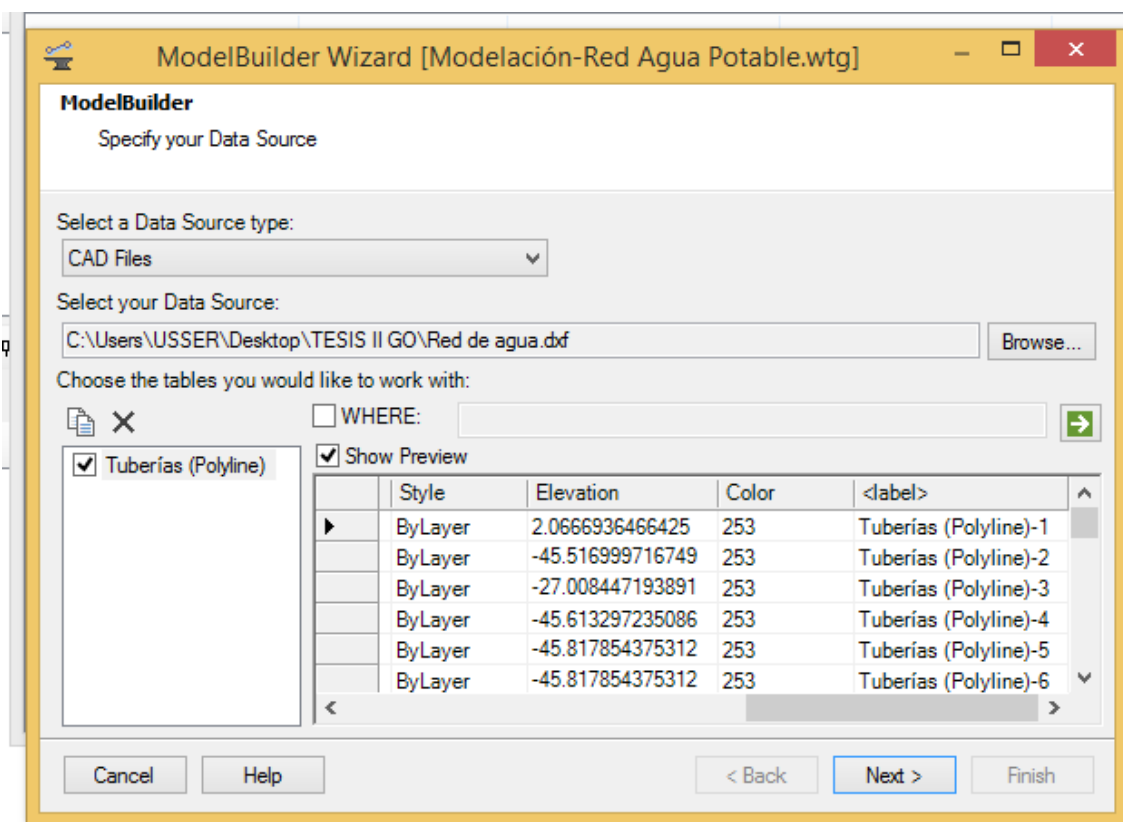
Figura 10



Fuente: WaterGEMS

En este caso, el tipo de base de datos que se incluirá al modelado será un archivo CAD (CAD files). En el siguiente campo ubicamos la data que se encuentra en los archivos en la carpeta TESIS II GO, Red de Agua. Luego se procederá a seleccionar la capa de Tuberías del archivo CAD mediante un check. Después se elige la opción Show Preview, el cual permitirá visualizar la base de datos que WaterGems le genera a la capa. Cada línea de la tabla es una polylínea, de todas las características que muestra la tabla la que importa es la columna label (ver Figura 11).

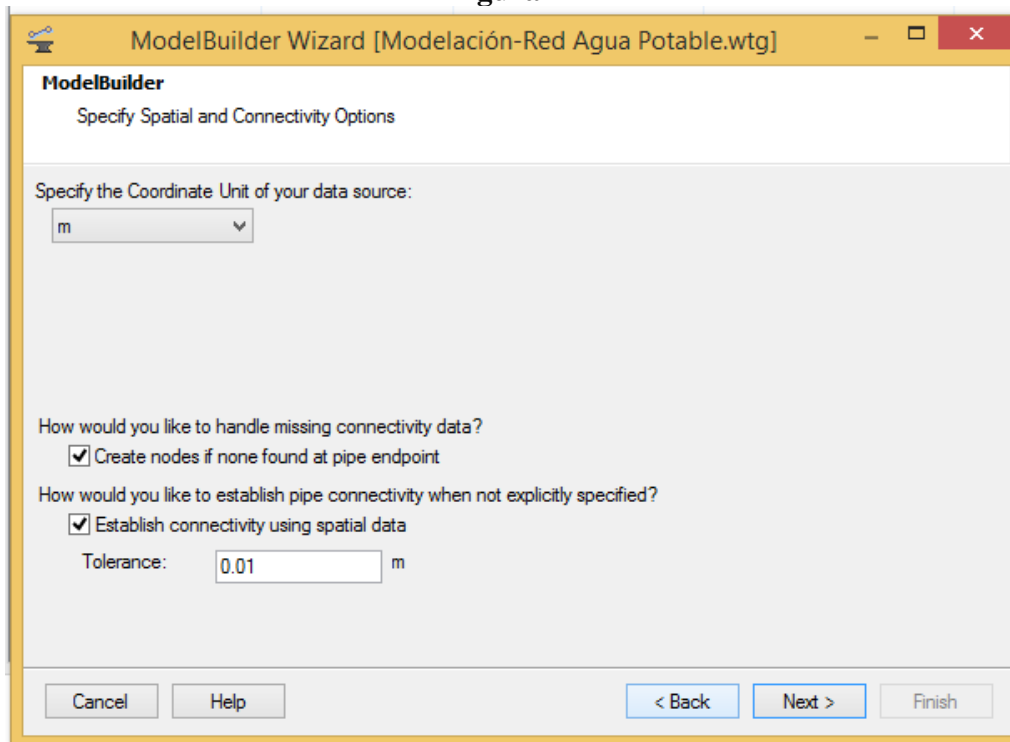
Figura 11



**Fuente:** WaterGEMS

Después de darle click en Next, aparecerá la siguiente ventana, donde se seleccionará las unidades correspondientes, para este caso son metros (m). Luego en la primera casilla nos pregunta si deseamos insertar nodos en caso de que solo se quiera integrar tuberías, por lo tanto, activamos esta casilla. En la segunda casilla nos ayudará a solucionar problemas de conectividad, esta opción también la activaremos, y colocaremos como una tolerancia de hasta 0.01m (Ver Figura 12).

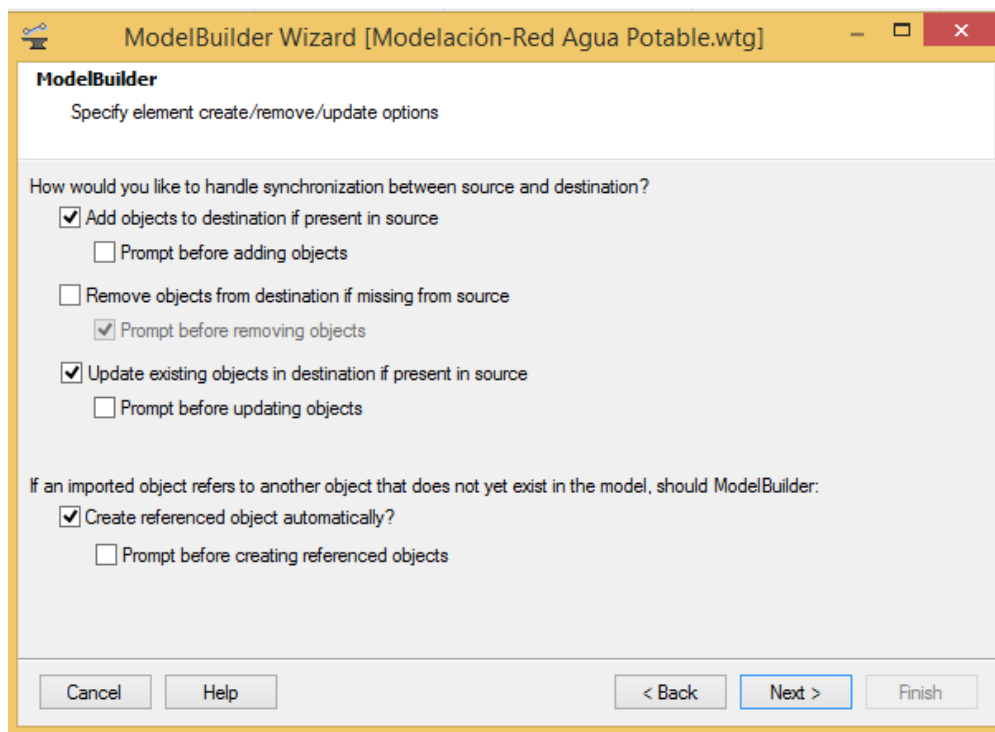
Figura 12



**Fuente:** WaterGEMS

Al dar click en Next, nos aparecerá la siguiente ventana donde se dejará todo por defecto y nuevamente Next (ver Figura 13).

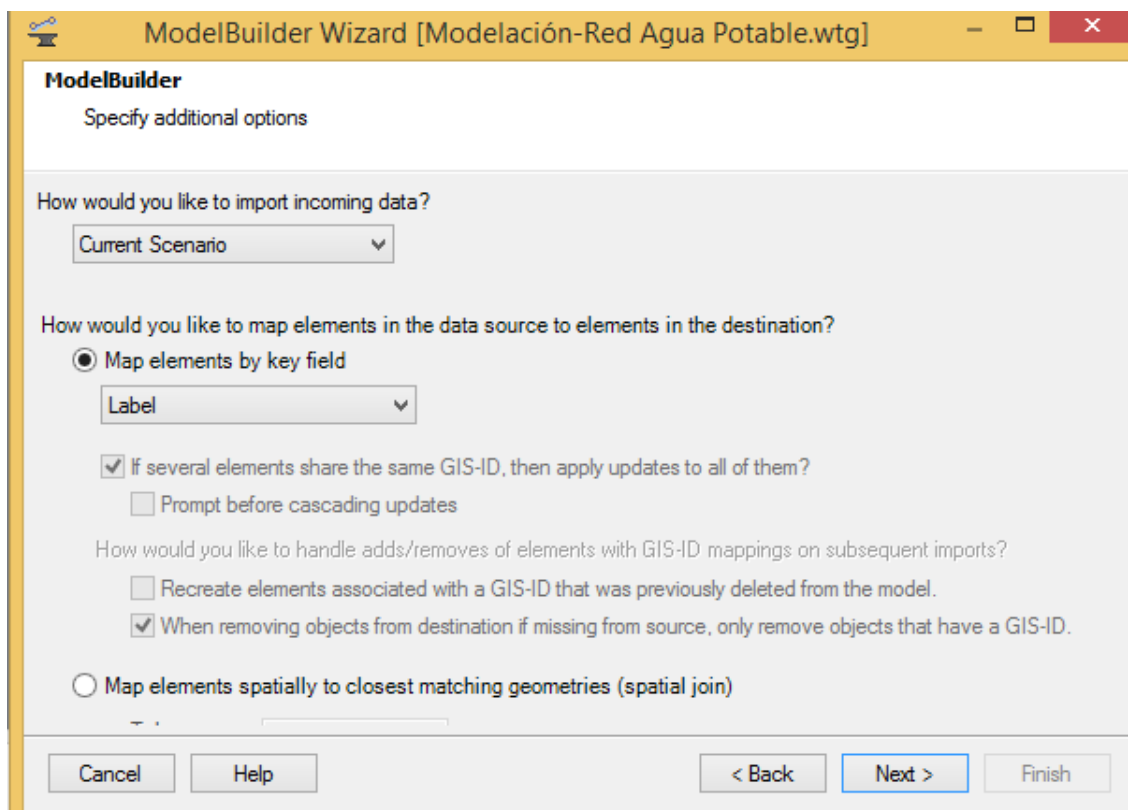
Figura 13



**Fuente:** WaterGEMS

En la siguiente ventana, nos preguntará en qué escenario deseamos integrar la data, lo dejamos por defecto en Current Scenario ya que solo tenemos un escenario. En el segundo campo nos pregunta con qué columna llave se trabajará, entonces se elige la columna denominada Label (ver Figura 14).

**Figura 14**

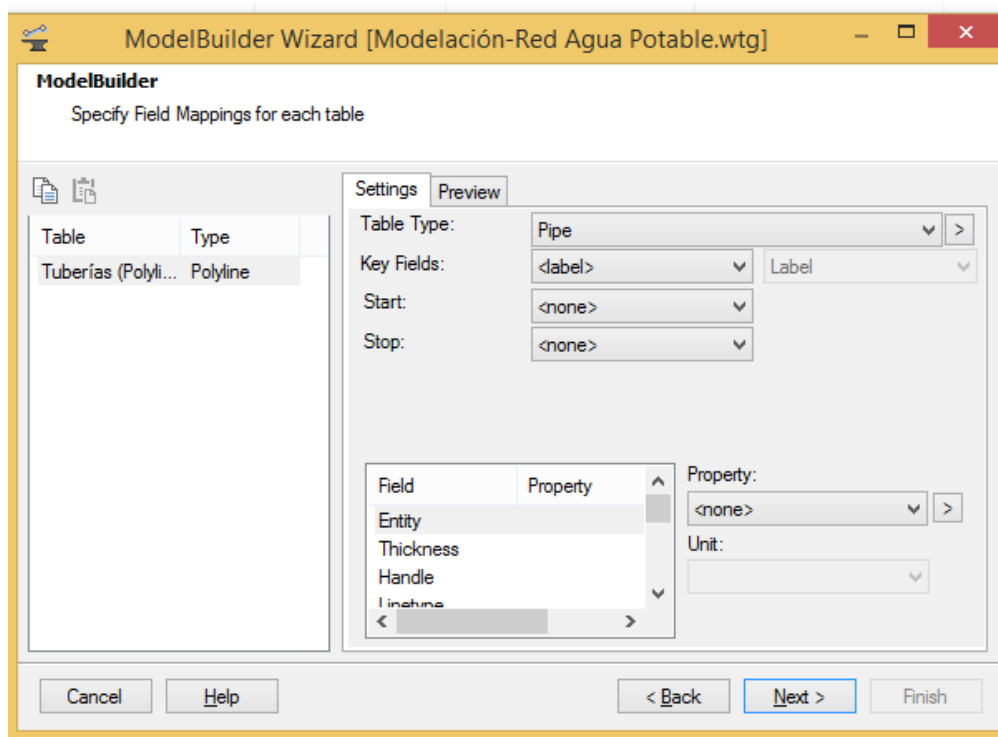


**Fuente:** WaterGEMS

En la siguiente ventana, sincronizaremos los datos de la fuente con el programa, para que WaterGems no tenga problemas en reconocerlo. Se establecerá a las poli-líneas denominadas “Tuberías” como Pipes (Tuberías) y en el siguiente campo denominado Key Fields se elige el campo Label donde se ubica nuestra data (ver Figura 15).



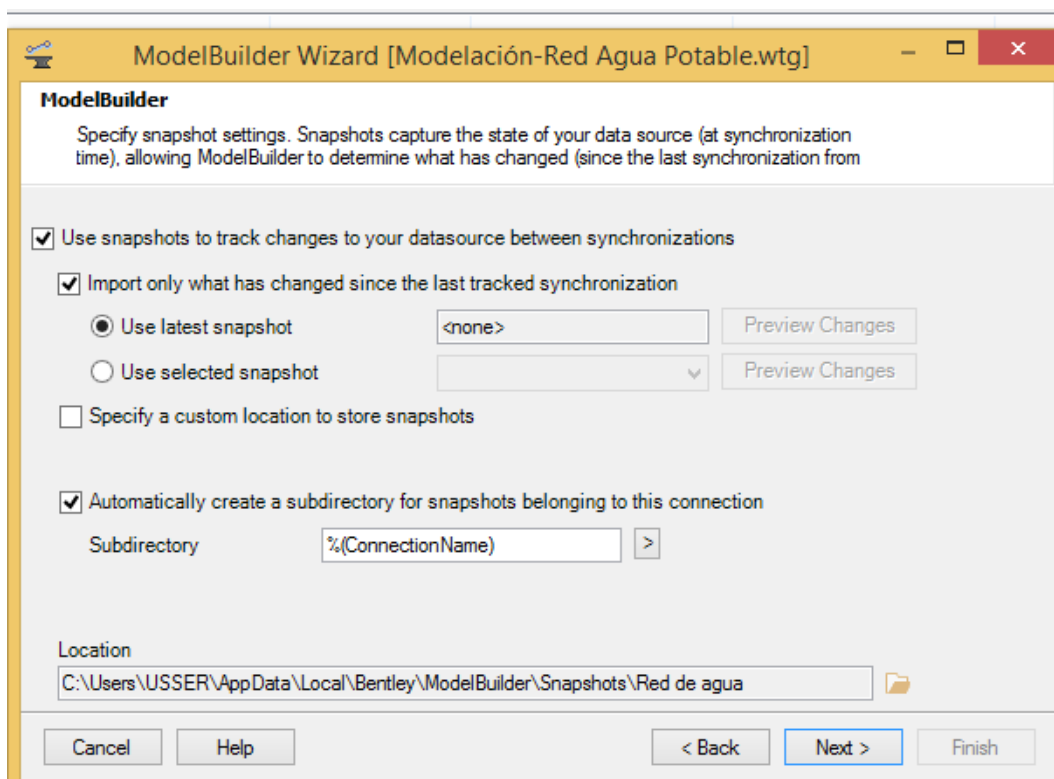
Figura 15



Fuente: WaterGEMS

En la siguiente ventana, se dejará por defecto y le daremos click en Next (ver Figura 16).

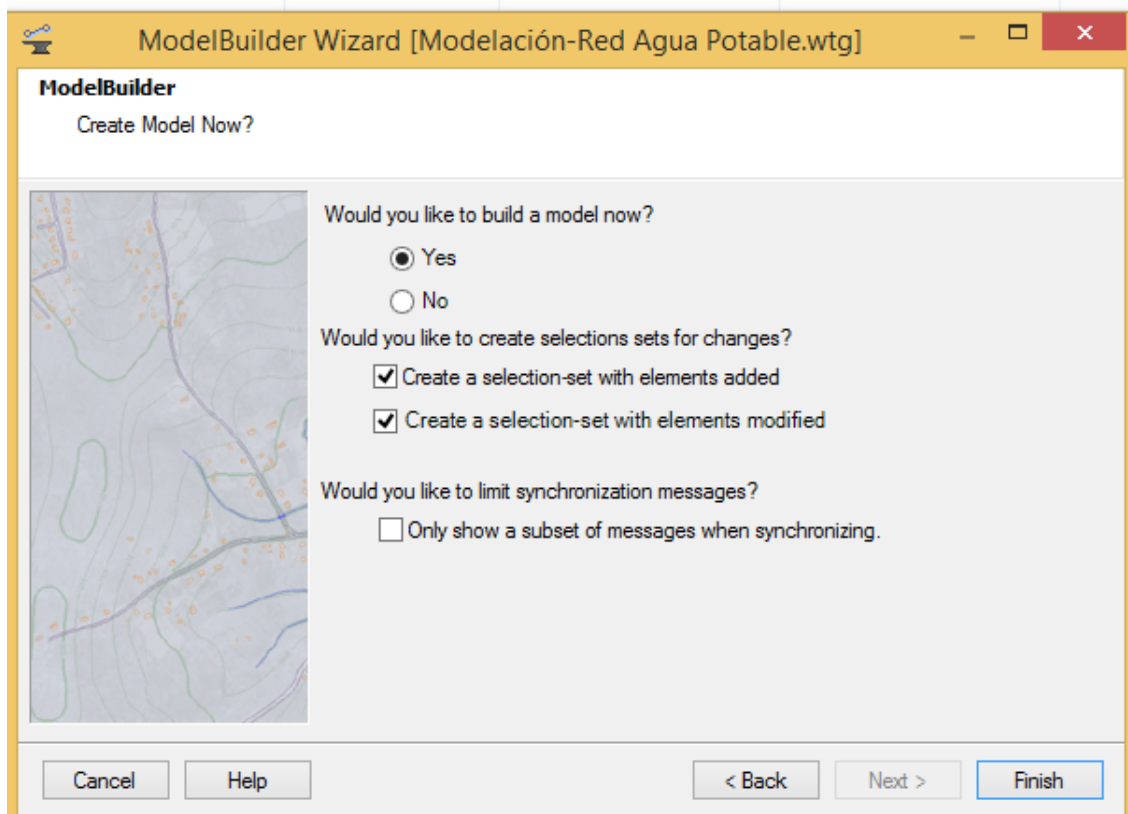
Figura 16



Fuente: WaterGEMS

En la última ventana se pregunta si se desea construir el modelo en estos momentos, se selecciona la opción Yes y la opción Finish (ver Figura 17).

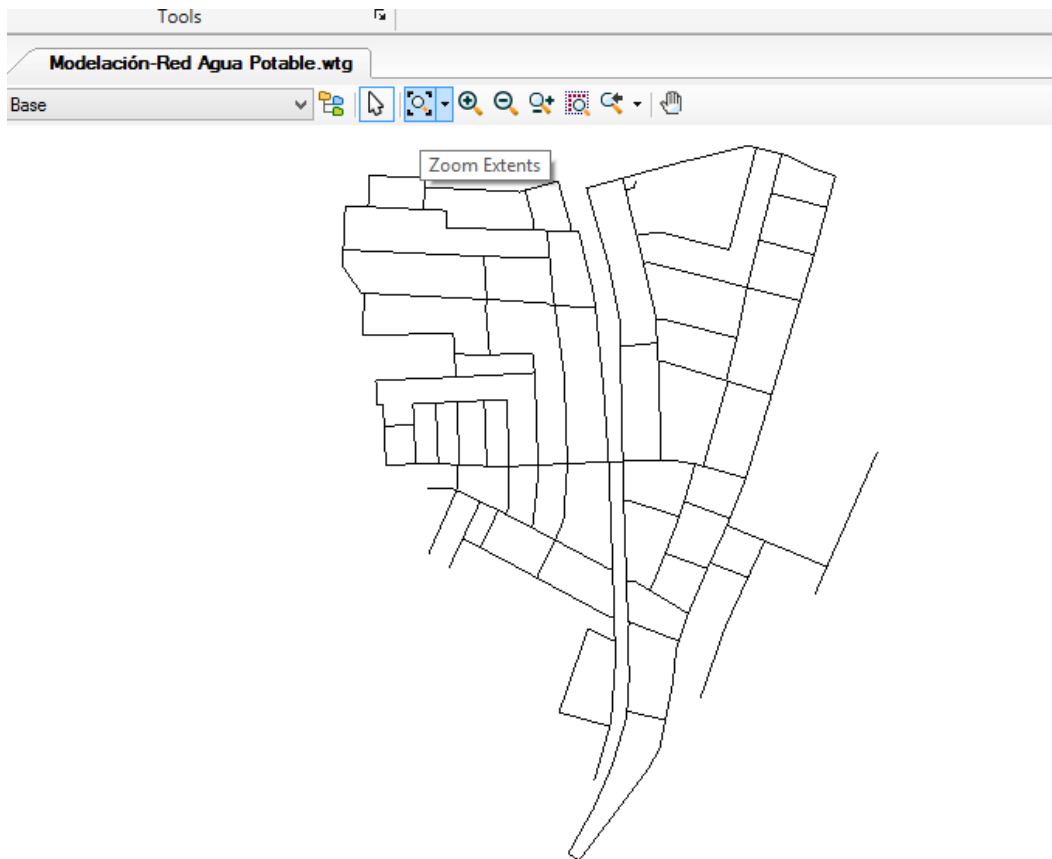
**Figura 17**



**Fuente:** WaterGEMS

Después de seleccionará la opción Finish, el software sincroniza y transforma las polylínea (obtenidas de la base de datos del CAD) en tuberías mediante la herramienta ModelBuilder. Al concluir se obtiene un modelado que contiene la red de agua potable (ver Figura 18).

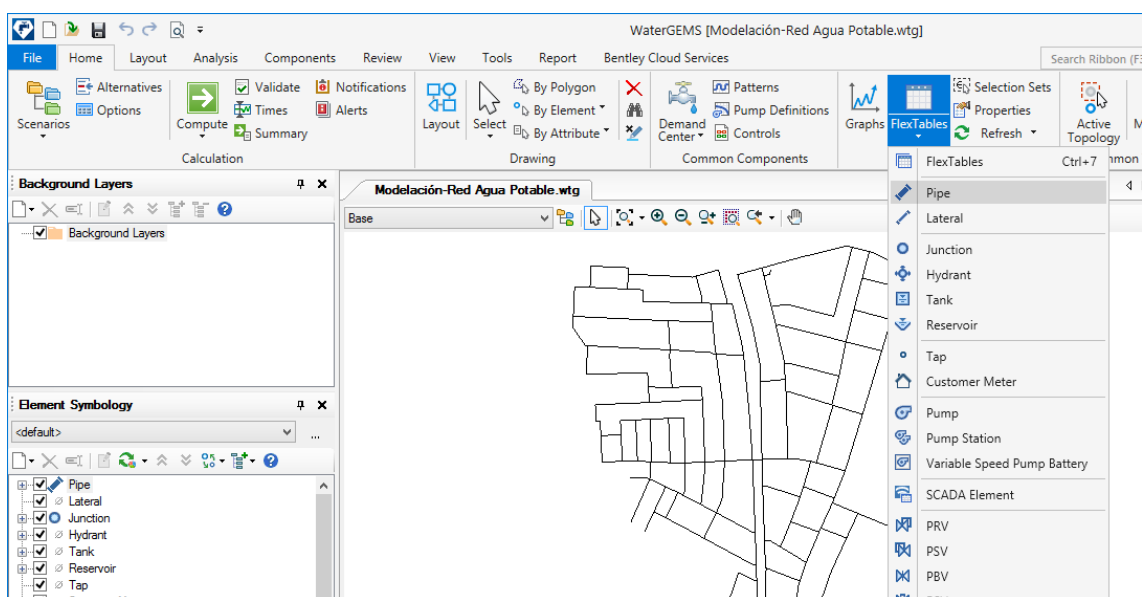
Figura 18



Fuente: WaterGEMS

Para poder visualizar los diferentes elementos que componen la red, iremos a FlexTables y elegiremos la opción Pipe (ver Figura 19).

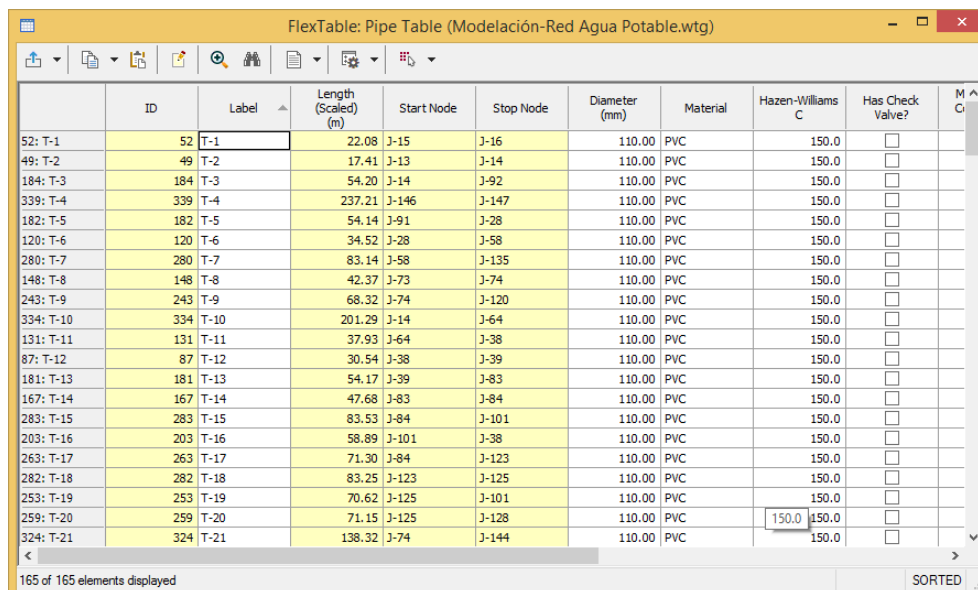
Figura 19



Fuente: WaterGEMS

En la siguiente ventana de FlexTables: Pipe, se observa las características de la red como Longitudes, diámetros (que se va a cambiar al real), tipo de material, etc. (ver figura 20).

**Figura 20**



The screenshot shows a software window titled "FlexTable: Pipe Table (Modelación-Red Agua Potable.wtg)". The window contains a table with the following columns: ID, Label, Length (Scaled) (m), Start Node, Stop Node, Diameter (mm), Material, Hazen-Williams C, Has Check Valve?, and M C. The table lists 21 pipe segments with their respective IDs, labels, lengths, start and stop nodes, diameters, materials (all PVC), and Hazen-Williams coefficients (all 150.0). A status bar at the bottom indicates "165 of 165 elements displayed" and "SORTED".

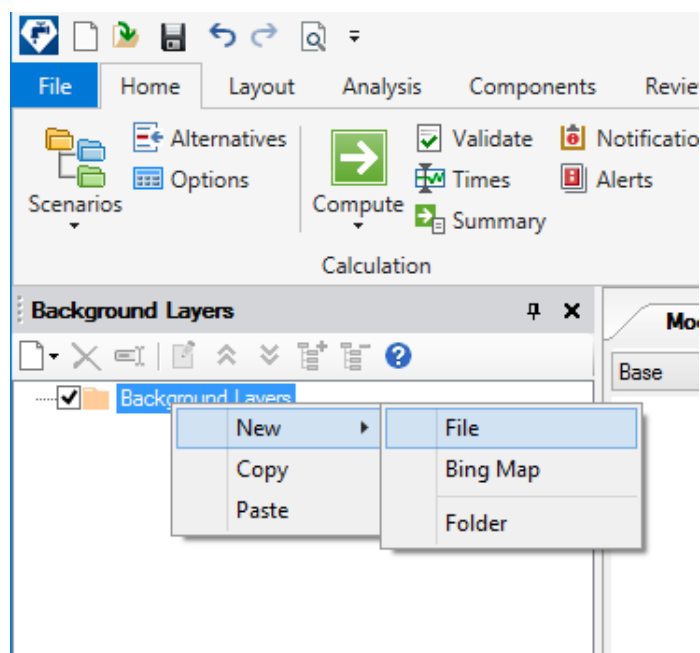
ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	M C
52: T-1	52 T-1	22.08	J-15	J-16	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
49: T-2	49 T-2	17.41	J-13	J-14	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
184: T-3	184 T-3	54.20	J-14	J-92	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
339: T-4	339 T-4	237.21	J-146	J-147	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
182: T-5	182 T-5	54.14	J-91	J-28	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
120: T-6	120 T-6	34.52	J-28	J-58	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
280: T-7	280 T-7	83.14	J-58	J-135	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
148: T-8	148 T-8	42.37	J-73	J-74	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
243: T-9	243 T-9	68.32	J-74	J-120	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
334: T-10	334 T-10	201.29	J-14	J-64	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
131: T-11	131 T-11	37.93	J-64	J-38	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
87: T-12	87 T-12	30.54	J-38	J-39	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
181: T-13	181 T-13	54.17	J-39	J-83	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
167: T-14	167 T-14	47.68	J-83	J-84	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
283: T-15	283 T-15	83.53	J-84	J-101	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
203: T-16	203 T-16	58.89	J-101	J-38	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
263: T-17	263 T-17	71.30	J-84	J-123	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
282: T-18	282 T-18	83.25	J-123	J-125	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
253: T-19	253 T-19	70.62	J-125	J-101	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
259: T-20	259 T-20	71.15	J-125	J-128	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	
324: T-21	324 T-21	138.32	J-74	J-144	110.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	

**Fuente:** WaterGEMS

### 3. Ingreso de cotas o elevaciones a los nodos

Después de que nuestro modelado esté listo, aún falta por colocar cotas a los junctions nodos de la red. Para ello se utilizará la herramienta TRex, a través de la topografía (curvas de nivel). Interpolará la ubicación del nodo y asignará la cota correspondiente. Para ello, se requiere importar el archivo de la topografía previamente ya guardado con la extensión .dxf. Este procedimiento se realizará a través la ventana denominada Background Layers. Dentro de esa ventana se selecciona el icono new file (ver Figura 21).

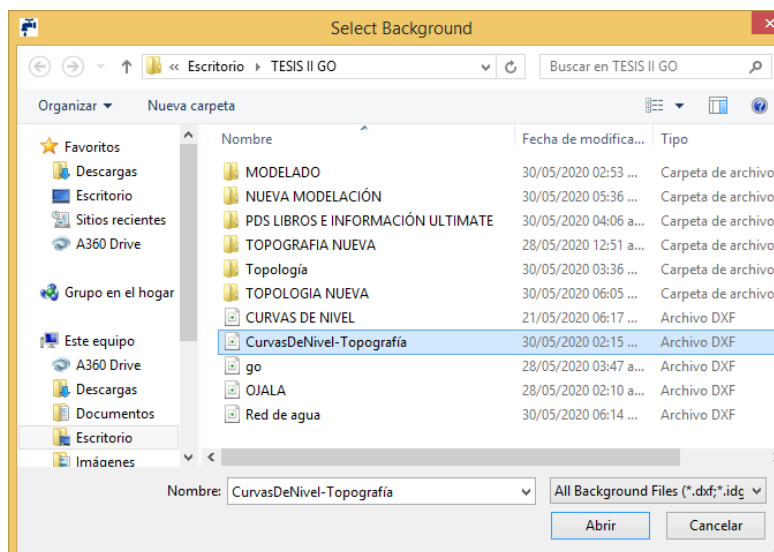
Figura 21



Fuente: WaterGEMS

Luego del cual aparece una ventana que indica seleccionar la ruta del archivo a importar como capa de fondo. En este caso se selecciona el archivo denominado Curvas De nivel-topografía y se colocará como capa de fondo del modelo (ver Figura 22).

Figura 22



Fuente: WaterGEMS

Se añade el archivo CurvasDeNivel-Topografía y aparecerá como fondo las curvas del nivel de la zona de estudio (casco urbano de Pisci) (ver Figura 23).

Figura 23

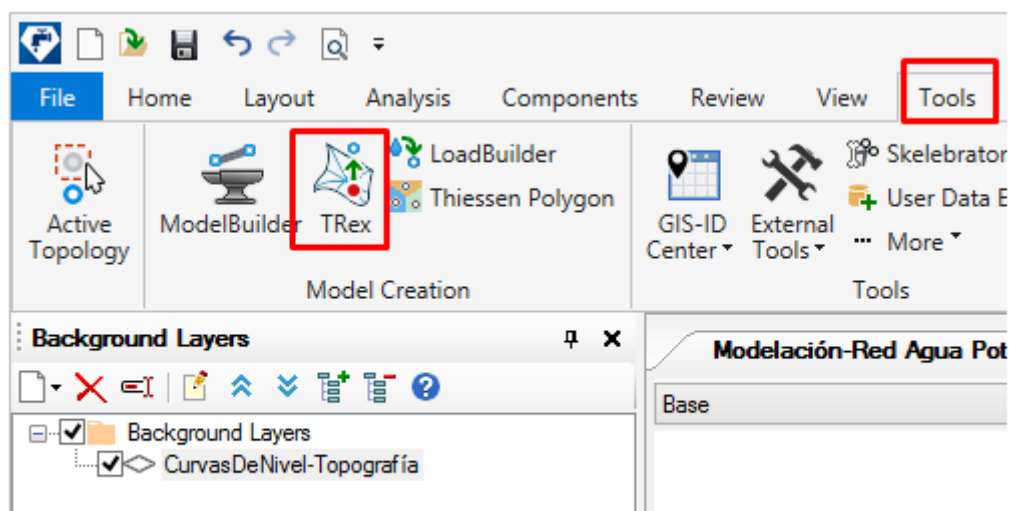


Fuente: WaterGEMS

### 3.1.Herramienta TRex para la asignación de cotas en los nodos

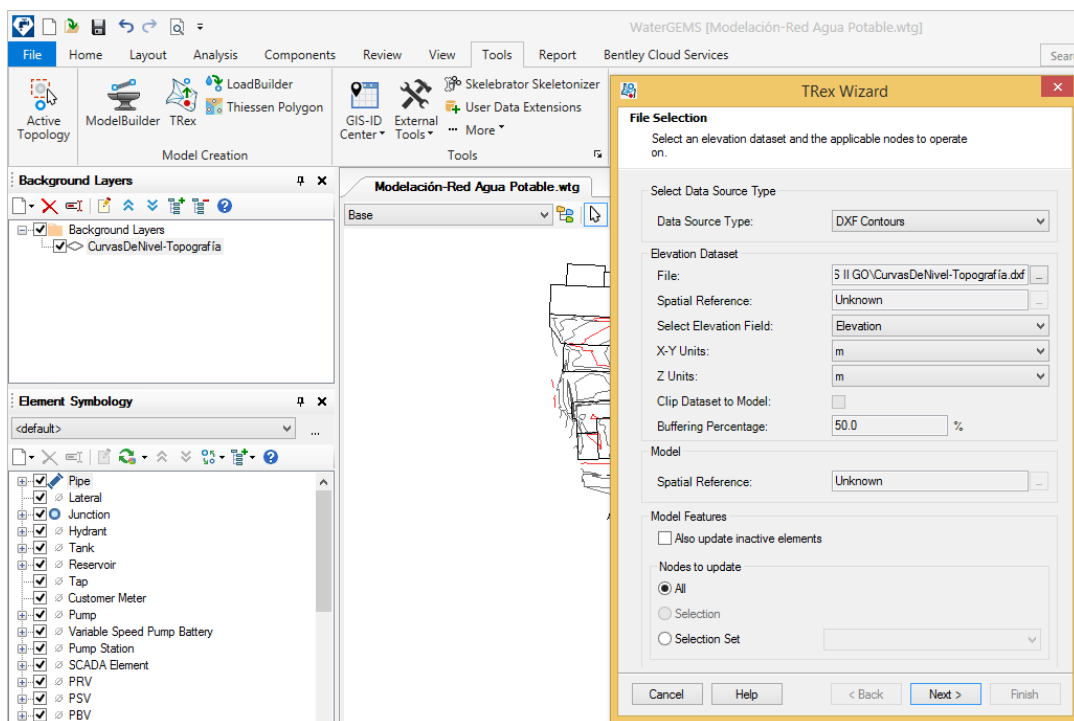
Después de tener como capa de fondo el archivo de Curvas de nivel-Topografía, se procede a asignar las cotas de manera automática. Para ello se selecciona la opción Tools y dentro de ella se selecciona la opción TRex que permitirá colocar las cotas automáticamente (ver Figura 24 y Figura 25).

Figura 24



Fuente: WaterGEMS

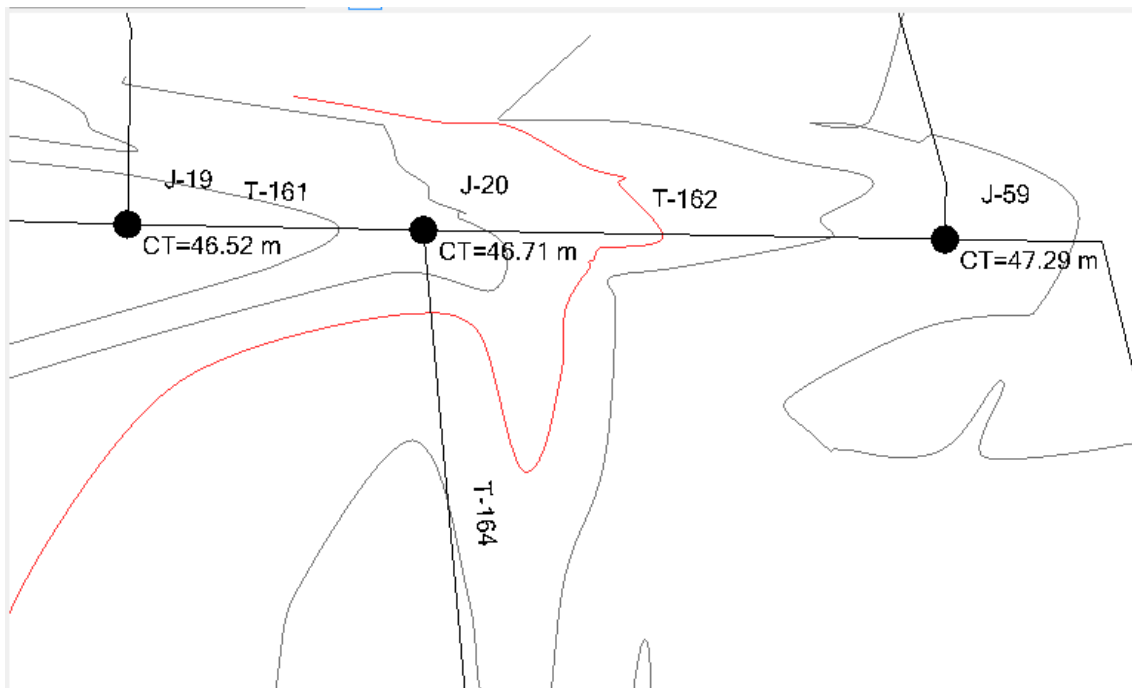
Figura 25



Fuente: WaterGEMS

Al seleccionar esta opción se presenta la ventana denominada TRex Wizard, donde se indicará al software desde que base de datos se traerá la información para el proceso de asignación de cotas. En el primer campo se seleccionará el tipo de base de datos, en este caso será del tipo DXF Contours. En el segundo intervalo se solicitará indicar el conjunto de los datos de la elevación con la cual se trabajará. Dentro de estos datos se debe indicar el archivo con el cual se va a trabajar (en este caso será el archivo “CurvasDeNivel-Topografía”, se indicará el campo que guarda la cota en el archivo dxf (Elevation) e indicar las unidades tanto en los ejes X e Y como en el eje Z (unidades en metros). Para concluir, se selecciona la opción Next y automáticamente el software interpola y asigna la cota correspondiente a cada nodo (ver Figura 26).

Figura 26



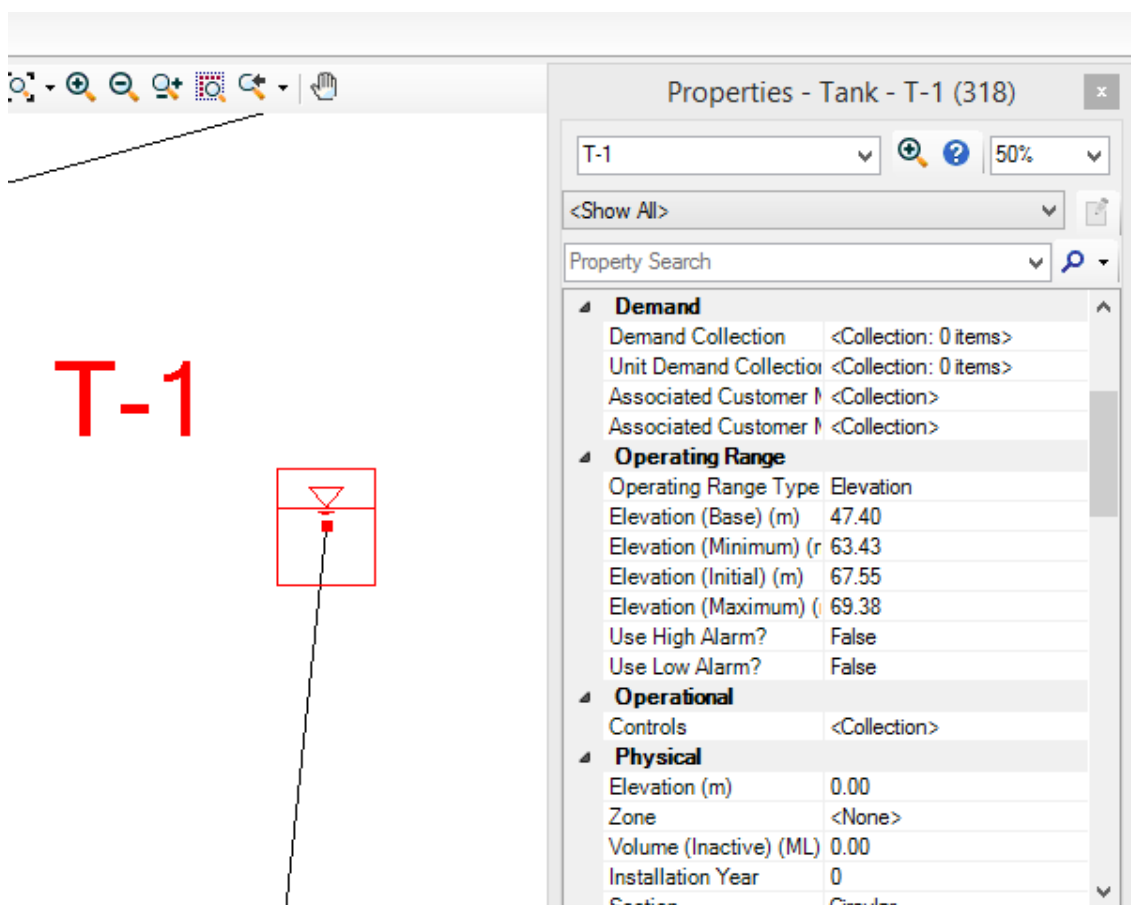
Fuente: WaterGEMS

#### 4. Niveles de operación del tanque elevado (Tank)

Con respecto a la elevación del tanque de almacenamiento, este procedimiento lo realizaremos desde las propiedades, seleccionamos el tanque, click derecho properties y completamos el cuadro de Operating Range (rangos de operación, que se encuentran en el archivo Excel) con el nivel mínimo, nivel inicial, nivel máximo y elevación de la base del tanque. Este último dependerá de que, si el reservorio es apoyado o elevado, en nuestro caso es elevado por lo tanto la elevación de la base será distinta con la elevación del terreno (ver Figura 27).



Figura 27



Fuente: WaterGEMS

## 5. Asignación automática de demandas a los nodos con LoadBuilder

Dentro de la interfaz del software se puede asignar demandas con dos tipos de datos: Externos e internos.

El software WaterGEMS, nos permite, a través de esta herramienta, asignar de manera automática demandas por nodos.

### Datos Externos

#### -Datos tipo Punto

- Billing Meter Aggreagation
- Nearest Node.

#### -Datos tipo Área

- Equal flow Distribución
- Proportional by Área.
- Proportional Distribution by Population
- Population / Land Use Data

## Datos Internos

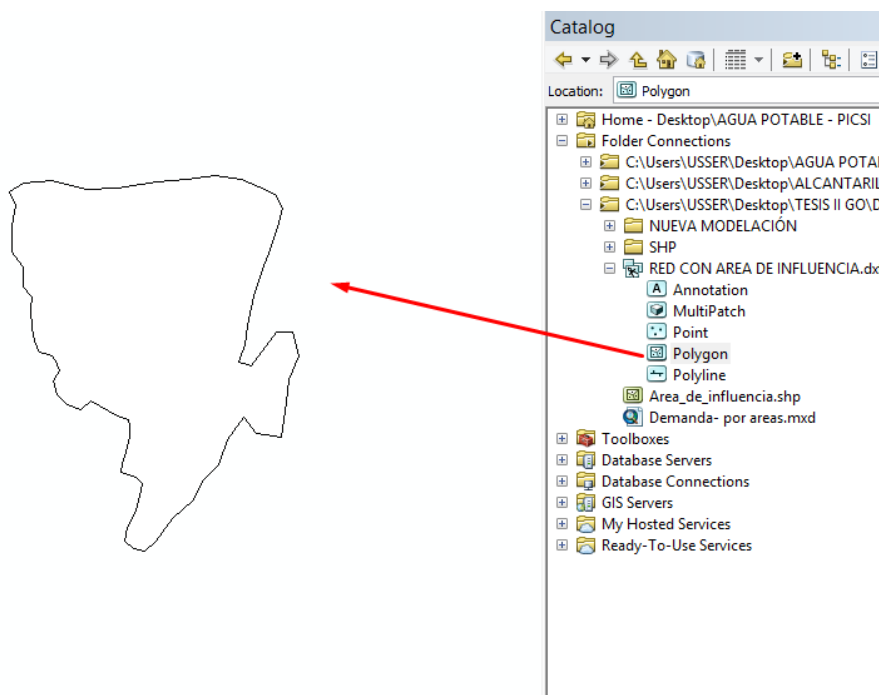
- Customer Meter Load Data.

Entonces para el proyecto de evaluación de la red de agua potable en la zona urbana de Pisci se utilizará el **método de las áreas**.

Para el presente trabajo se emplearán Datos Externos (datos tipo área) a través del método Equal Flow Distribution con la ayuda de la herramienta de los **polígonos de Thiessen**. Se estimará el área de superficie total de la red en función del crecimiento a través de un polígono, se guardará en un archivo dxf.

Guardado el archivo de RED CON AREA DE INFLUENCIA en dxf, nos apoyaremos de **ArcMap** y allí cargo la carpeta en folders dónde contengo toda la información, y extraigo la capa “polígonos” del catálogo (ver Figura 28).

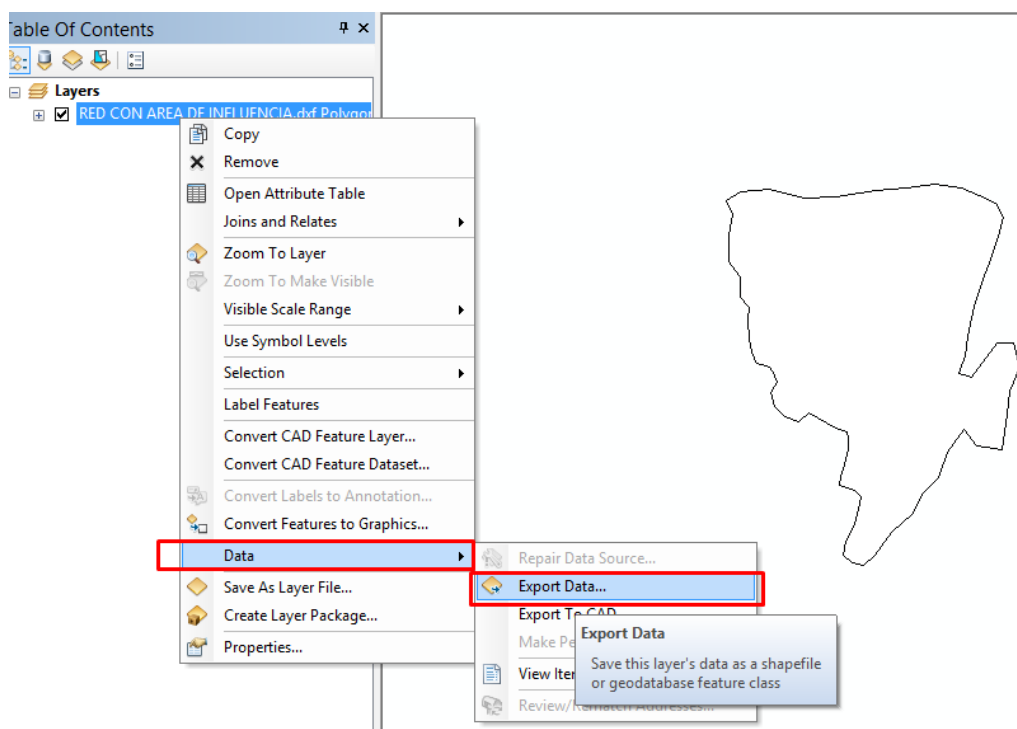
**Figura 28**



**Fuente:** WaterGEMS

Ahora voy a convertir en un archivo Shapefile de ArcGis, con click derecho y eligiendo data (ver Figura 29).

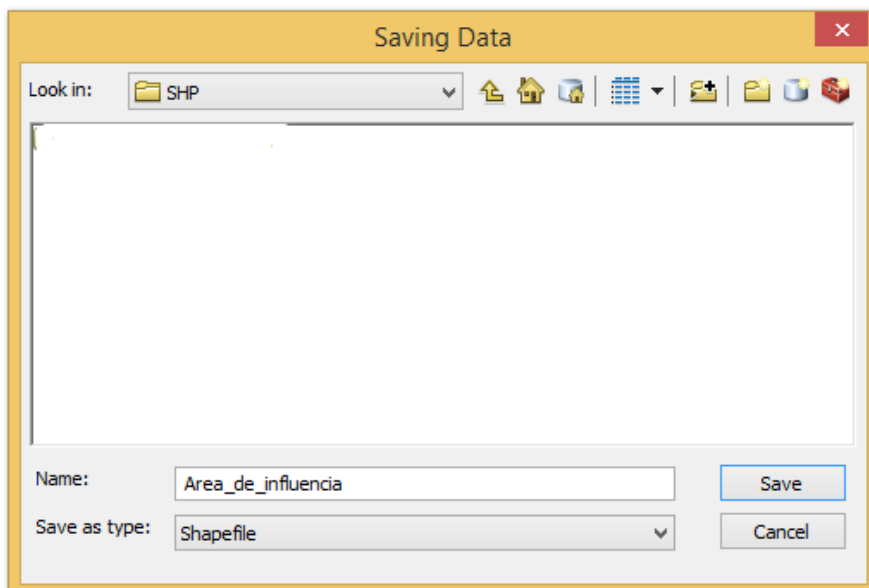
Figura 29



Fuente: WaterGEMS

Selecciona la carpeta de destino y lo guardo como **Área de Infl.** En un archivo Shapefile. (ver Figura 30).

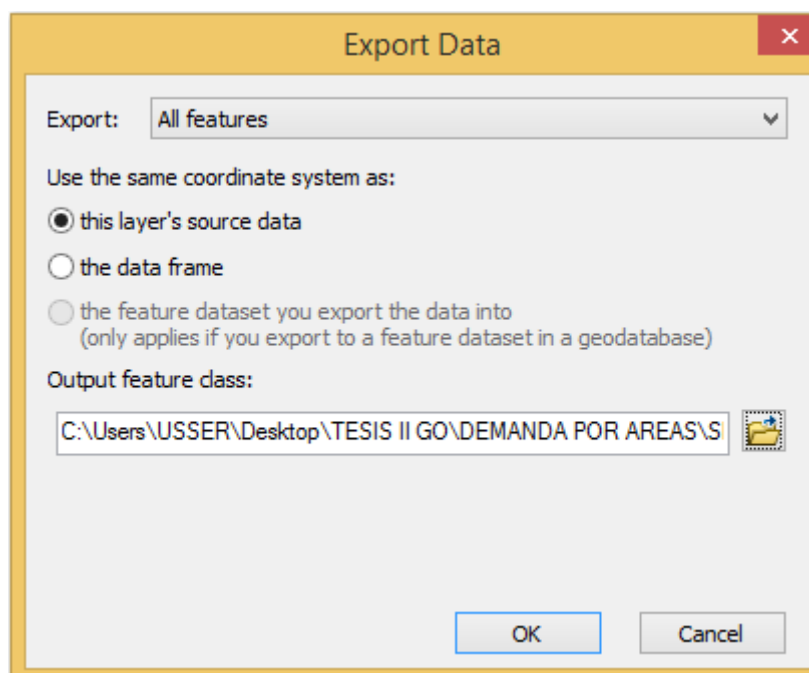
Figura 30



Fuente: WaterGEMS

Entonces elijo la carpeta de salida del archivo **Área de Infl.** (Ver Figura 31)

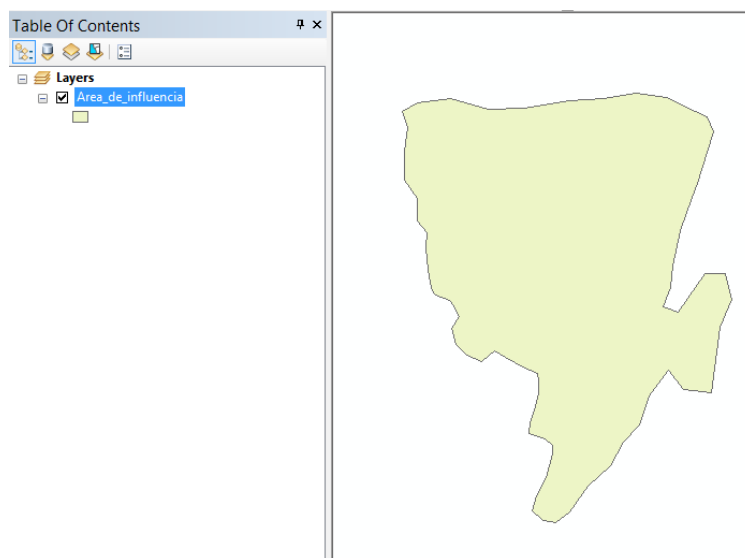
**Figura 31**



**Fuente:** WaterGEMS

Y por defecto ya se ha creado el área en ArcGis (ver Figura 32)

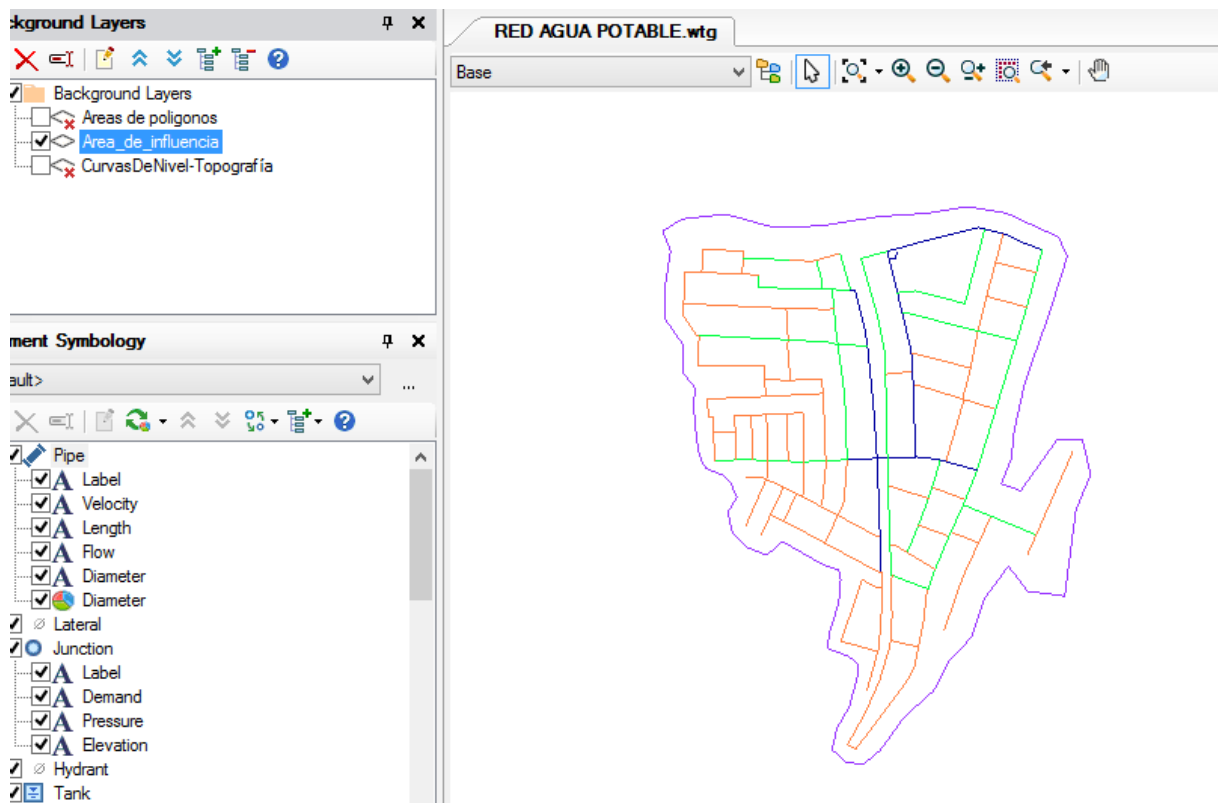
**Figura 32**



**Fuente:** ArcMap

Ahora me dirijo al programa de WaterGems y coloco de fondo el área de influencia en Background. El área de influencia se ha aproximado de acuerdo a los posibles crecimientos de la población (ver Figura 33).

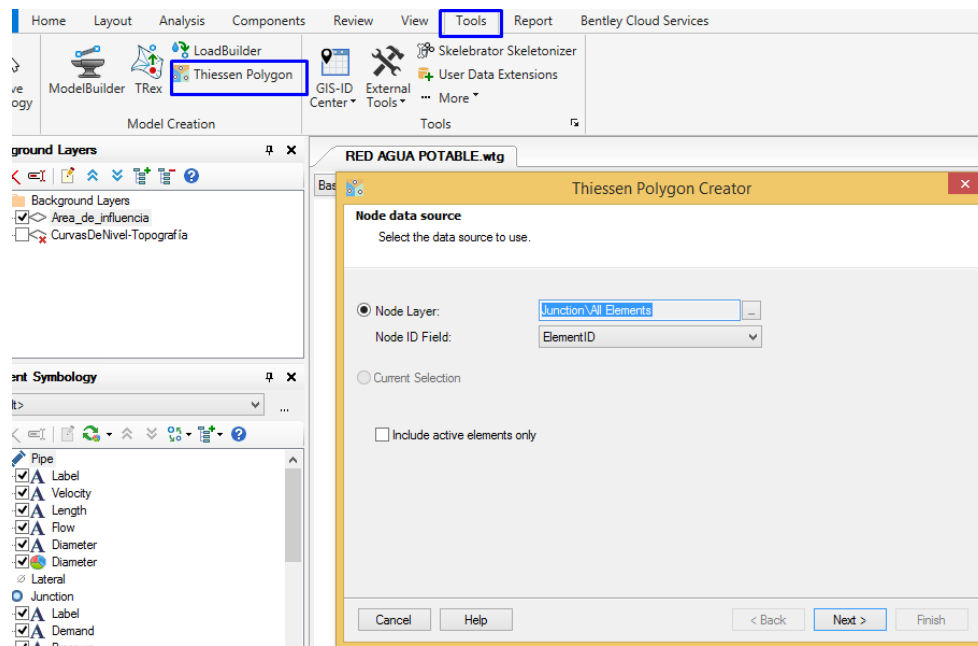
Figura 33



Fuente: WaterGEMS

Ahora se empleará la herramienta de **POLIGONOS DE THERSEN** para repartir el caudal máximo horario entre toda el área de influencia a través de cada nodo con su respectiva área de influencia. Ya en el polígono en **Nodo Layer** seleccionaremos **Junction/All Elements** para que se asigne demandas a todos los nodos (junctions) y daremos click en siguiente (ver Figura 34).

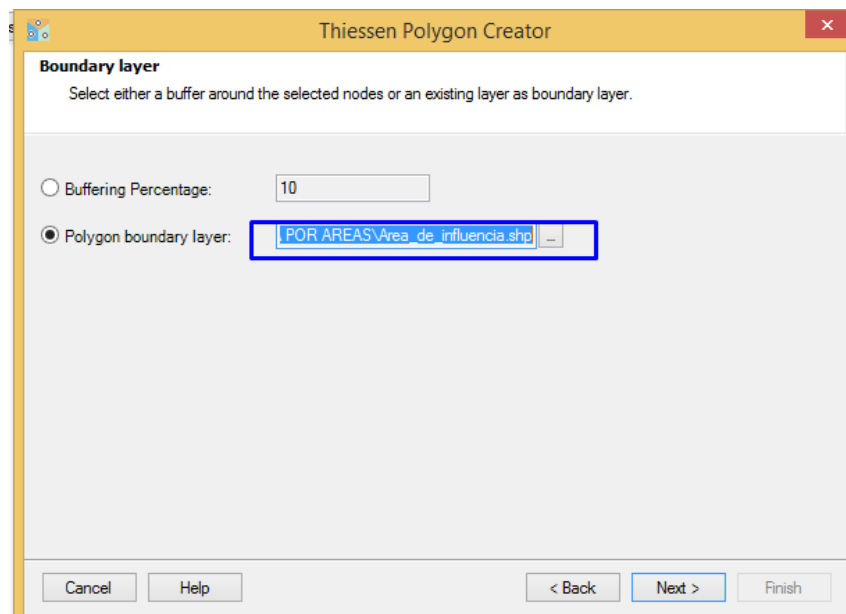
Figura 34



Fuente: WaterGEMS

Seleccionó el archivo área de influencia con extensión Shapefile que había creado anteriormente y elegiremos Next (ver Figura 35).

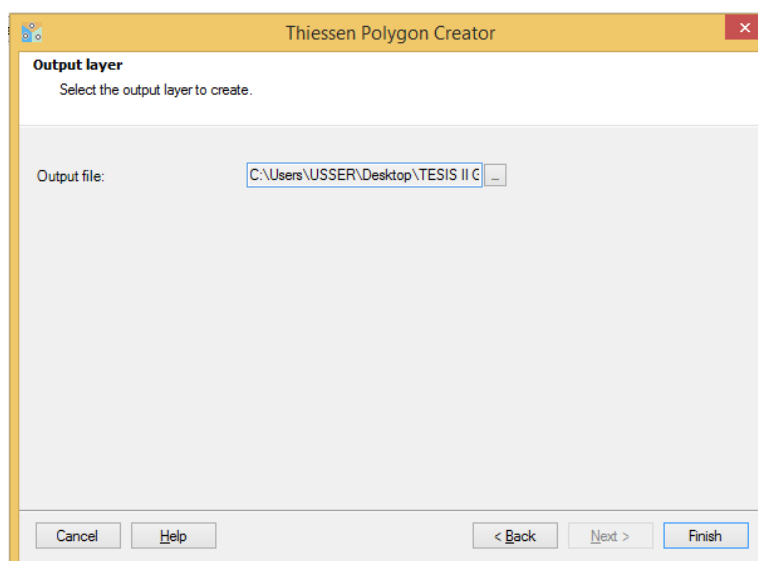
Figura 35



Fuente: WaterGEMS

Ahora se elige la salida del archivo en la carpeta de trabajo DEMANDA POR AREAS (ver Figura 36).

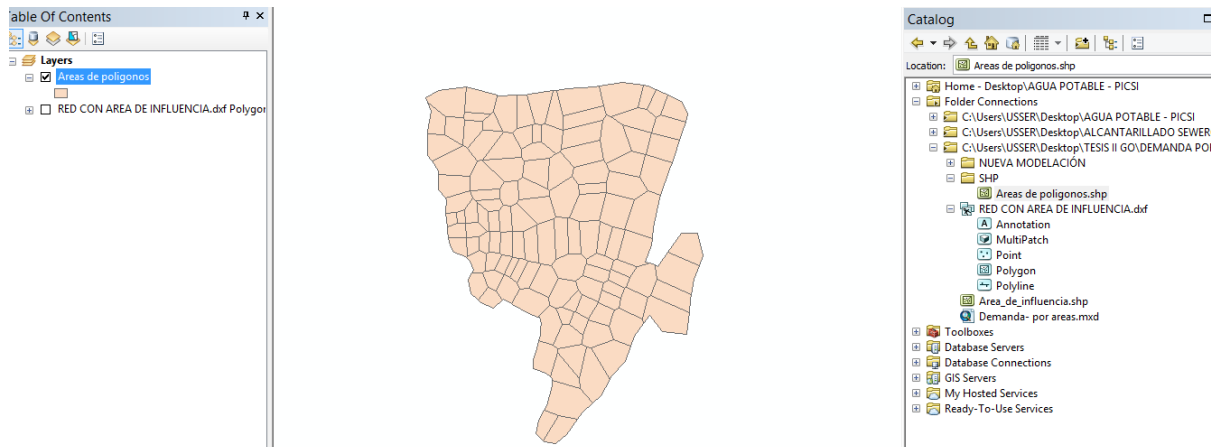
Figura 36



Fuente: WaterGEMS

Ya ha sido creado el archivo **Area de polígonos**. Entonces inmediatamente se procederá ingresar a **ArcMap** para visualizar que el archivo creado ya se encuentra en el folder y en la tabla de contenidos. Entonces cada nodo tiene su respectiva área de influencia (ver Figura 37).

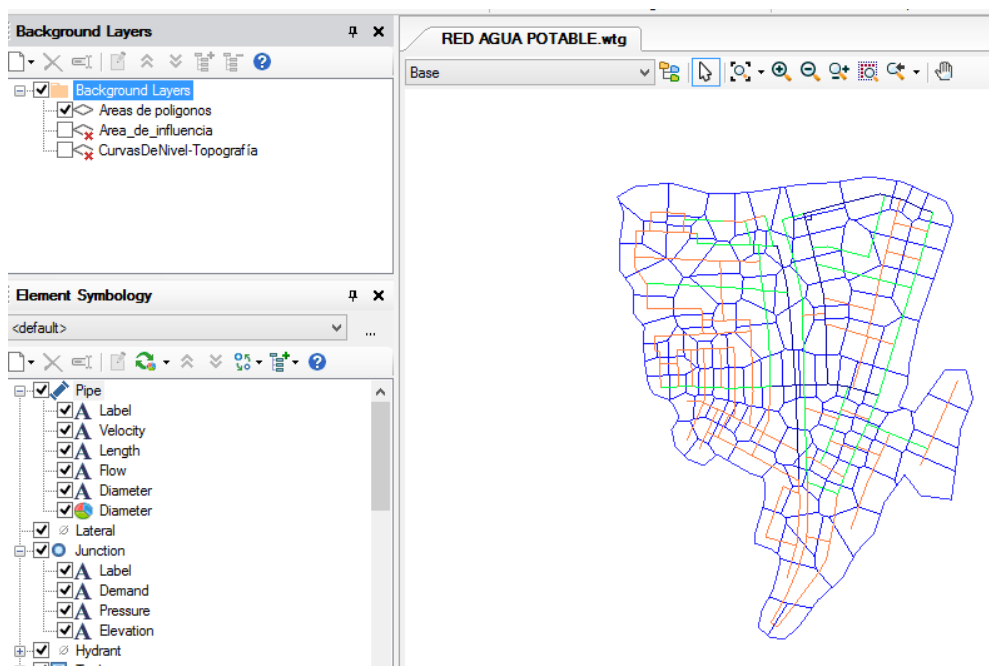
Figura 37



Fuente: ArcMap

Luego, se procederá a plegar el archivo **Area de polígonos** al WaterGems a través de Background y se podrá visualizar áreas de influencia para cada nodo (ver Figura 38).

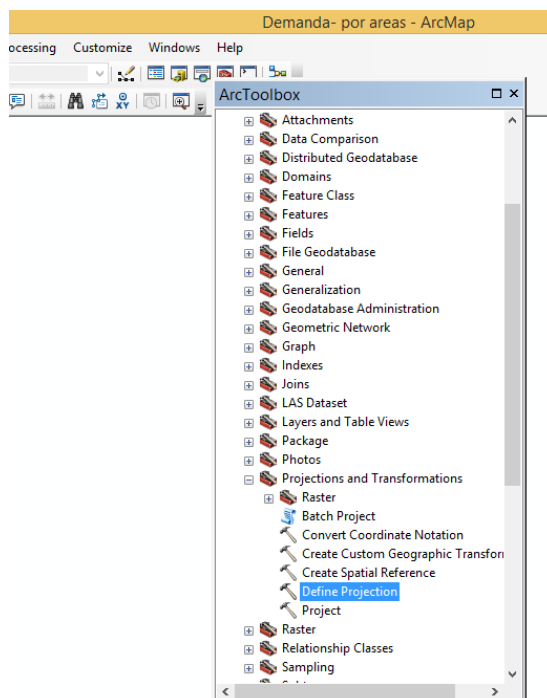
Figura 38



Fuente: WaterGEMS

Ahora en ArcGis, se procederá a hallar las coordenadas de la zona del Proyecto (UTM 84 – 17S) para ello despliego la Caja de herramientas (ArcToolboks), elegiremos Data Managment, luego Projections and transformations y le daremos doble click en Define Projection (ver Figura 39).

Figura 39

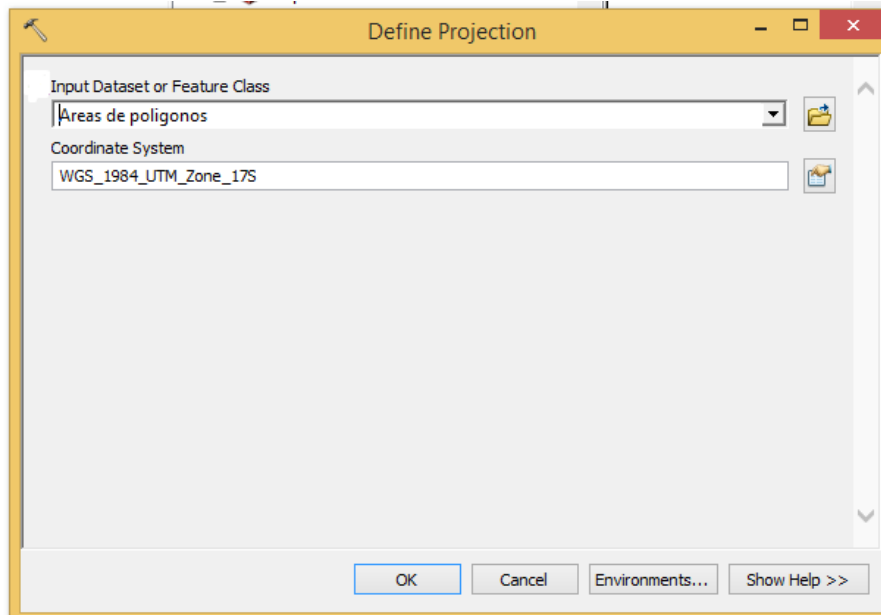


Fuente: ArcMap



En el primer campo seleccionaremos el archivo que se está trabajando **Area de polígonos** y en el segundo ítem se definirá las coordenadas pertenecientes al país (la zona 17S) (ver figura 40).

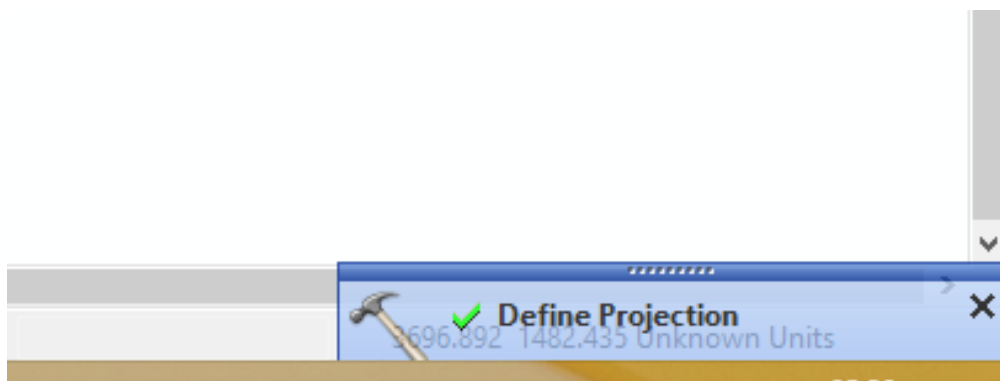
**Figura 40**



**Fuente:** ArcMap

En la parte inferior derecha sale un check indicado que ya se ha definido de proyección (coordenadas) (ver figura 41).

**Figura 41**



**Fuente:** ArcMap

Ahora se trabajará con la tabla de atributos para poner las características correspondientes a las áreas de cada polígono, área total y el caudal de diseño. Crearemos cuatro tipos de atributos de tabla: Caudal máximo horario ( $Q_{maxhr}$ ), Área (área de influencia para cada polígono), área total y el caudal de diseño (ver Figura 42).

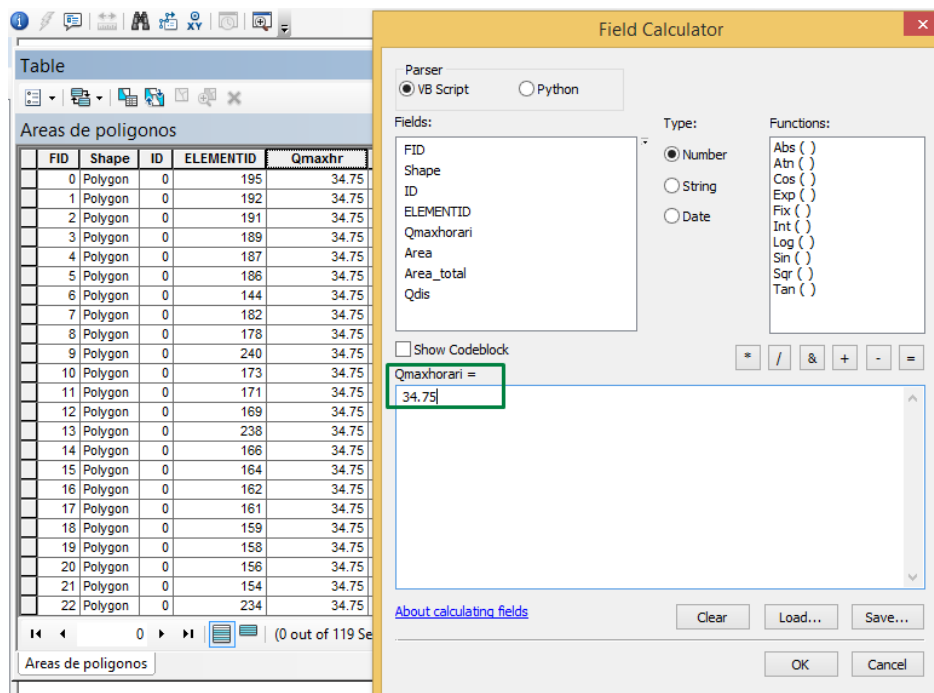
Figura 42

FID	Shape	ID	ELEMENTID	Qmaxhr	Area	AreaTotal	Qdis
0	Polygon	0	195	0	0	0	0
1	Polygon	0	192	0	0	0	0
2	Polygon	0	191	0	0	0	0
3	Polygon	0	189	0	0	0	0
4	Polygon	0	187	0	0	0	0
5	Polygon	0	186	0	0	0	0
6	Polygon	0	144	0	0	0	0
7	Polygon	0	182	0	0	0	0
8	Polygon	0	178	0	0	0	0
9	Polygon	0	240	0	0	0	0
10	Polygon	0	173	0	0	0	0
11	Polygon	0	171	0	0	0	0
12	Polygon	0	169	0	0	0	0
13	Polygon	0	238	0	0	0	0
14	Polygon	0	166	0	0	0	0
15	Polygon	0	164	0	0	0	0
16	Polygon	0	162	0	0	0	0
17	Polygon	0	161	0	0	0	0
18	Polygon	0	159	0	0	0	0
19	Polygon	0	158	0	0	0	0
20	Polygon	0	156	0	0	0	0
21	Polygon	0	154	0	0	0	0
22	Polygon	0	234	0	0	0	0

Fuente: ArcMap

En la tabla de atributo de Qmaxhr, añado el campo **Field Calculator** y en la parte inferior pongo el dato del caudal máximo horario (**Qmaxhr**) que ha sido calculado en función al caudal promedio multiplicado por el K2 (coeficiente de variación horaria=2.5) dando un resultado de 34.75 L/s. Ese dato insertamos en dicho campo (ver Figura 43).

Figura 43

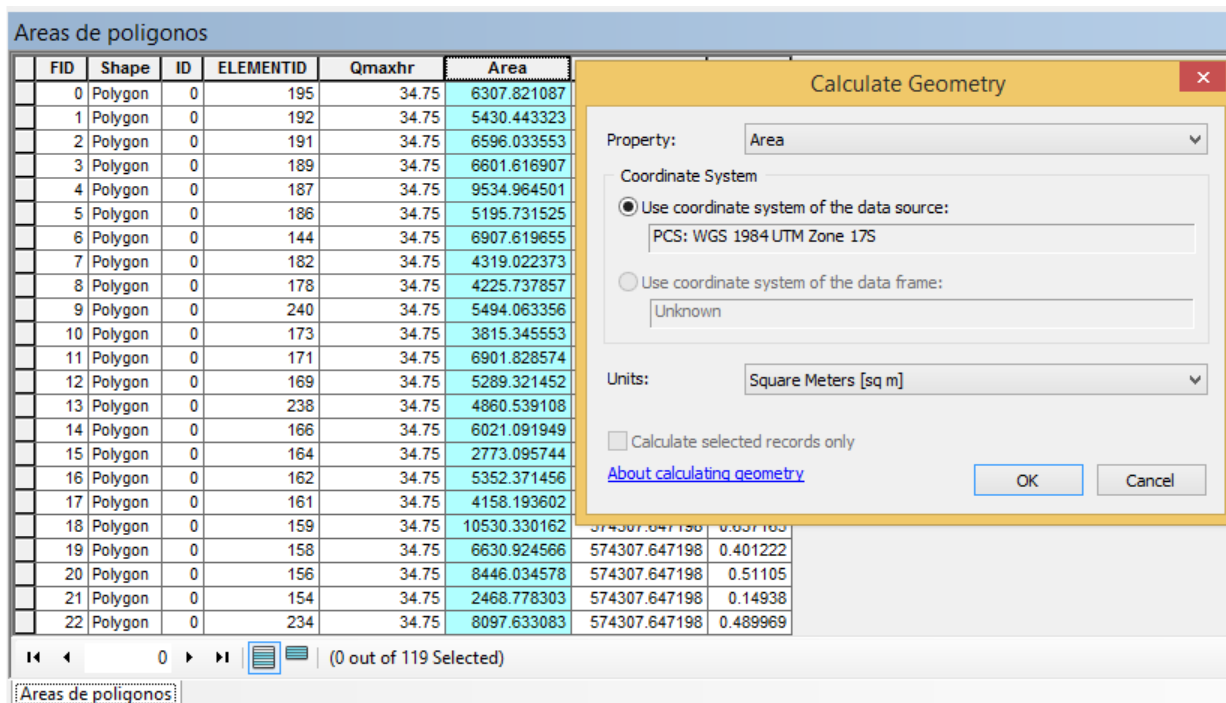


Fuente: ArcMap

Ahora se procederá a calcular el área de cada polígono en m2 para dicho atributo de tabla, pulsamos anticlick y elegimos el campo **Calculate Geometry** el cual me permitirá calcular el área de cada polígono en metros cuadrados y para ello sirvió determinar las

coordenadas anteriormente para que automáticamente ArcMap lo sincronice (ver Figura 44).

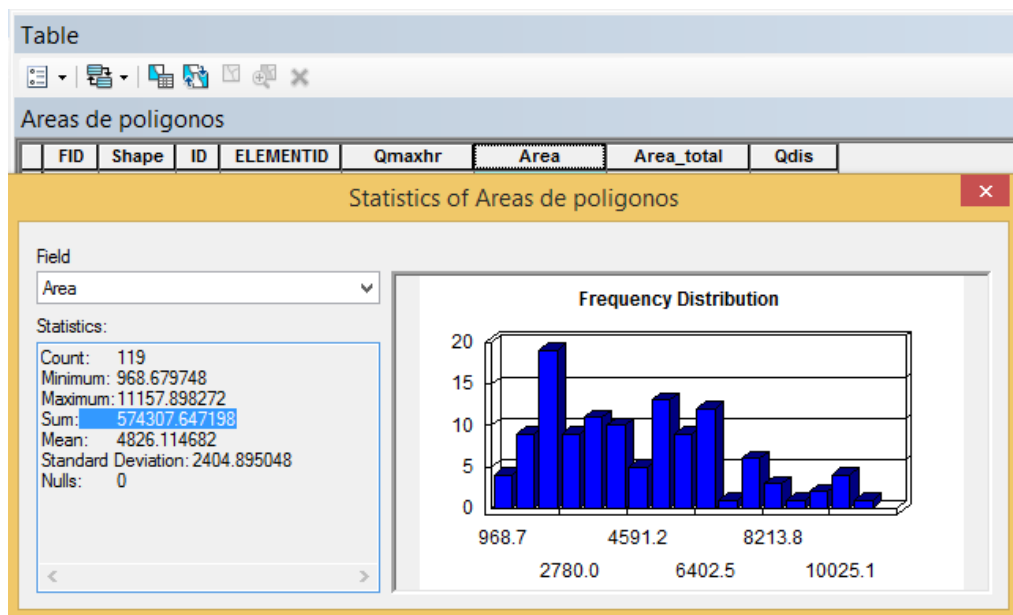
**Figura 44**



**Fuente: ArcMap**

Ahora para añadir el área total, inmediatamente en las estadísticas de las áreas de los polígonos aparece **Sum** (la suma total de las áreas de los polígonos). Entonces este dato se va a copiar en la columna **AreaTotal** (ver Figura 45).

**Figura 45**



**Fuente: ArcMap**

Ahora en columna de **AreaTotal** y le doy nuevamente anticlick para elegir **Field calculator** y es allí donde pegaré el valor de **Sum**. y automáticamente se insertará ese dato en todas las filas de los respectivos polígonos (ver Figura 46).

**Figura 46**

FID	Shape	ID	ELEMENTID	Qmaxhr	Area	Area_total
0	Polygon	0	195	34.75	6307.821087	574307.647198
1	Polygon	0	192	34.75	5430.443323	574307.647198
2	Polygon	0	191	34.75	6596.033553	574307.647198
3	Polygon	0	189	34.75	6601.616907	574307.647198
4	Polygon	0	187	34.75	9534.964501	574307.647198
5	Polygon	0	186	34.75	5195.731525	574307.647198
6	Polygon	0	144	34.75	6907.619655	574307.647198
7	Polygon	0	182	34.75	4319.022373	574307.647198
8	Polygon	0	178	34.75	4225.737857	574307.647198
9	Polygon	0	240	34.75	5494.063356	574307.647198
10	Polygon	0	173	34.75	3815.345553	574307.647198
11	Polygon	0	171	34.75	6901.828574	574307.647198
12	Polygon	0	169	34.75	5289.321452	574307.647198
13	Polygon	0	238	34.75	4860.539108	574307.647198
14	Polygon	0	166	34.75	6021.091949	574307.647198
15	Polygon	0	164	34.75	2773.095744	574307.647198
16	Polygon	0	162	34.75	5352.371456	574307.647198
17	Polygon	0	161	34.75	4158.193602	574307.647198
18	Polygon	0	159	34.75	10530.330162	574307.647198
19	Polygon	0	158	34.75	6630.924566	574307.647198
20	Polygon	0	156	34.75	8446.034578	574307.647198
21	Polygon	0	154	34.75	2468.778303	574307.647198
22	Polygon	0	234	34.75	8097.633083	574307.647198

Fuente: ArcMap

Ya se puede ver el valor de AreaTotal en todos los polígonos de dicho atributo. Luego para último atributo de la tabla que es el Caudal de diseño (Qdis), se realizará el cálculo del caudal de diseño (Qdis) a través de la operación ( $Qdis = Qmaxhr * (Area) / AreaTotal$ ) que sería igual a el caudal de diseño para cada polígono (ver Figura 47).

**Figura 47**

FID	Shape	ID	ELEMENTID	Qmaxhr	Area	Area_total	Qdis
574307.647198						574307.647198	0.381671
574307.647198						574307.647198	0.328583
574307.647198						574307.647198	0.399111
574307.647198						574307.647198	0.399448
574307.647198						574307.647198	0.576938
574307.647198						574307.647198	0.314381
574307.647198						574307.647198	0.417964
574307.647198						574307.647198	0.261334
574307.647198						574307.647198	0.255689
574307.647198						574307.647198	0.332433
574307.647198						574307.647198	0.230858
574307.647198						574307.647198	0.417613
574307.647198						574307.647198	0.320044
574307.647198						574307.647198	0.2941
574307.647198						574307.647198	0.364322
574307.647198						574307.647198	0.167793
574307.647198						574307.647198	0.323859
574307.647198						574307.647198	0.251602
574307.647198						574307.647198	0.637165
574307.647198						574307.647198	0.401222
574307.647198						574307.647198	0.511105
574307.647198						574307.647198	0.14938
574307.647198						574307.647198	0.489969

Fuente: ArcMap

Entonces, se ha generado automáticamente el cálculo de los caudales de diseño para cada polígono o área de influencia que pertenecerá a cada nodo (ver Figura 48).

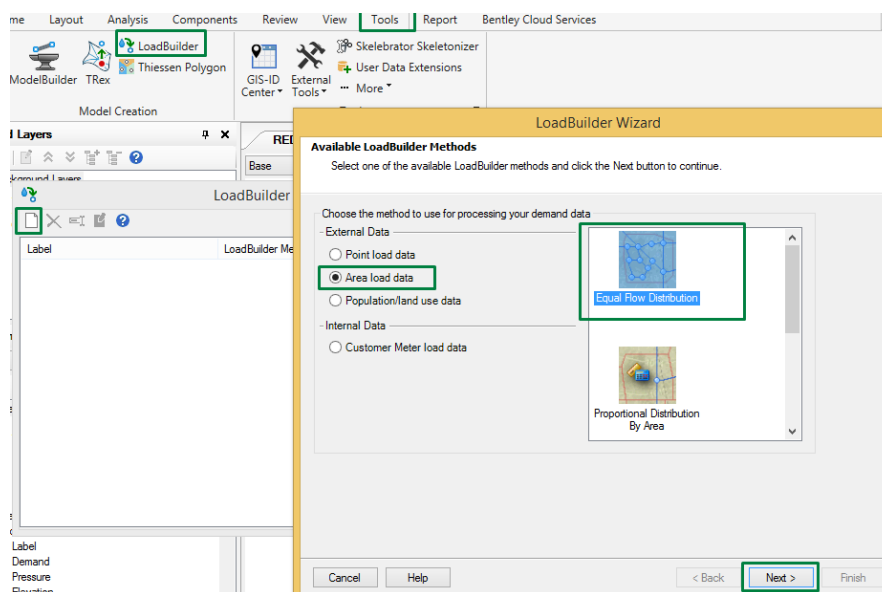
**Figura 48**

FID	Shape	ID	ELEMENTID	Qmaxhr	Area	Area_total	Qdis
0	Polygon	0	195	34.75	6307.821087	574307.647198	0.381671
1	Polygon	0	192	34.75	5430.443323	574307.647198	0.328583
2	Polygon	0	191	34.75	6596.033553	574307.647198	0.39911
3	Polygon	0	189	34.75	6601.616907	574307.647198	0.399448
4	Polygon	0	187	34.75	9534.964501	574307.647198	0.576938
5	Polygon	0	186	34.75	5195.731525	574307.647198	0.314381
6	Polygon	0	144	34.75	6907.619655	574307.647198	0.417964
7	Polygon	0	182	34.75	4319.022373	574307.647198	0.261334
8	Polygon	0	178	34.75	4225.737857	574307.647198	0.255689
9	Polygon	0	240	34.75	5494.063356	574307.647198	0.332433
10	Polygon	0	173	34.75	3815.345553	574307.647198	0.230858
11	Polygon	0	171	34.75	6901.828574	574307.647198	0.417613
12	Polygon	0	169	34.75	5289.321452	574307.647198	0.320044
13	Polygon	0	238	34.75	4860.539108	574307.647198	0.2941
14	Polygon	0	166	34.75	6021.091949	574307.647198	0.364322
15	Polygon	0	164	34.75	2773.095744	574307.647198	0.167793
16	Polygon	0	162	34.75	5352.371456	574307.647198	0.323859
17	Polygon	0	161	34.75	4158.193602	574307.647198	0.251602
18	Polygon	0	159	34.75	10530.330162	574307.647198	0.637165
19	Polygon	0	158	34.75	6630.924566	574307.647198	0.401222
20	Polygon	0	156	34.75	8446.034578	574307.647198	0.511105
21	Polygon	0	154	34.75	2468.778303	574307.647198	0.14938
22	Polygon	0	234	34.75	8097.633083	574307.647198	0.489969

**Fuente:** ArcMap

Ahora me dirijo a WaterGems y haré uso de la herramienta **LoadBuilder**, en el Campo de **External Data** (Datos externos) elegiré **Area Load data** y seleccionaré **Equal Flow Distribution** (Igual Flujo Distribuido) y le daré click en Next para asignar caudales (ver Figura 49).

**Figura 49**



**Fuente:** WaterGEMS

En la ventana siguiente, en **Node Layer** elegiré **Junction/ All elements** (en todos los nodos), en el campo **Flow Boundary Layer** se elegirá la carpeta de destino (**NUEVAS DEMANDAS**) y en Flow field seleccionaremos QDIS y las unidades en L/s (ver Figura 50).

**Figura 50**

LoadBuilder Wizard

**Equal Flow Distribution**  
Enter in data for all fields below and click Next to continue.

Model Node Data

Node Layer: Junction/All Elements ...

Node ID Field: ElementID

GIS Flow Raw Data

Flow Boundary Layer: C:\Users\USSER\Desktop\TESIS II GO\' ...

Flow Field: QDIS L/s

Cancel Help < Back Next > Finish

**Fuente:** WaterGEMS

Y en la siguiente ventana me arrojará por Default un caudal de 34.75 igual al caudal máximo horario ( $Q_{maxhr}$ ) que había insertado anteriormente (ver Figura 51).

**Figura 51**

LoadBuilder Wizard

**Calculation Summary**  
Assign a pattern for each load type.

Load Type	Consumption (l/s)	Multiplier	Pattern
Default	34.75	1.000	Fixed

Global Multiplier: 1.000

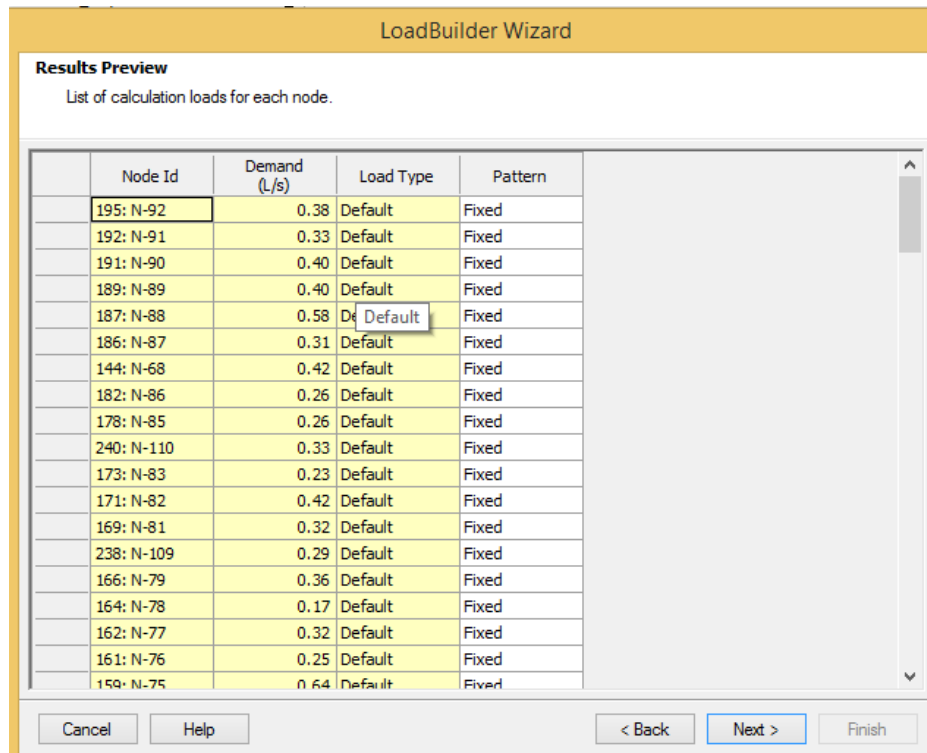
Total Demand: 34.75 L/s

Cancel Help < Back Next > Finish

**Fuente:** WaterGEMS

En las ventanas siguientes me mostrará las demandas en todos los nodos o junctions asignadas (ver Figura 52).

**Figura 52**



**LoadBuilder Wizard**  
Results Preview  
List of calculation loads for each node.

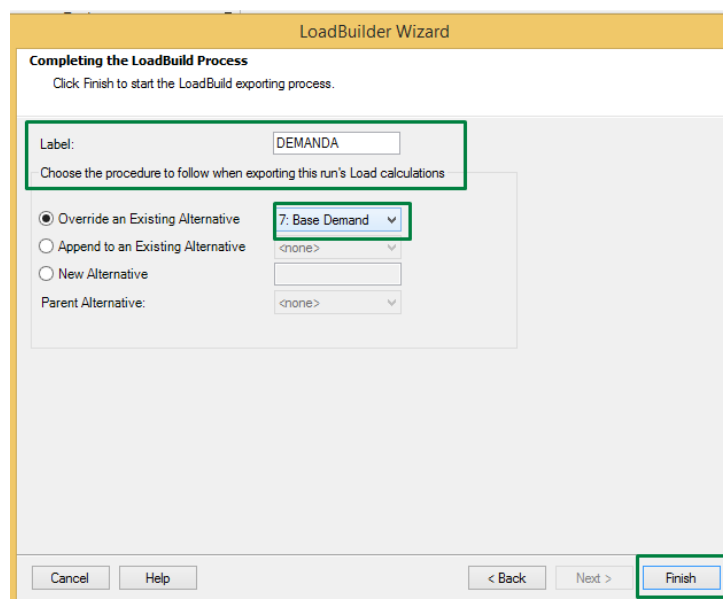
Node Id	Demand (L/s)	Load Type	Pattern
195: N-92	0.38	Default	Fixed
192: N-91	0.33	Default	Fixed
191: N-90	0.40	Default	Fixed
189: N-89	0.40	Default	Fixed
187: N-88	0.58	Default	Fixed
186: N-87	0.31	Default	Fixed
144: N-68	0.42	Default	Fixed
182: N-86	0.26	Default	Fixed
178: N-85	0.26	Default	Fixed
240: N-110	0.33	Default	Fixed
173: N-83	0.23	Default	Fixed
171: N-82	0.42	Default	Fixed
169: N-81	0.32	Default	Fixed
238: N-109	0.29	Default	Fixed
166: N-79	0.36	Default	Fixed
164: N-78	0.17	Default	Fixed
162: N-77	0.32	Default	Fixed
161: N-76	0.25	Default	Fixed
159: N-75	0.64	Default	Fixed

Buttons: Cancel, Help, < Back, Next >, Finish

**Fuente:** WaterGEMS

En la siguiente ventana en Label denominaré mi campo **DeManda** y en el segundo campo elegiré la opción donde se podrá visualizar la respectiva demanda (7: Base Demand), y le doy click en Finish (ver Figura 53).

**Figura 53**



**LoadBuilder Wizard**  
Completing the LoadBuild Process  
Click Finish to start the LoadBuild exporting process.

Label: DEMANDA

Choose the procedure to follow when exporting this run's Load calculations

Override an Existing Alternative: 7: Base Demand

Append to an Existing Alternative: <none>

New Alternative: <none>

Parent Alternative: <none>

Buttons: Cancel, Help, < Back, Next >, Finish

**Fuente:** WaterGEMS

Una vez realiza todo el procedimiento para comprobar que se haya asignado la demanda correspondiente en cada no, me dirigiré a cualquier nodo y en propiedades iré a base Demand y allí estará la demanda asignada en ese nodo (ver Figura 54).

**Figura 54**

**Demands (Junction: N-102)**

	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	0.51	Fixed
*		

**Properties**

N-102

Show All>

Property Search

**<Geometry>**

X (m) 4,262.13

Y (m) 1,820.62

**Active Topology**

Is Active? True

**Demand**

Demand Collection <Collection: 1 item>

Unit Demand Colle <Collection: 0 items>

Associated Custon <Collection>

Associated Custon <Collection>

**Fire Flow**

Specify Local Fire False

**Operational**

Controls <Collection>

**Physical**

Elevation (m) 47.00

Zone <None>

Emitter Coefficient 0.000

**Pressure Dependent Demand**

Use Local Pressur False

**Transient (Initial)**

Vapor Volume (Init) 0.0

**Water Quality**

**Demand Collection**

A collection of baseline demands and

**N-102**

CT=47.00 m

P=16.31 m H2O

D=0.51 L/s

**Fuente:** WaterGEMS



## 8.11. Anexo 11: Modelado de la Red de Alcantarillado con SewerGems

### 1. Configuración del software SewerGems

Vamos configurar el archivo que estamos trabajando en cuanto a datos del título del archivo (RED DE ALCANTARILLADO), el encargado del diseñador o evaluador y se puede agregar una nota (ver Figura 55).

**Figura 55**

SewerGEMS CONNECT Edition [RED ALCANTARILLADO.s

Info

Title	RED DE ALCANTARILLADO
File Name:	C:\Users\USSER\Desktop\TESIS II GO\ALCANTARILLADO SEWERGEMS\MO
Engineer	MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS
Company	
Date	12/06/2020

Notes

MODELACIÓN RED ALCANTARILLADO

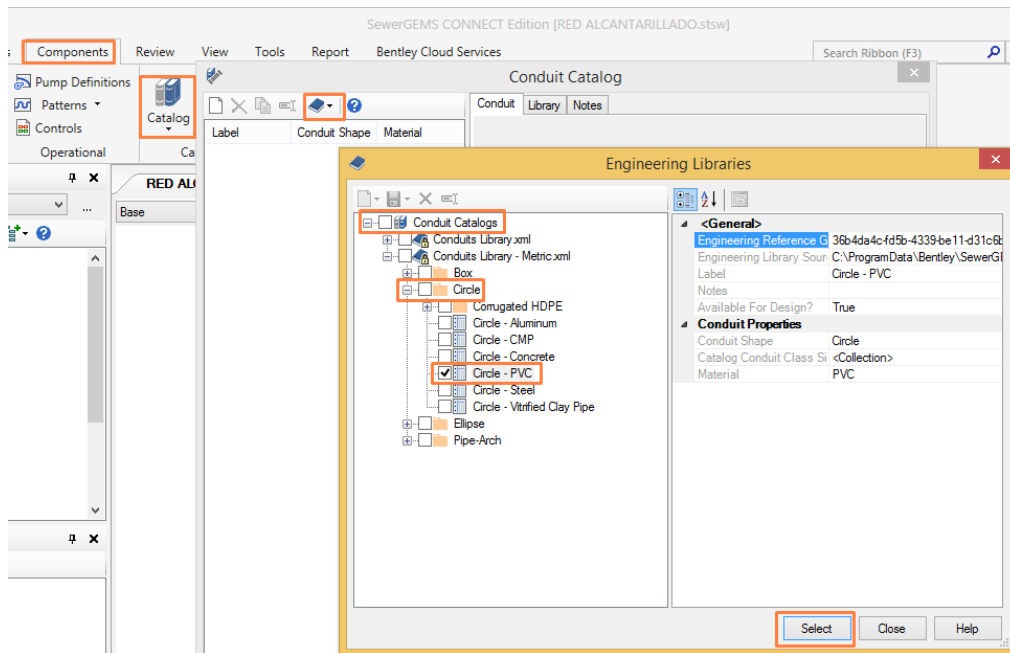
Open File Location  
Open Working Folder  
Open Program Data Folder  
Open User Settings Folder

**Fuente:** SewerGEMS

#### 1.1. Catálogo

SewerGEMS posee un catálogo de diámetros de tubería, para importar los que vamos a utilizar que serán Tuberías circulares de PVC con diámetros de la red de alcantarillado (160 mm, 200 mm, 250 mm y 315 mm). Para ello nos dirigimos a Componentes, desplegamos el Catalog e importaremos Conduit Catalog. Luego desplegaremos el catálogo eligiendo la opción Engineering Libraries, para después desplegar Conduit Catalogs, luego traeremos de Conduits Library el tipo de tubería hasta elegir Circle – PVC (tuberías circulares) y le damos en Select (Ver Figura 56).

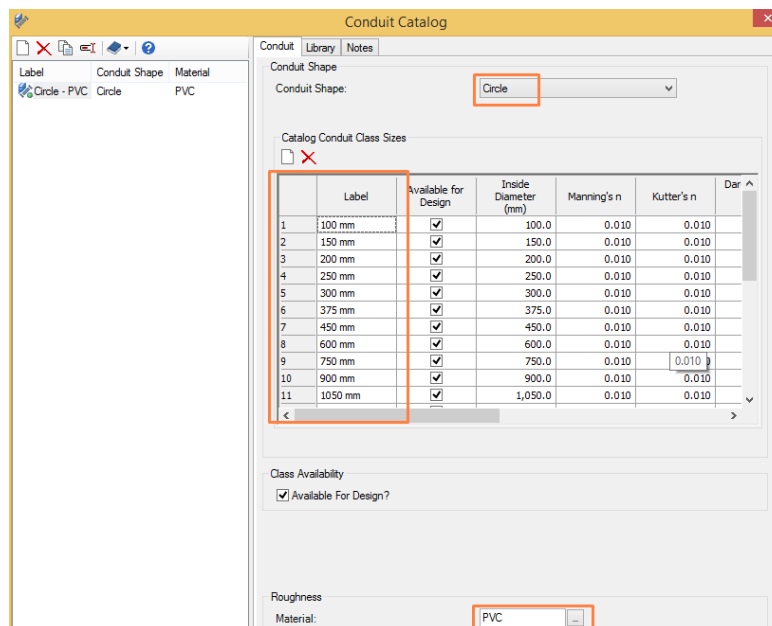
Figura 56



Fuente: SewerGEMS

Una vez que hayamos elegido del catálogo de SewerGEMS, a continuación, saldrá un listado de tuberías circulares de PVC con sus respectivas características de diferentes diámetros (ver Figura 57).

Figura 57

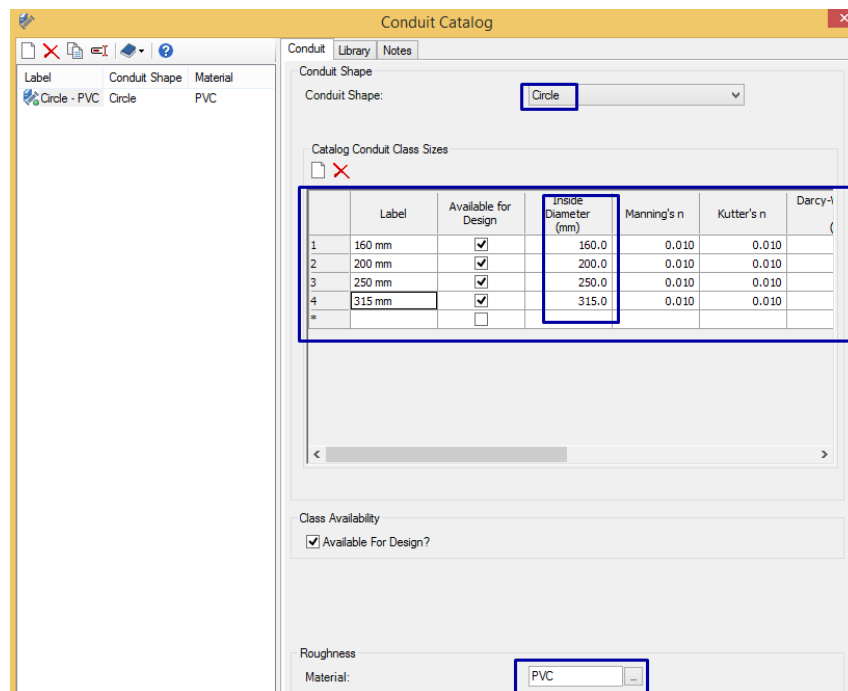


Fuente: SewerGEMS

Entonces, vamos a seleccionar los diámetros con los que tiene la red de alcantarillado, se van a emplear y modificar algunos diámetros (160 mm, 200 mm, 250 mm y 315 mm),

también en la columna de **Inside Diameter** (diámetro interior) (mm) nos aseguramos que tenga el mismo diámetro establecido en la columna Label (ver Figura 58).

**Figura 58**

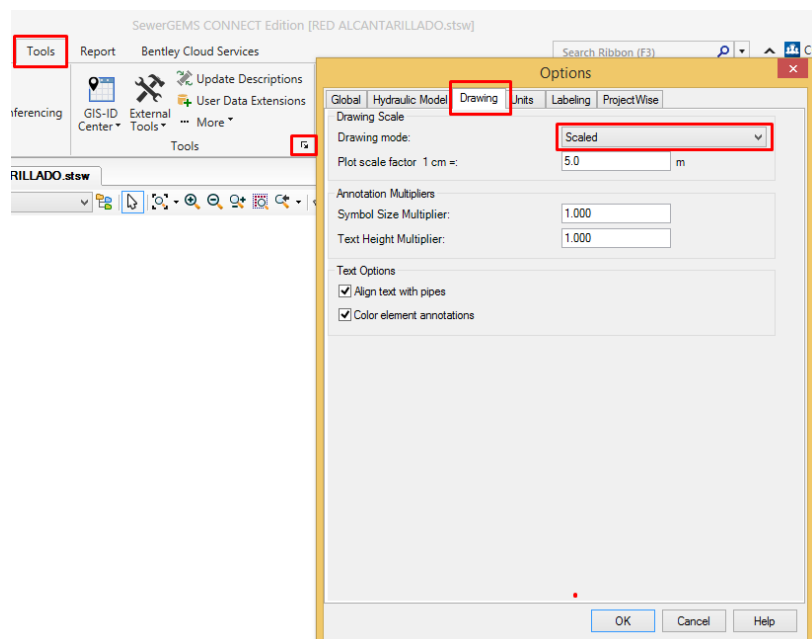


**Fuente:** SewerGEMS

## 1.2. Opciones de dibujo

En el modelado de WaterGems elegimos la opción Scaled (escalado) y aquí también será del mismo modo ya que no se va a modificar las longitudes (ver Figura 59).

**Figura 59**

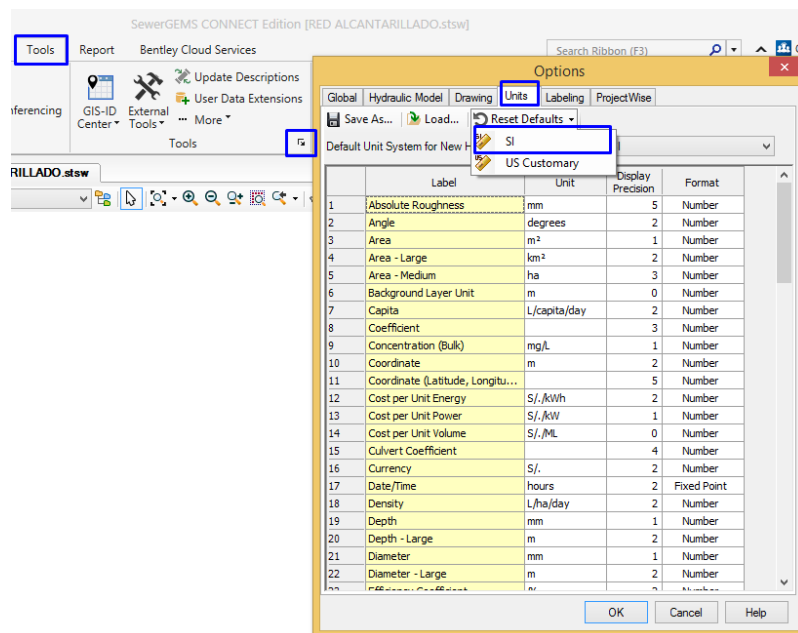


**Fuente:** SewerGEMS

### 1.3. Unidades

Al igual que en WaterGems, aquí seleccionaremos las unidades del sistema internacional. Para ello en la Opción Tools desplegamos Options, luego en Reset Defaults desplegaremos y elegiremos SI (sistema internacional) que serán las unidades con que se va a trabajar (ver Figura 60).

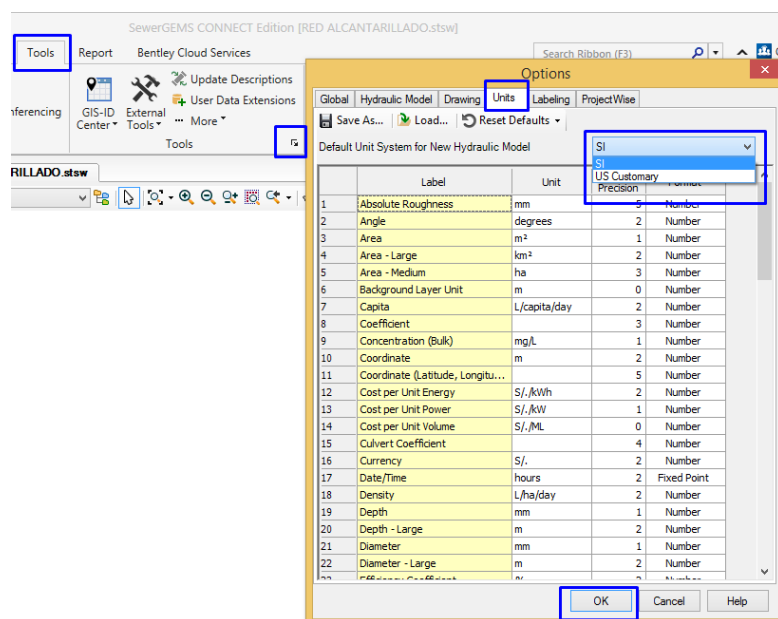
**Figura 60**



**Fuente: SewerGEMS**

Además, definiremos las unidades en el SI (sistema internacional) para nuevos modelos hidráulicos (ver Figura 61).

**Figura 61**



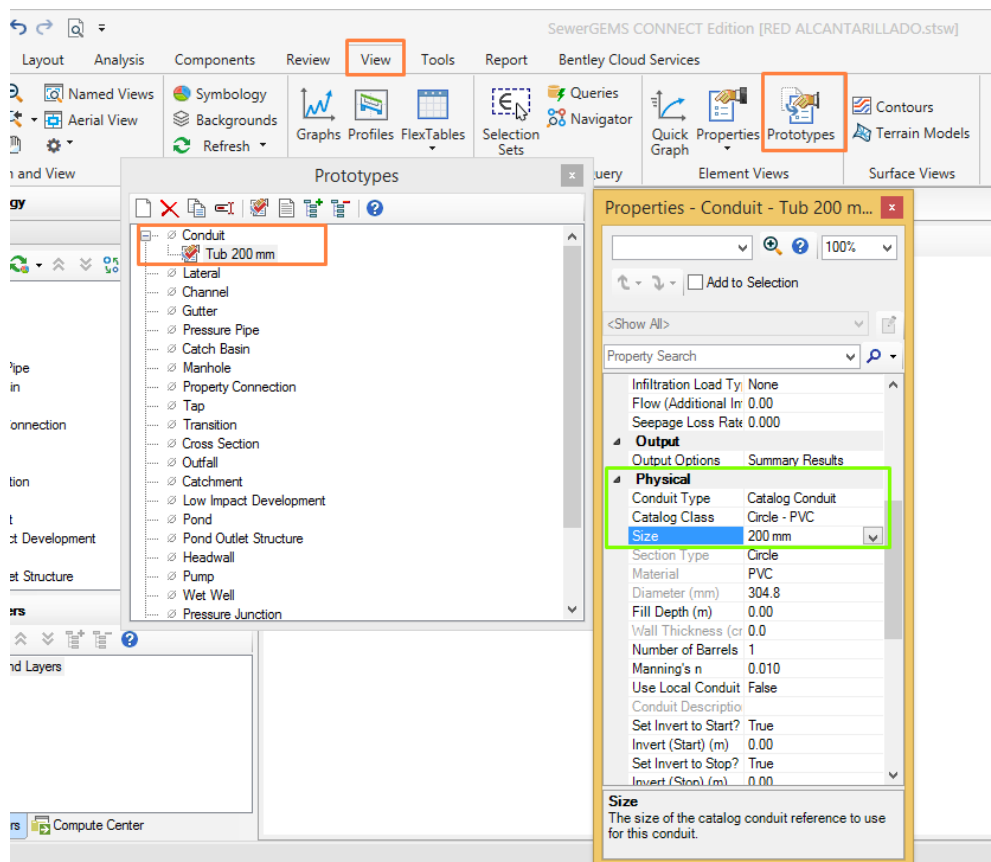
**Fuente: SewerGEMS**

#### 1.4. Prototipo

Para definir nuestro prototipo con que se va a trabajar, iremos a View y elegiremos Prototypes y en Conduit (Tubería) añadiremos uno nuevo y lo denominaremos **Tub. 200 mm**. Luego, con anticlick elegimos propiedades y allí haremos la siguiente modificación.

En **Physical** para el campo de **Conduit Type** elegiremos Catalog Conduit, en **Catalog Class** elegiremos Circle PVC y en Size 200 mm que son las propiedades que anteriormente jalamos del catálogo (ver Figura 62).

Figura 62

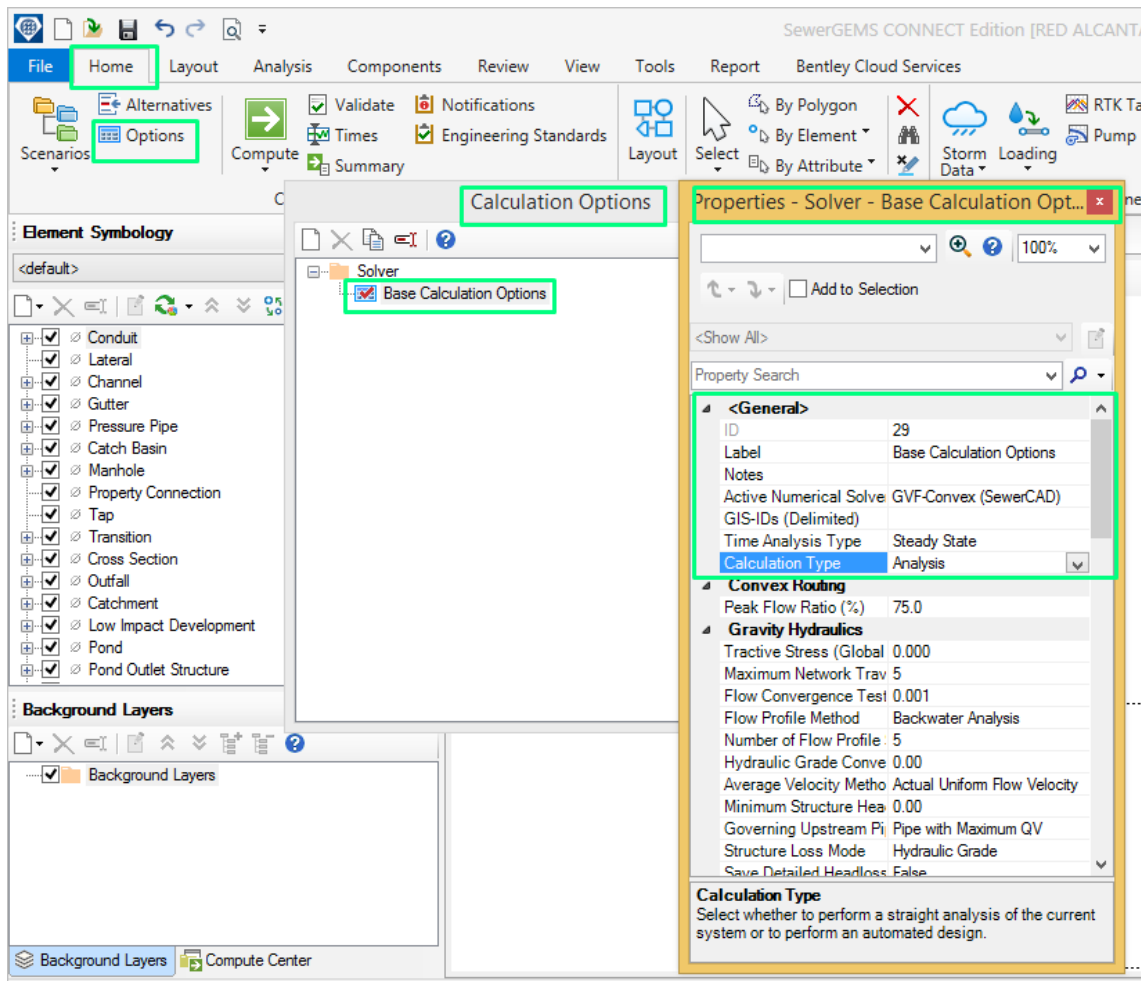


Fuente: SewerGEMS

#### 1.5. Cálculo

Para configurar las opciones de cálculo con la que va a trabajar el modelamiento hidráulico, nos dirigimos a home, en Options, le damos anticlick y elegimos properties y vamos configurar algunas propiedades. En **General**, para el campo **Active Numeral Solver** elegiremos **GVF-Convex (SewerCad)**, en **Time Analysis Type** elegiremos **Steady State** (simulación estática) y por último en **Calculation Type** elegiremos **Analysis** (ya que haremos una evaluación mas no un diseño) (ver Figura 63).

Figura 63

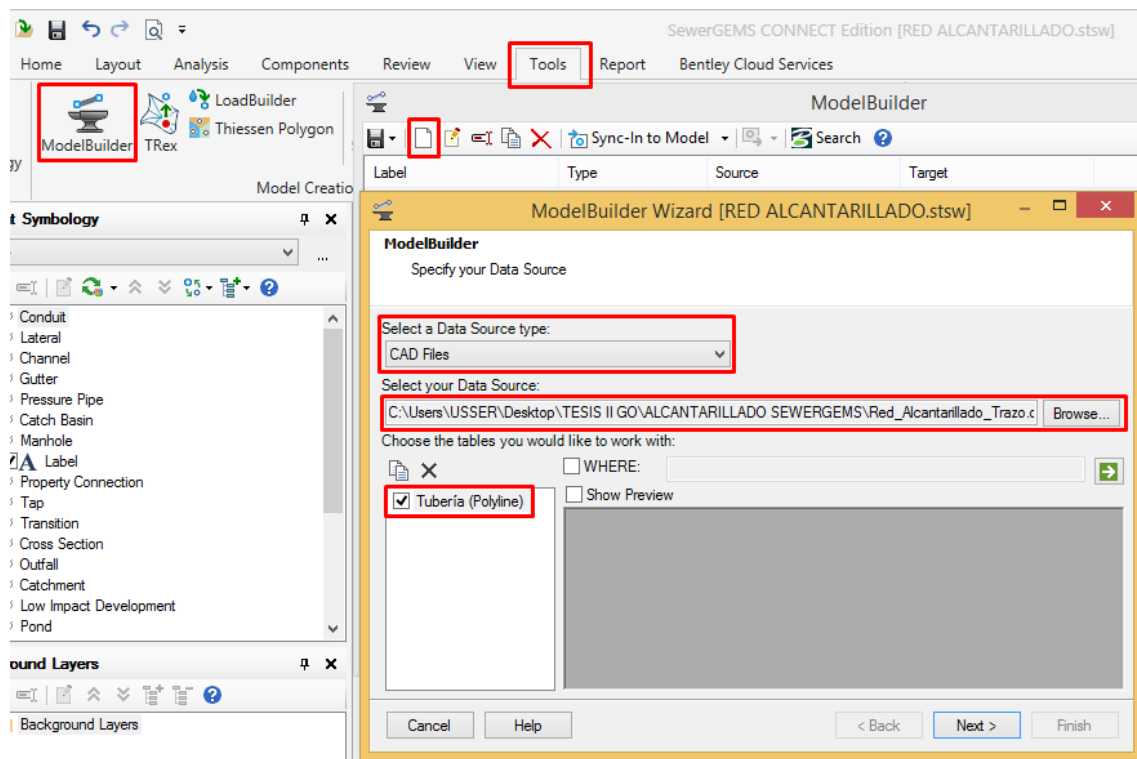


Fuente: SewerGEMS

## 2. Construcción de la red con ModelBuilder

Para la construcción de la red emplearemos la herramienta ModelBuilder. Para ello nos dirigiremos a Tools, elegiremos ModelBuilder, se añadirá uno nuevo y en ModelBuilder Wizard en el primer campo elegiremos CAD Files (nuestro modelado está en un archivo cad), en el siguiente campo elegiremos la data que se va a importar **Red\_Alcantarillado\_Trazo** y nos encargaremos de que este seleccionada con un check Tubería (Polyline) y para finalizar le daremos click en Next (ver Figura 64).

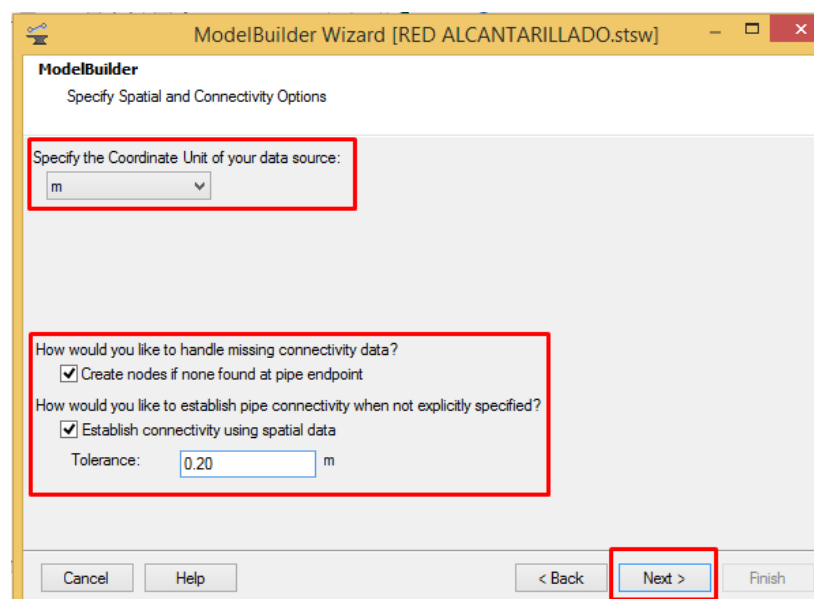
Figura 64



Fuente: SewerGEMS

En la siguiente ventana, elegiremos la opción de unidades para la compatibilidad del software y el archivo a importar. En este caso seleccionaremos m (metros), en los siguientes campos seleccionaremos con un check y en tolerancia será de 0.20 m para unir cualquier tubería que este dentro de ese margen que no haya unido bien en el archivo dxf y para finalizar click en Next (Figura 65).

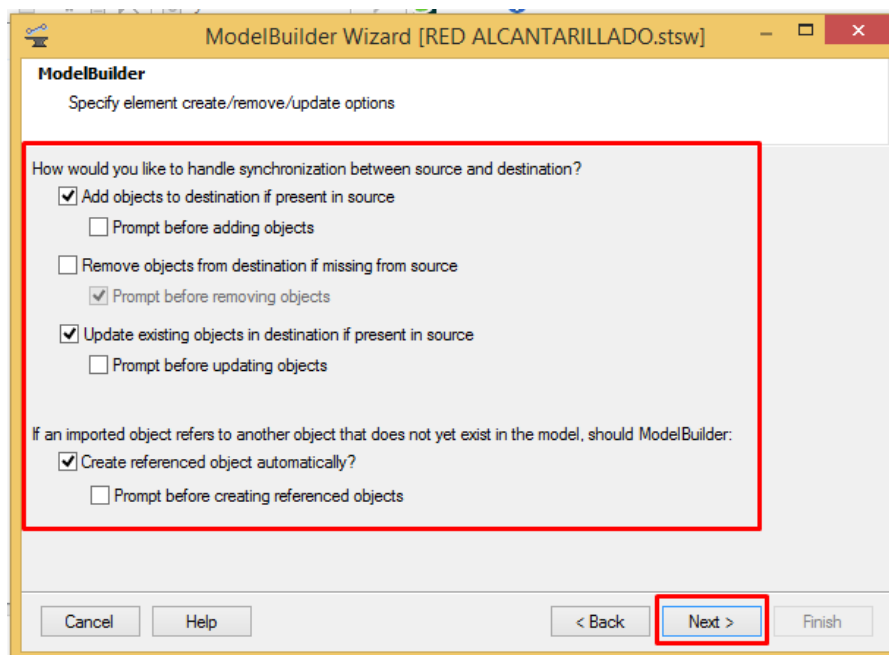
Figura 65



Fuente: SewerGEMS

En la siguiente ventana no haremos ninguna modificación y daremos click en Next (ver Figura 66).

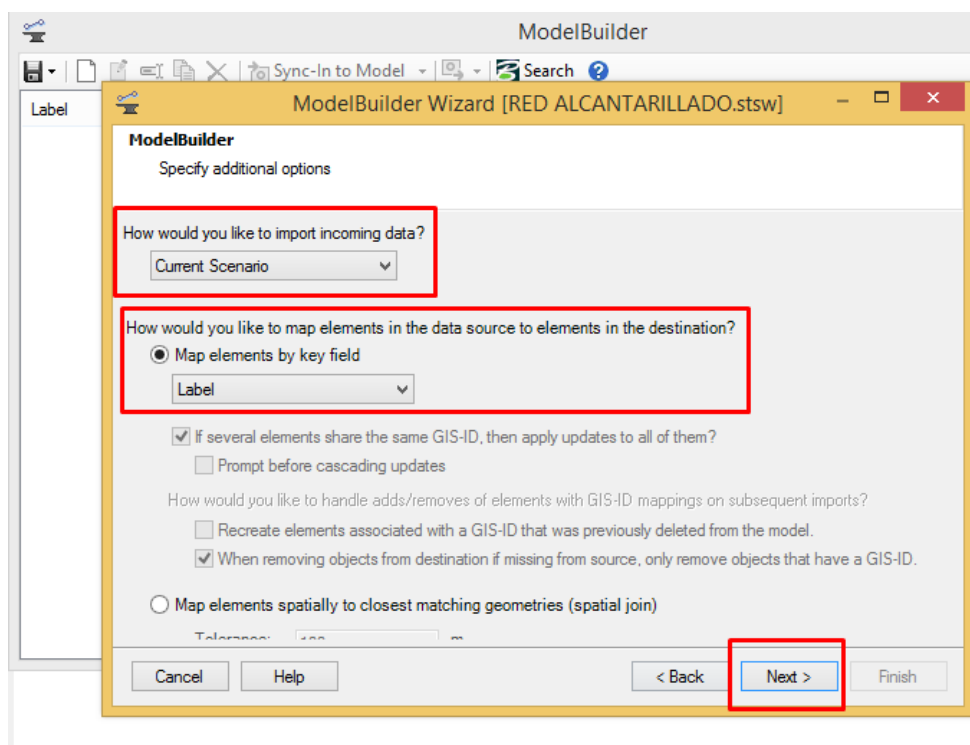
**Figura 66**



**Fuente:** SewerGEMS

En la siguiente ventana en el primer campo elegiremos el Current Scenario y en el siguiente Label, luego le daremos click en Next (ver Figura 67).

**Figura 67**

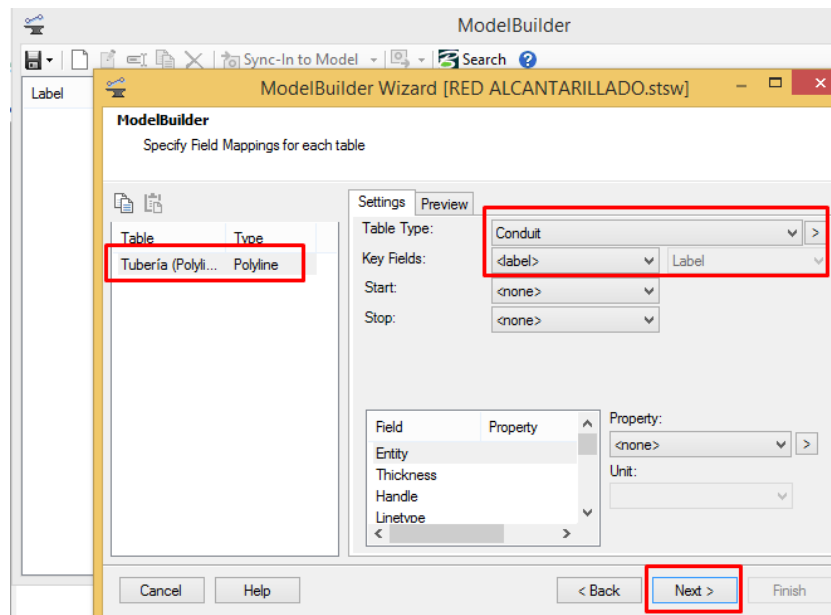


**Fuente:** SewerGEMS



En la siguiente ventana se verificará que en la tabla contenga Tubería (Polyline) que es la capa con la que fue construida la red, en **Table Type** elegiremos **Conduit** (Tubería) y en el campo de **Key Fields** seleccionaremos label lo que permitirá que cada polyline o línea convierta en **Conduit** (Tubería), luego le daremos click en Next (ver Figura 68).

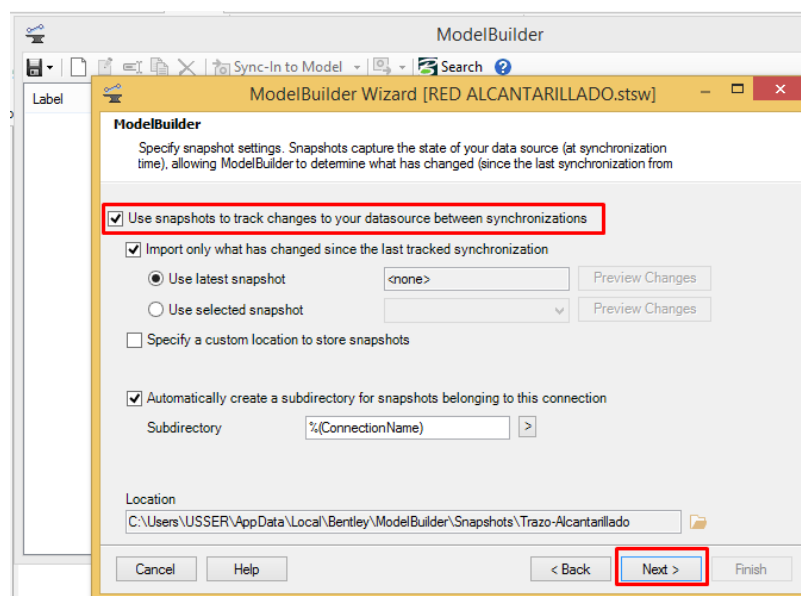
**Figura 68**



**Fuente:** SewerGEMS

Luego, en la siguiente seleccionaremos con un check en el primer campo para la sincronización de la información para la construcción del modelado. Elegiremos después Next (Ver figura 69).

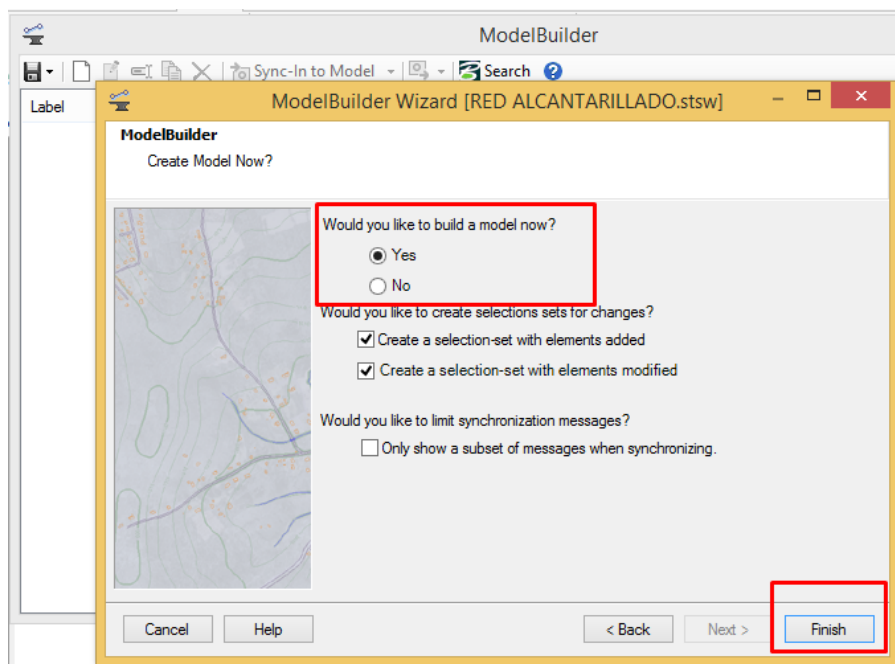
**Figura 69**



**Fuente:** SewerGEMS

Luego, en el paso siguiente nos pregunta si deseamos construir el modelo ahora, para ello elegiremos **Yes** y daremos click en Next (Ver figura 70).

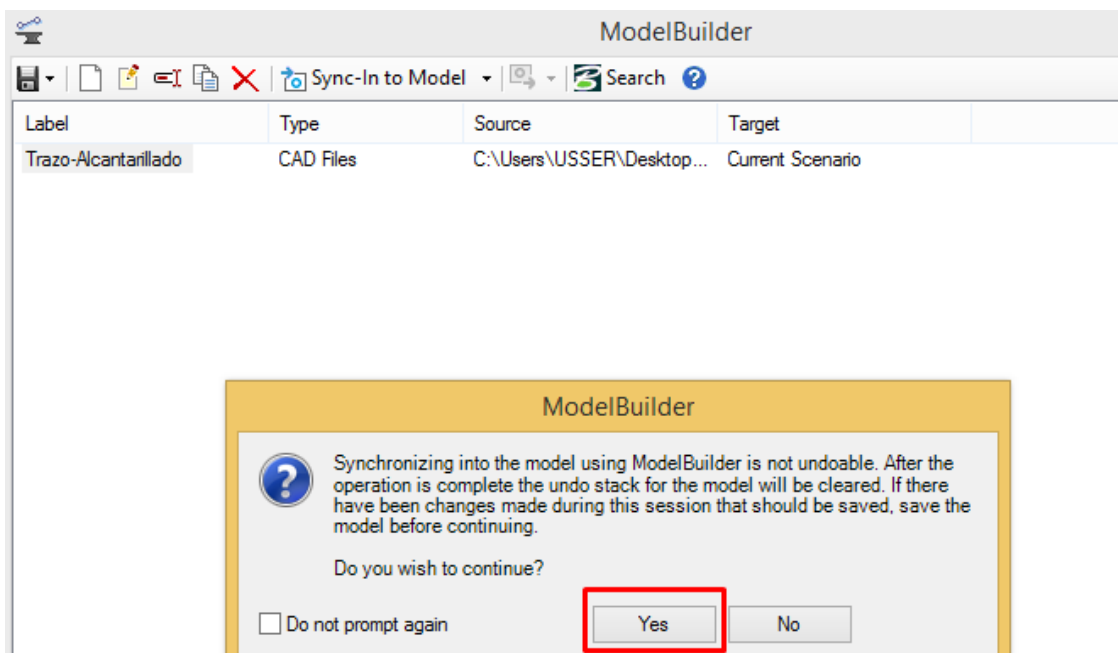
**Figura 70**



**Fuente:** SewerGEMS

Luego, aceptaremos la sincronización, daremos click en Yes y luego en Next (Ver figura 71).

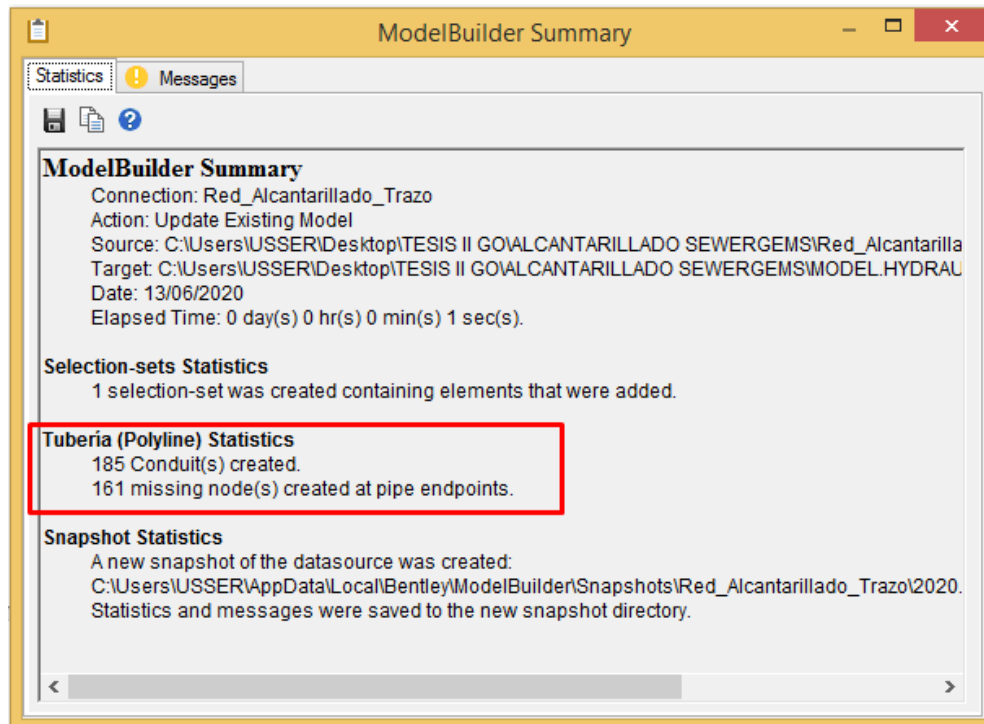
**Figura 71**



**Fuente:** SewerGEMS

Después, SewerGEMS nos informa que se han construido 185 Conduits (Tuberías) y 161 nodos que serán buzones (Ver figura 72).

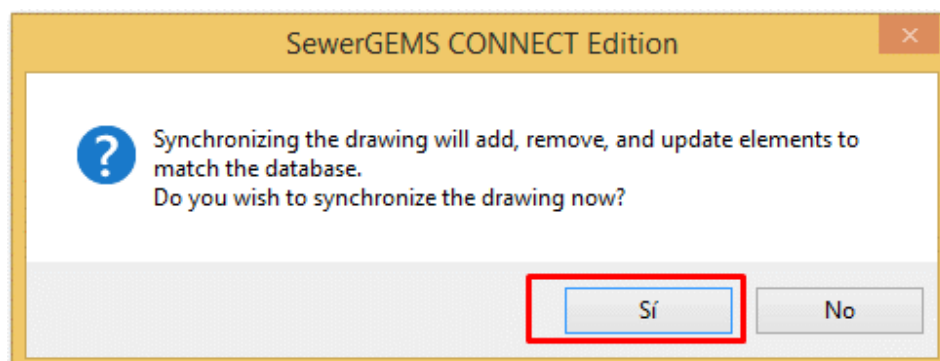
**Figura 72**



**Fuente:** SewerGEMS

Enseguida, realizaremos la sincronización para el dibujo ahora, para ello le damos click en Sí para que se construya el modelado de la red (ver Figura 73).

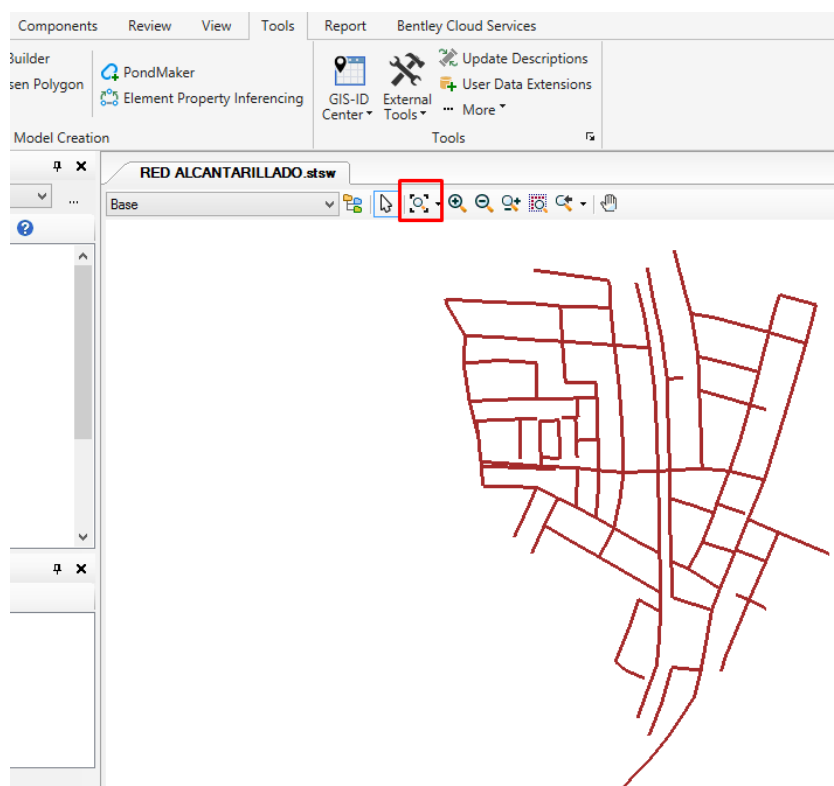
**Figura 73**



**Fuente:** SewerGEMS

Y automáticamente se ha construido la red de alcantarillado con todas las tuberías y los buzones dentro de ella (ver Figura 74).

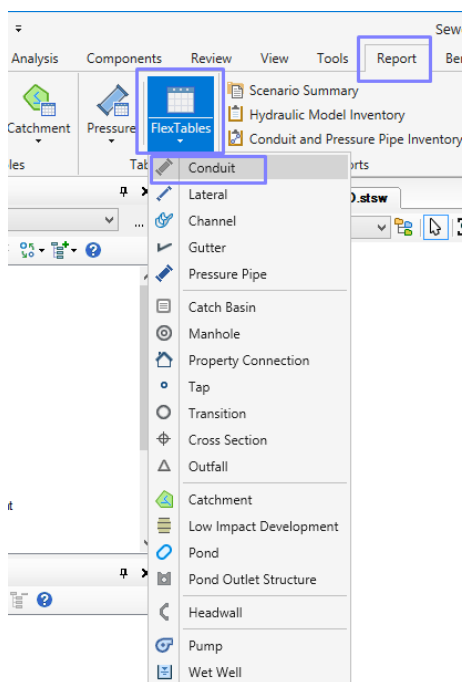
Figura 74



Fuente: SewerGEMS

Y para poder identificar con facilidad a las tuberías y buzones, cambiaremos la nomenclatura a través de Report, en FlexTables elegiremos Conduit para cambiar a tuberías (ver Figura 75).

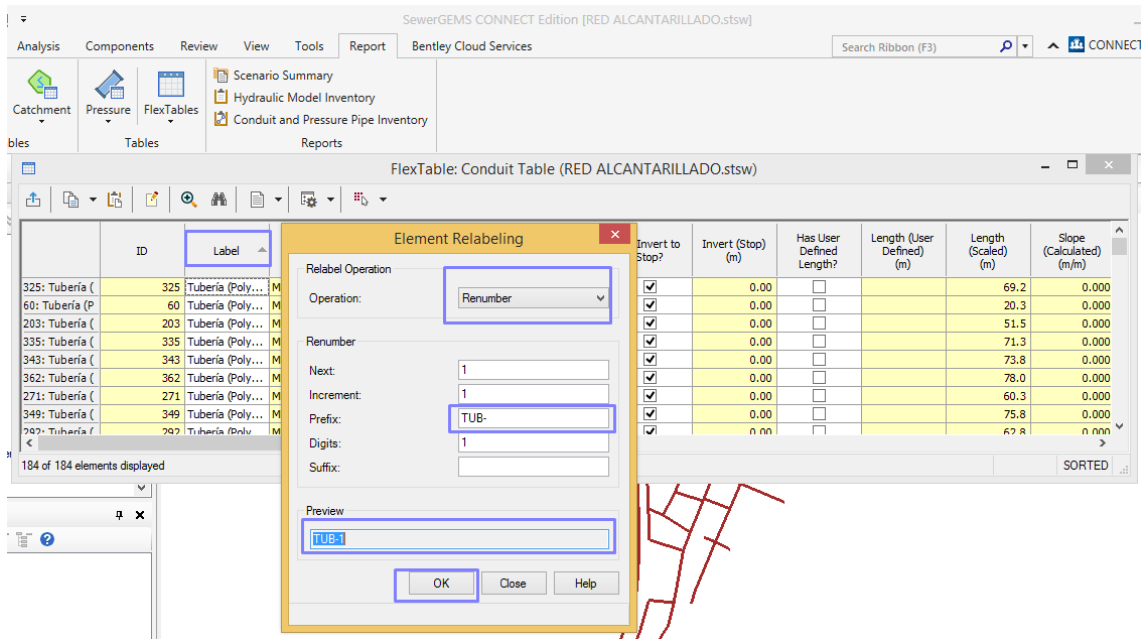
Figura 75



Fuente: SewerGEMS

En la etiqueta Label, se dará un anticlick y elegiremos Relabel para renombrar con el prefijo TUB- a todas las Tuberías - polylínea (ver Figura 76).

**Figura 76**



**Fuente: SewerGEMS**

Una vez realizado ese cambio ya se podrá visualizar con la etiqueta de TUB- para cada Conduit (ver Figura 77).

**Figura 77**

ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)
325: TUB-1	TUB-1	MH-19	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-149	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		69.2	0.000
60: TUB-2	TUB-2	MH-19	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-20	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		20.3	0.000
203: TUB-3	TUB-3	MH-20	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-99	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		51.5	0.000
335: TUB-4	TUB-4	MH-99	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-132	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		71.3	0.000
343: TUB-5	TUB-5	MH-149	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-132	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		73.8	0.000
362: TUB-6	TUB-6	MH-137	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-131	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		78.0	0.000
271: TUB-7	TUB-7	MH-131	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-132	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		60.3	0.000
349: TUB-8	TUB-8	MH-134	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-99	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		75.8	0.000
292: TUB-9	TUB-9	MH-134	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		62.8	0.000
92: TUB-10	TUB-10	MH-39	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		31.5	0.000
376: TUB-11	TUB-11	MH-99	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-76	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		103.4	0.000
158: TUB-12	TUB-12	MH-76	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-55	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		44.6	0.000
277: TUB-13	TUB-13	MH-134	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-114	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		60.5	0.000
230: TUB-14	TUB-14	MH-114	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-115	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		54.8	0.000
160: TUB-15	TUB-15	MH-40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	MH-77	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input type="checkbox"/>		45.6	0.000

**Fuente: SewerGEMS**

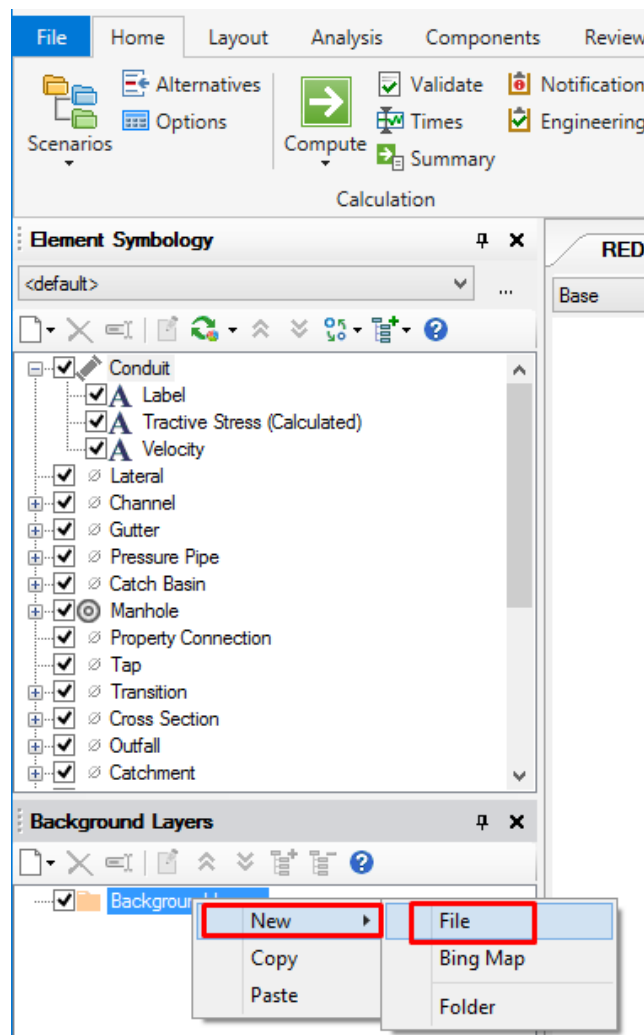
### 3. Buzón de Descarga

El buzón de descarga del proyecto (Outfall) lo vamos a integrar a la red a través del Background, es decir a diferencia de los demás buzones este es único ya que recibe todo el flujo de todos los buzones esparcidos en toda el área. Es por ello que se realizará este ítem adicional del modelado de la red anteriormente.

Para eso traeremos el archivo **Red de alcantarillado. dxf** con esa misma extensión que requiere el SewerGEMS para acoplarlo.

En Background hacemos anticlick y en New elegimos File (es decir importaremos un nuevo archivo (ver Figura 78).

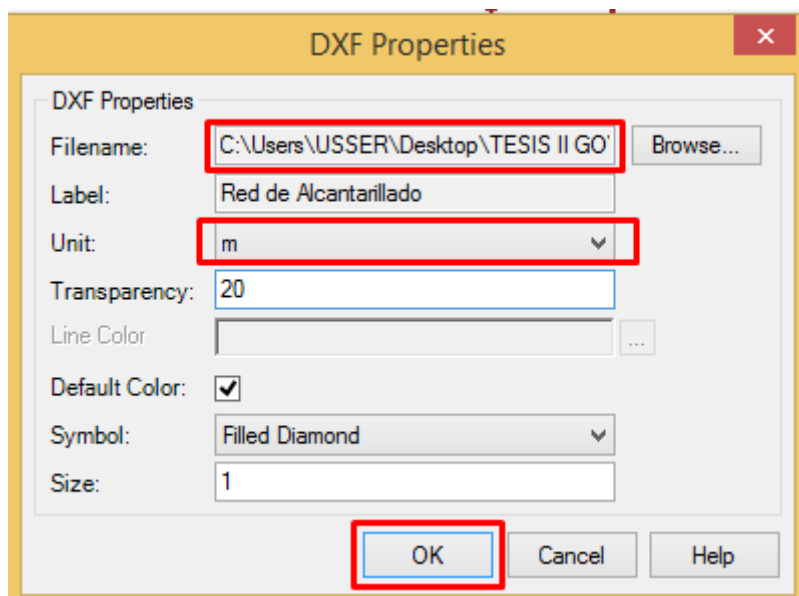
**Figura 78**



**Fuente:** SewerGEMS

Luego, en el primer campo está ubicado el archivo que importaremos **Red de alcantarillado. dxf** y las unidades serán en metros (m) con una transparencia de 20 para poder visualizar el dibujo y finalmente click en OK (ver Figura 79).

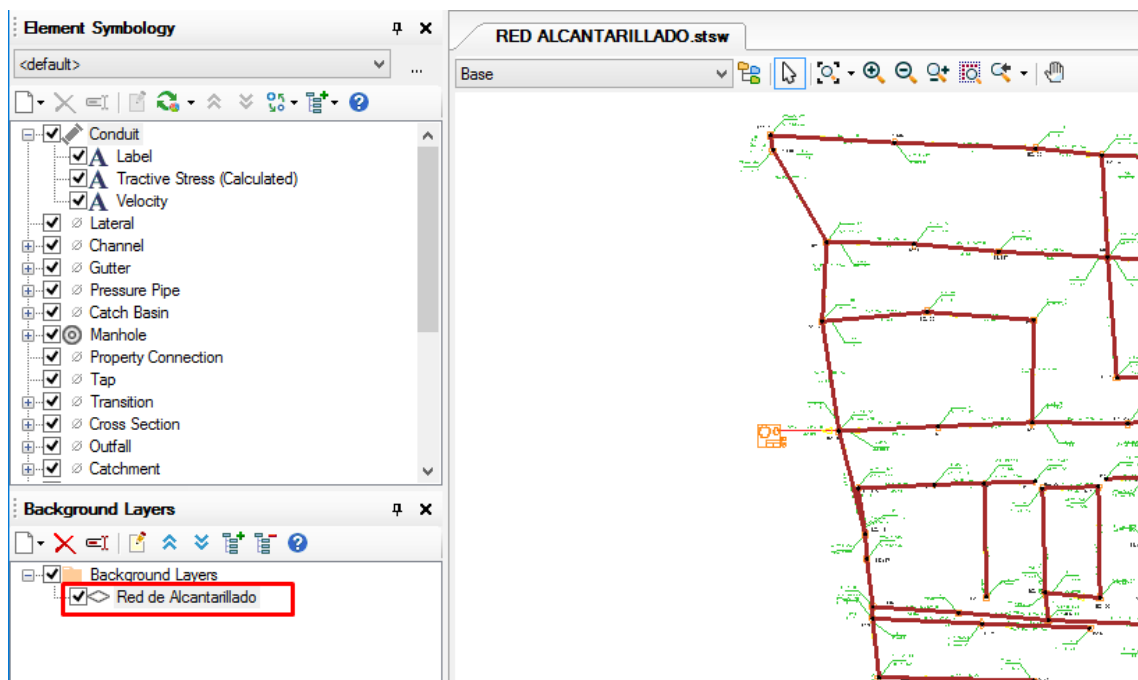
Figura 79



Fuente: SewerGEMS

Entonces, automáticamente se tiene el archivo dibujado como fondo (ver Figura 80)

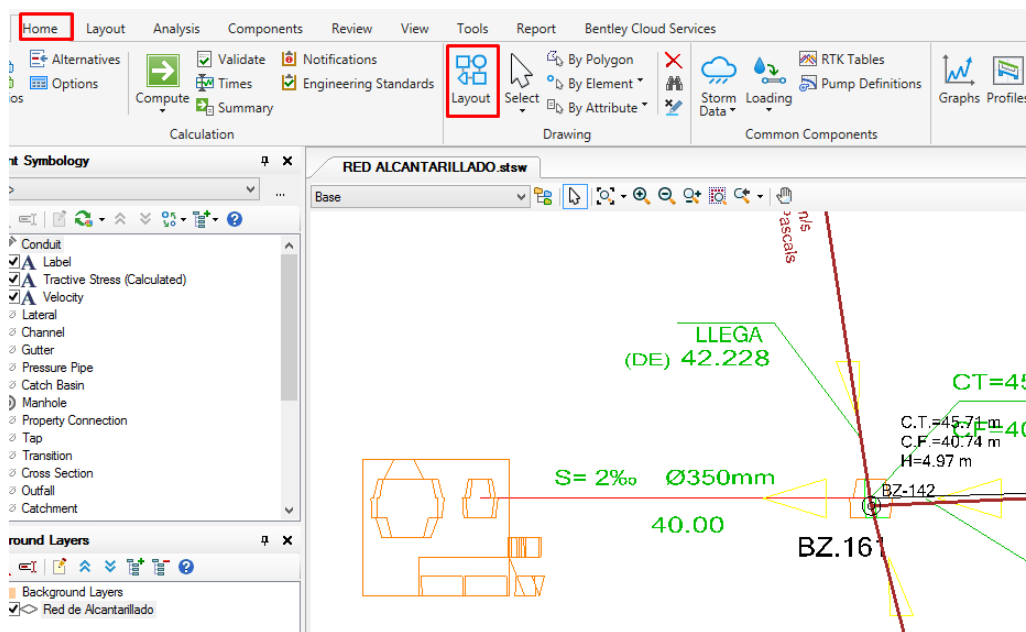
Figura 80



Fuente: SewerGEMS

Luego, me dirijo a donde está ubicado el buzón de descarga y con Layout acolparé el buzón de descarga a la red (ver Figura 81).

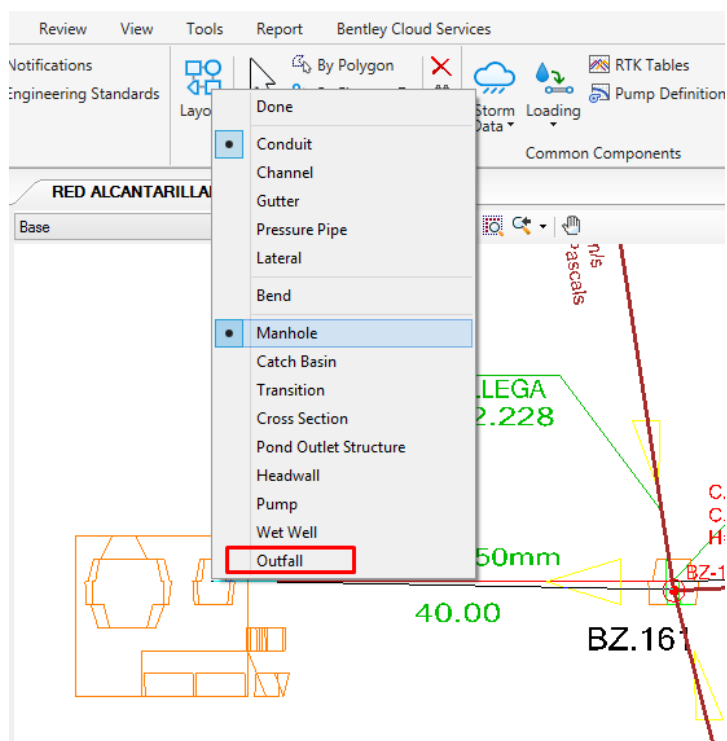
Figura 81



Fuente: SewerGEMS

Entonces una vez que se tenga la referencia, en Home me dirijo a Layout (dibujo) y parto del Bz 142 hacia dónde será mi buzón de descarga, antes de darle click debo cambiar de Manhole a Outfall (descarga) eso se hace con click derecho y luego pinto el lugar del buzón de descarga (ver figura 82).

Figura 82

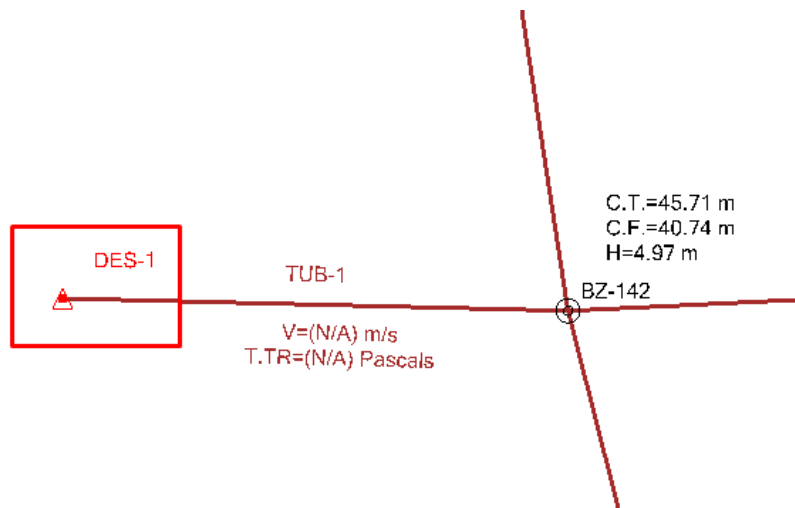


Fuente: SewerGEMS



Y ya se habrá construido el buzón de descarga acoplado a la red general (ver Figura 83)

**Figura 83**

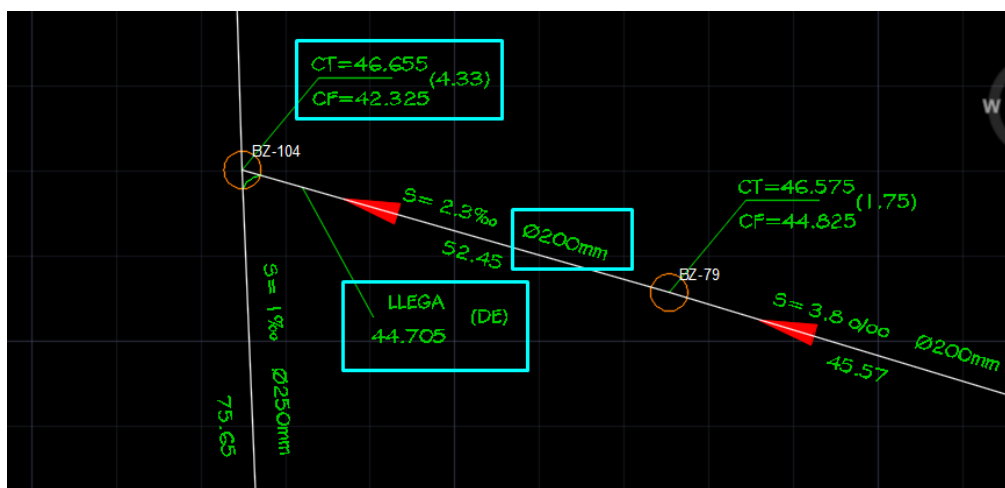


**Fuente:** SewerGEMS

#### 4. Cotas de los buzones y tuberías

Para poder obtener un análisis hidráulico de las tuberías, se debe ingresar las cotas de tapa, cota de fondo y cotas de las tuberías en el software de WaterGEMS, es necesario introducir estos datos ya que influyen en el procesamiento de cálculo del software, así como también la introducción de los diámetros correspondientes a las tuberías, es por ello que se va a realizar la evaluación a través del software ya que los datos requeridos han sido obtenidos en el trabajo de campo. En la imagen se puede observar C.T (cota de tapa), C.F. (Cota de fondo), Cota de Tubería y los diámetros, estos datos se introducirá al SewerGEMS (ver Figura 84).

**Figura 84**



**Fuente:** AutoCAD

Entonces para ello ya hemos obtenido todos estos datos, y han sido ordenados de acuerdo al orden que tienen los buzones (ver Figura 85).

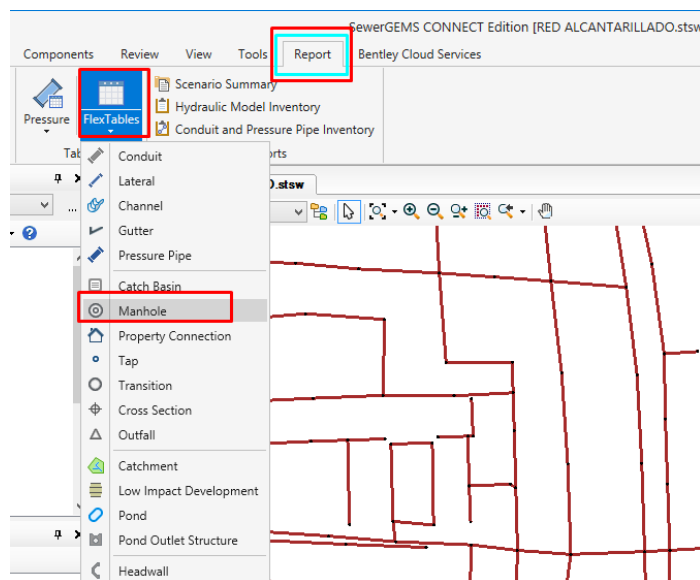
**Figura 85**

Buzón (Bz)	Cota de Tapa en metros (C.T)	Cota de Fondo en metros (C.F)
1	46.251	44.831
2	46.169	44.769
3	47.121	44.581
4	47.096	44.536
5	46.168	43.918
6	46.221	43.171
7	45.826	44.046
8	45.883	40.883
9	46.879	42.879
10	46.99	42.87
11	45.682	42.982
12	45.44	42.84
13	45.645	40.695
14	45.663	40.773
15	46.998	45.498

**Fuente:** Microsoft Excel

Entonces se procederá a copiar los datos en la anterior imagen en el SewerGEMS, para ello iremos Report, luego a FlexTables y por último en Manhole que hace referencia a los buzones (ver Figura 86).

**Figura 86**



**Fuente:** SewerGEMS

Luego se procederá a copiar los datos de Cota de tapa en Elevation Ground y las cotas de fondo en Elevation Invert (ver Figura 87).

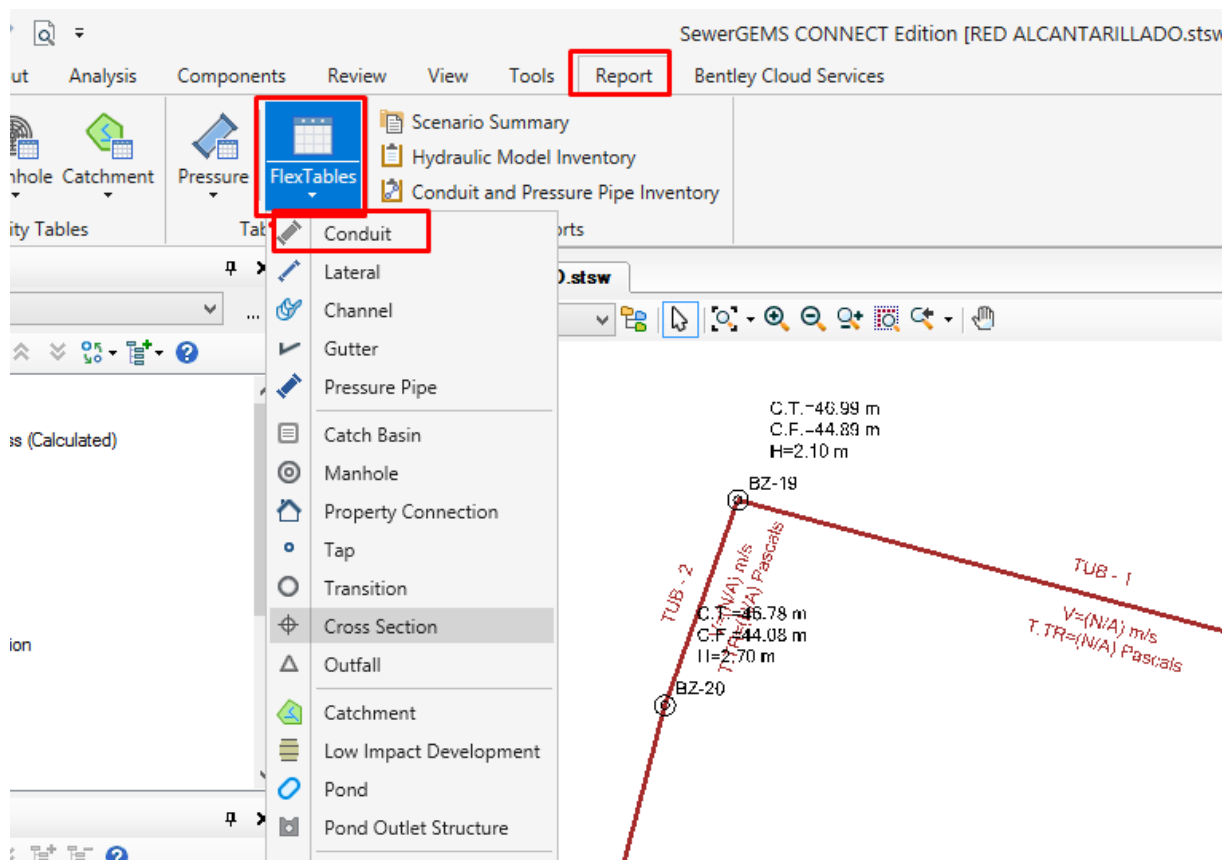
Figura 87

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Inflow (Wet) Collection
379: BZ-1	379 BZ-1	46.25	<input checked="" type="checkbox"/>	46.25	<input type="checkbox"/>	44.83	<Collection:
380: BZ-2	380 BZ-2	46.17	<input checked="" type="checkbox"/>	46.17	<input type="checkbox"/>	44.77	<Collection:
382: BZ-3	382 BZ-3	47.12	<input checked="" type="checkbox"/>	47.12	<input type="checkbox"/>	44.58	<Collection:
383: BZ-4	383 BZ-4	47.10	<input checked="" type="checkbox"/>	47.10	<input type="checkbox"/>	44.54	<Collection:
385: BZ-5	385 BZ-5	46.17	<input checked="" type="checkbox"/>	46.17	<input type="checkbox"/>	43.92	<Collection:
386: BZ-6	386 BZ-6	46.22	<input checked="" type="checkbox"/>	46.22	<input type="checkbox"/>	43.17	<Collection:
388: BZ-7	388 BZ-7	45.83	<input checked="" type="checkbox"/>	45.83	<input type="checkbox"/>	44.05	<Collection:
389: BZ-8	389 BZ-8	45.88	<input checked="" type="checkbox"/>	45.88	<input type="checkbox"/>	40.88	<Collection:
391: BZ-9	391 BZ-9	46.88	<input checked="" type="checkbox"/>	46.88	<input type="checkbox"/>	42.88	<Collection:
392: BZ-10	392 BZ-10	46.99	<input checked="" type="checkbox"/>	46.99	<input type="checkbox"/>	42.87	<Collection:
394: BZ-11	394 BZ-11	45.68	<input checked="" type="checkbox"/>	45.68	<input type="checkbox"/>	42.98	<Collection:
395: BZ-12	395 BZ-12	45.44	<input checked="" type="checkbox"/>	45.44	<input type="checkbox"/>	42.84	<Collection:
397: BZ-13	397 BZ-13	45.65	<input checked="" type="checkbox"/>	45.65	<input type="checkbox"/>	40.70	<Collection:
398: BZ-14	398 BZ-14	45.66	<input checked="" type="checkbox"/>	45.66	<input type="checkbox"/>	40.77	<Collection:

Fuente: SewerGEMS

Finalmente, se procederá a poner los diámetros de las tuberías a donde corresponda en el modelado de SewerGEMS, de acuerdo a la red. Para ello me dirijo a Report, luego a FlexTables y finalmente Conduit que se refiere a los conductos o tuberías (ver Figura 88).

Figura 88



Fuente: SewerGEMS

Entonces, se procederá a copiar los diámetros verdaderos correspondientes a las tuberías (Conduits) que componen la red (ver Figura 89).

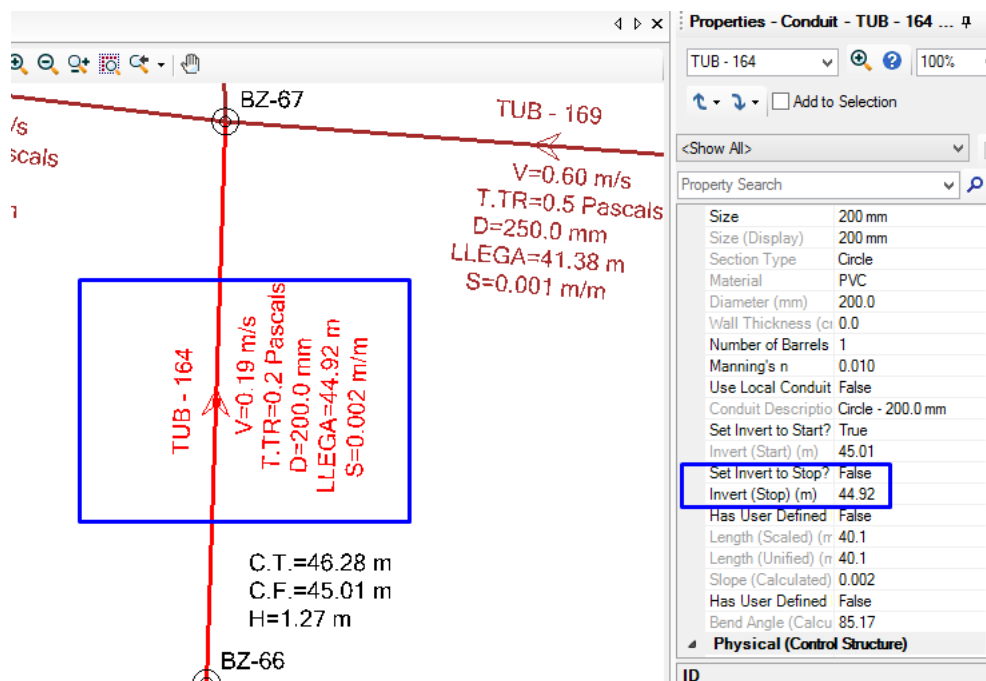
**Figura 89**

FlexTable: Conduit Table (RED ALCANTARILLADO.stsw)											
Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)
BZ-19	<input checked="" type="checkbox"/>	44.89	BZ-150	<input checked="" type="checkbox"/>	43.28	<input type="checkbox"/>		69.2	0.023	Circle	200.0
BZ-19	<input checked="" type="checkbox"/>	44.89	BZ-20	<input checked="" type="checkbox"/>	44.08	<input type="checkbox"/>		20.3	0.040	Circle	200.0
BZ-20	<input checked="" type="checkbox"/>	44.08	BZ-100	<input checked="" type="checkbox"/>	43.03	<input type="checkbox"/>		51.5	0.020	Circle	200.0
BZ-100	<input checked="" type="checkbox"/>	43.03	BZ-133	<input checked="" type="checkbox"/>	43.08	<input type="checkbox"/>		71.3	-0.001	Circle	250.0
BZ-150	<input checked="" type="checkbox"/>	43.28	BZ-133	<input checked="" type="checkbox"/>	43.08	<input type="checkbox"/>		73.8	0.003	Circle	250.0
BZ-138	<input checked="" type="checkbox"/>	46.02	BZ-132	<input checked="" type="checkbox"/>	45.82	<input type="checkbox"/>		78.0	0.003	Circle	200.0
BZ-132	<input checked="" type="checkbox"/>	45.82	BZ-133	<input checked="" type="checkbox"/>	43.08	<input type="checkbox"/>		60.3	0.045	Circle	200.0
BZ-135	<input checked="" type="checkbox"/>	45.29	BZ-100	<input checked="" type="checkbox"/>	43.03	<input type="checkbox"/>		75.8	0.030	Circle	200.0
BZ-135	<input checked="" type="checkbox"/>	45.29	BZ-43	<input checked="" type="checkbox"/>	45.00	<input type="checkbox"/>		62.8	0.005	Circle	200.0
BZ-42	<input checked="" type="checkbox"/>	45.65	BZ-43	<input checked="" type="checkbox"/>	45.00	<input type="checkbox"/>		31.5	0.021	Circle	200.0
BZ-100	<input checked="" type="checkbox"/>	43.03	BZ-78	<input checked="" type="checkbox"/>	42.98	<input type="checkbox"/>		103.4	0.000	Circle	250.0
BZ-78	<input checked="" type="checkbox"/>	42.98	BZ-58	<input checked="" type="checkbox"/>	42.50	<input type="checkbox"/>		44.6	0.011	Circle	250.0
BZ-135	<input checked="" type="checkbox"/>	45.29	BZ-115	<input checked="" type="checkbox"/>	45.17	<input type="checkbox"/>		60.5	0.002	Circle	250.0
BZ-115	<input checked="" type="checkbox"/>	45.17	BZ-116	<input checked="" type="checkbox"/>	42.51	<input type="checkbox"/>		54.8	0.048	Circle	250.0
BZ-43	<input checked="" type="checkbox"/>	45.00	BZ-79	<input checked="" type="checkbox"/>	44.83	<input type="checkbox"/>		45.6	0.004	Circle	200.0
BZ-79	<input checked="" type="checkbox"/>	44.83	BZ-104	<input checked="" type="checkbox"/>	42.33	<input type="checkbox"/>		52.5	0.048	Circle	200.0
BZ-138	<input checked="" type="checkbox"/>	46.02	BZ-139	<input checked="" type="checkbox"/>	45.95	<input type="checkbox"/>		62.2	0.001	Circle	200.0
BZ-139	<input checked="" type="checkbox"/>	45.95	BZ-141	<input checked="" type="checkbox"/>	43.86	<input type="checkbox"/>		62.9	0.033	Circle	200.0
BZ-141	<input checked="" type="checkbox"/>	43.86	BZ-95	<input checked="" type="checkbox"/>	43.85	<input type="checkbox"/>		66.9	0.000	Circle	250.0
BZ-126	<input checked="" type="checkbox"/>	45.76	BZ-43	<input checked="" type="checkbox"/>	45.00	<input type="checkbox"/>		68.8	0.011	Circle	200.0

Fuente: SewerGEMS

Ahora, se procederá a ingresar cotas de las tuberías, debido a que no todas las tuberías llegan a nivel de fondo de buzón sino a una determinada altura que ha sido obtenida del estudio (ver Figura 90).

**Figura 90**



Fuente: SewerGEMS

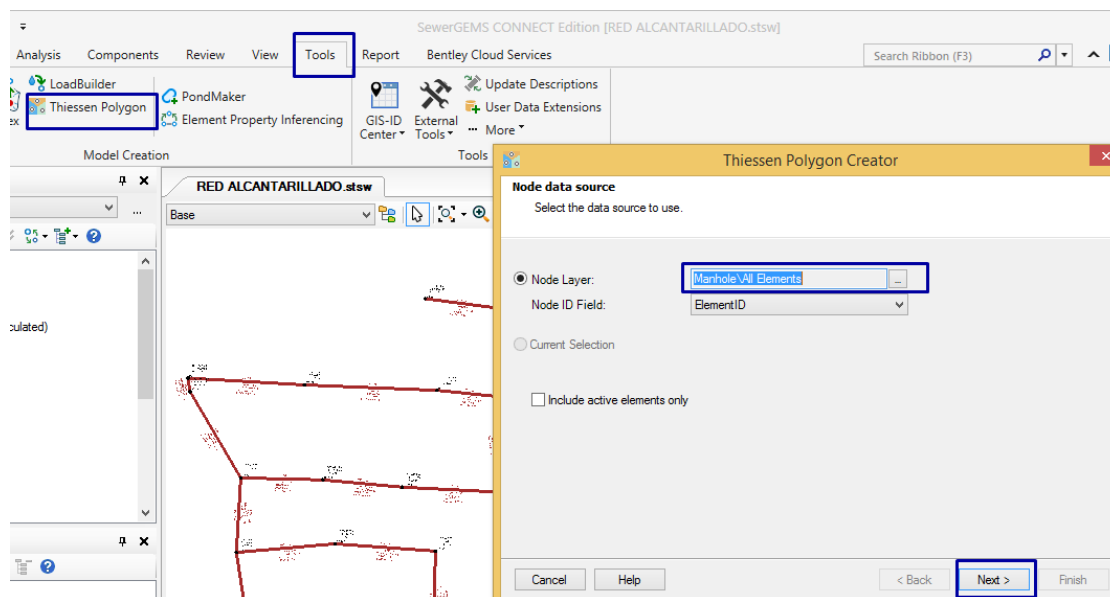
## 5. Asignación automática de demandas con LoadBuilder

Para asignar las demandas a la red, se empleará el método de las áreas ya mencionado anteriormente en el modelamiento de la red de agua en WaterGems.

- El caudal de contribución doméstica es igual al caudal máximo horario multiplicado por el coeficiente de retorno ( $C=80\%$ ). Entonces el caudal máximo horario es (34.75 Lts/s) que multiplicado por el 80 % sería igual a 27.8 Lts/s.
- El caudal de infiltración dependerá de las condiciones del subsuelo, material de la tubería, según el reglamento esta de 0.05 a 1.0 l/(s.km)
- Y por último el caudal de conexiones erradas varía entre 5 al 10 % del caudal de contribución doméstica. Para el cálculo se tomará un 5 % del caudal de contribución doméstica que sería igual a 27.8 Lts/s multiplicado por un 0.05 sería igual a 1.39 Lts/s.

El procedimiento se realizará con las tablas de atributo de ArcMap para calcular el caudal de diseño y luego a través de la herramienta de polígonos de Thiessen formaremos áreas de influencia para cada Manhole (buzón) y luego se procederá a emplear la herramienta LoadBuilder para la asignación de caudales automáticamente. Con el archivo AREA\_INFLUENCIA con extensión Shapefile nos dirigimos al SewerGEMS para emplear los polígonos de Thiessen que a través de mediatrices reparte los caudales con respecto al área de influencia de cada Manhole (buzón). En el primer campo se debe indicar los nodos de repartición, entonces se seleccionará los Manhole de todos los elementos (ver Figura 91).

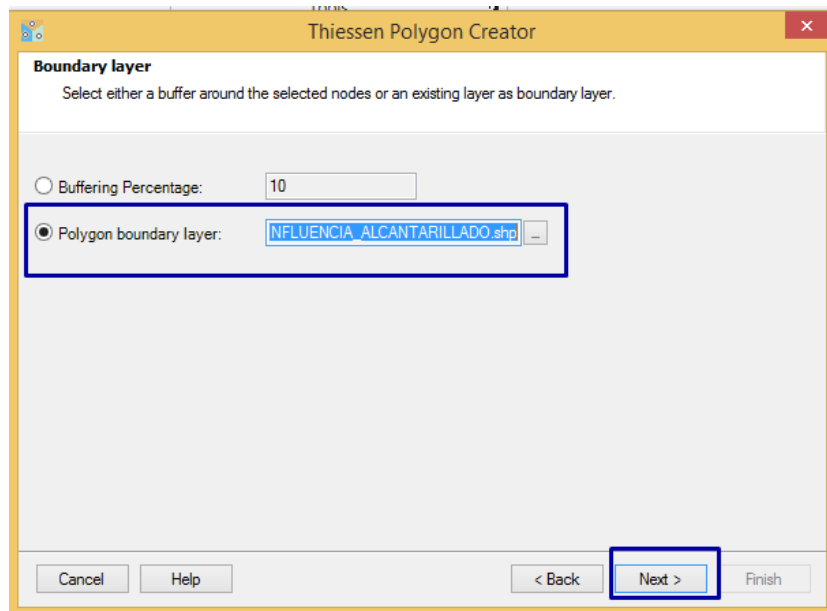
**Figura 91**



**Fuente:** SewerGEMS

Entonces, debo indicar cuál es polígono que representa el área de Influencia, para ello se selecciona el archivo AREA\_INFLUENCIA (ver Figura 92).

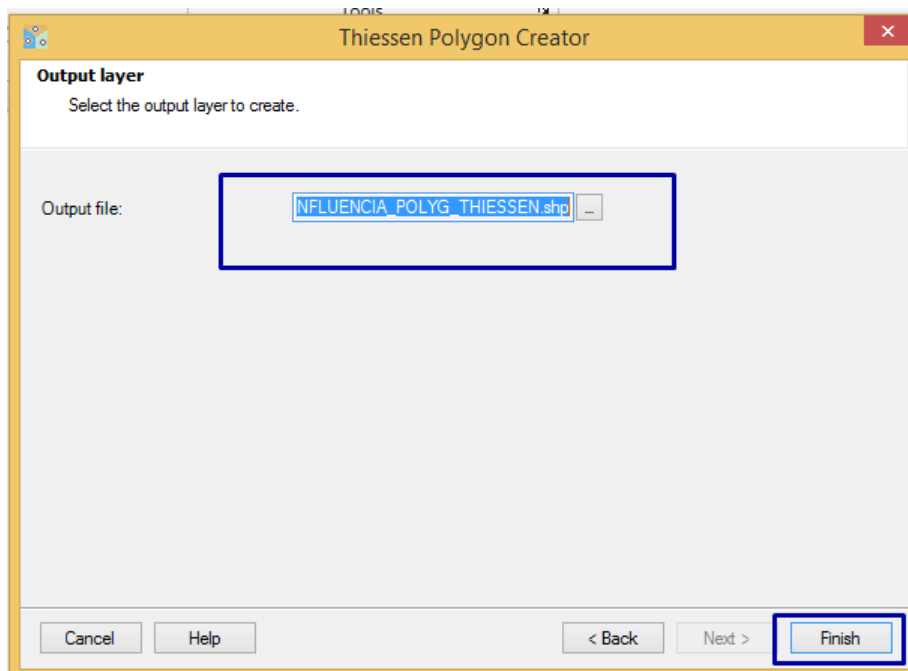
**Figura 92**



**Fuente:** SewerGEMS

Se debe indicar la salida de la creación del archivo AREA\_INFLUENCIA\_POLYG\_THIESSSEN (ver Figura 93).

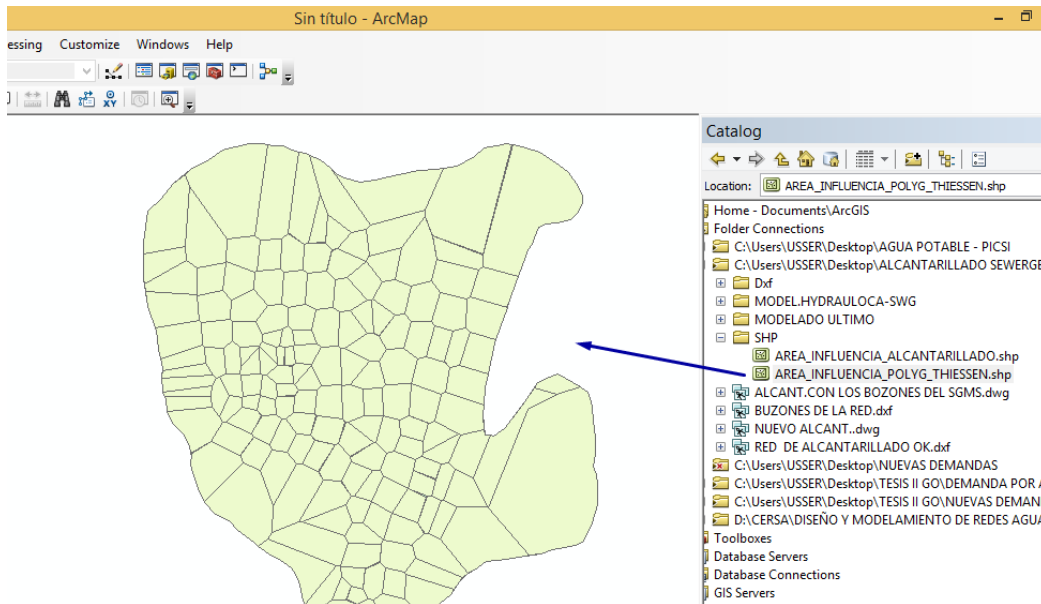
**Figura 93**



**Fuente:** SewerGEMS

Ahora en ArcMap para cargar el archivo Shapefile a la tabla de contenidos de ArcMap para poder hacer los cálculos de caudales en la tabla de atributos (ver Figura 94).

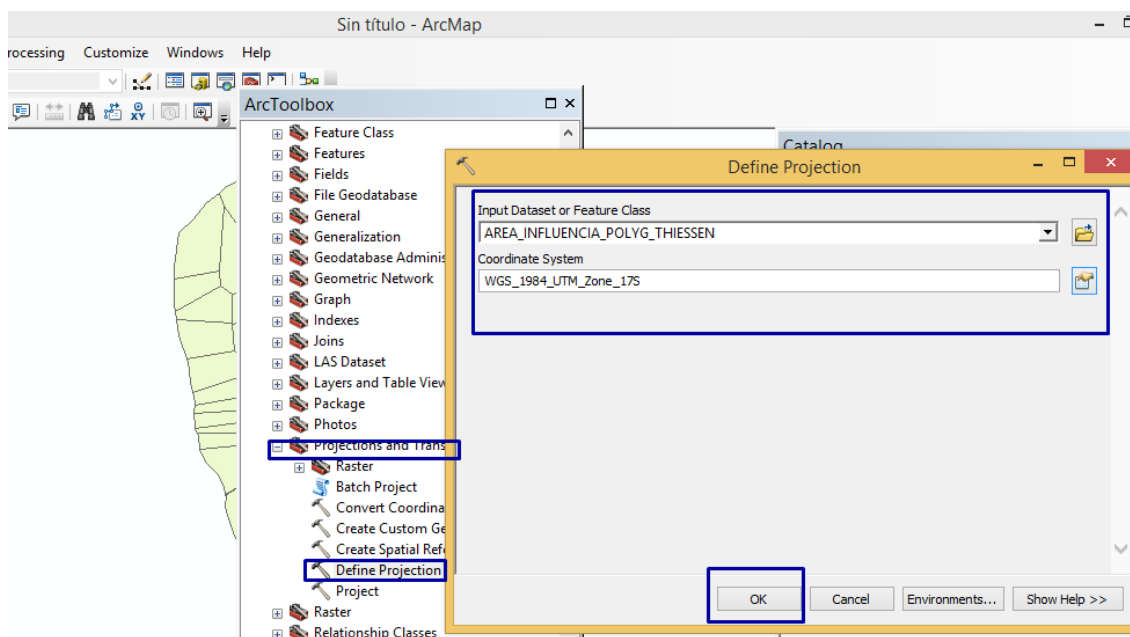
**Figura 94**



**Fuente:** ArcMap

Antes de crear la tabla de atributos definiremos las coordenadas de ubicación del archivo en la zona 17S del Hemisferio Sur de UTM 84. Para ello vamos a la caja de herramientas (ArcToolbox) y luego en Data Base Managment elegimos Projections and transformations y luego elegiremos Define Projection para establecer las coordenadas (ver Figura 95)

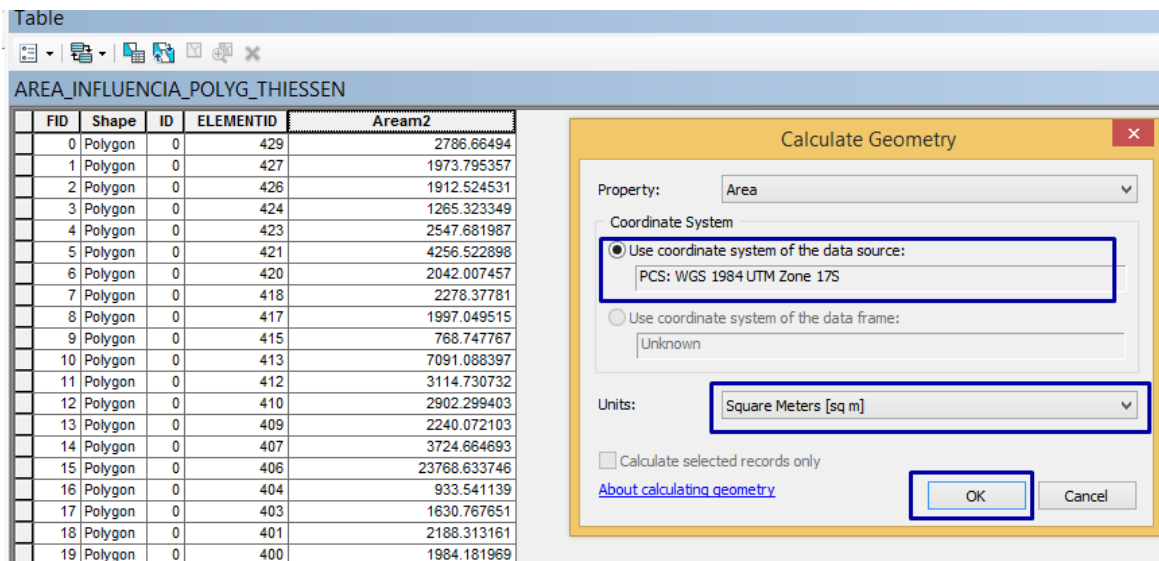
**Figura 95**



**Fuente:** ArcMap

En la tabla de atributos crearemos la columna Aream2 y añadiremos con click derecho elegiremos Calculate Geometry, luego aparecerá dicho campo dónde las unidades de área están en Square Meters (metros cuadrados) esto es debido a que se ha establecido las coordenadas del archivo (ver Figura 96)

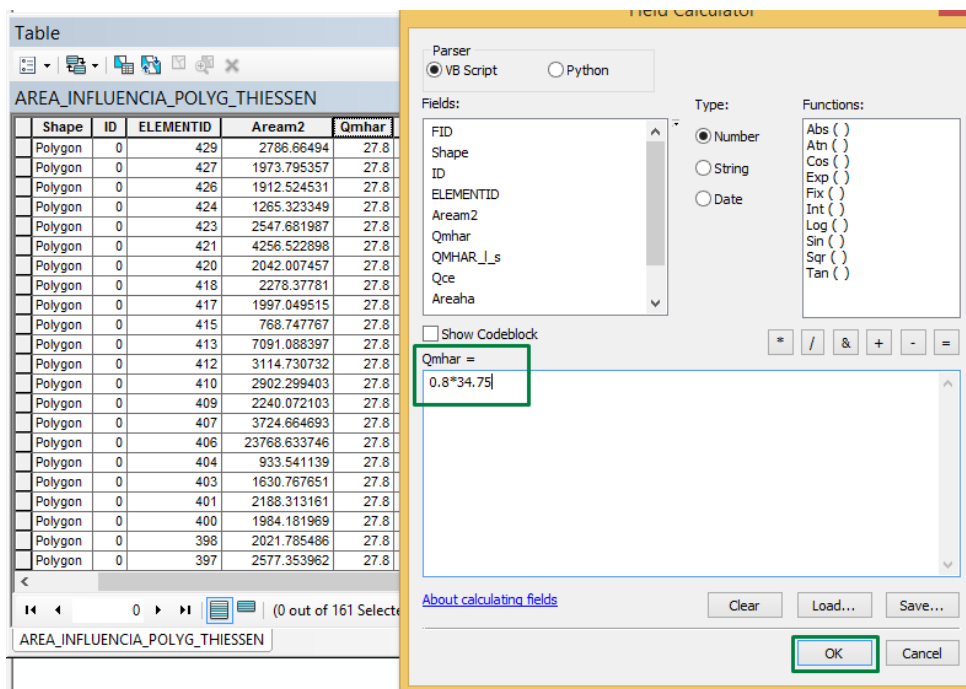
Figura 96



Fuente: ArcMap

Añadiremos el caudal de aguas residuales (Qmhar) que será igual al 80 % del caudal máximo horario (30.22 lts/s) obteniendo un caudal de 24.176 lts/s (ver Figura 97)

Figura 97

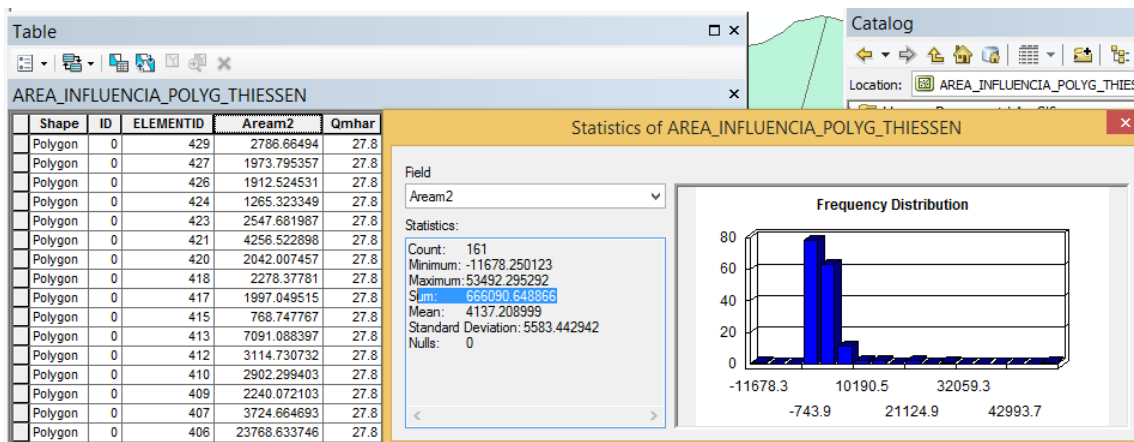


Fuente: ArcMap



En la siguiente ventana se procederá a calcular el caudal para cada área de influencia de cada polígono, para ello se requiere obtener el área total que sería la suma de todas las áreas de los polígonos (Sum: 666090.64 m<sup>2</sup>) (ver Figura 98).

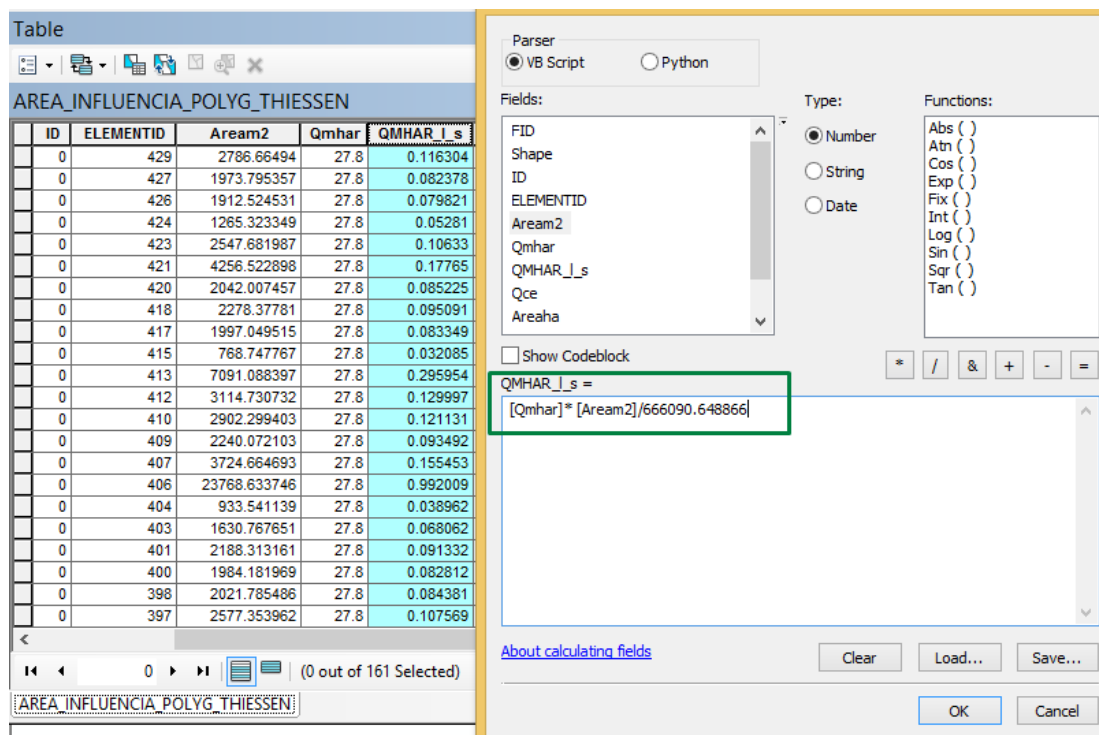
**Figura 98**



**Fuente:** ArcMap

Para ello se creará el campo de QMHAR\_1\_s, que será igual al área de cada polígono entre el área total multiplicado por el caudal de aguas residuales (Qmhar) que serán los caudales repartidos entre todos los buzones (ver Figura 99)

**Figura 99**



**Fuente:** ArcMap

Ahora añadiremos el caudal por conexiones erradas que será el valor de un 5 % del caudal de aguas máximo de aguas residuales (Qce) (ver Figura 100)

Figura 100

ID	ELEMENTID	Aream2	Qmhar	QMHAR_I_s	Qce
0	429	2786.66494	27.8	0.116304	0.005815
0	427	1973.795357	27.8	0.082378	0.004119
0	426	1912.524531	27.8	0.079821	0.003991
0	424	1265.323349	27.8	0.05281	0.00264
0	423	2547.681987	27.8	0.10633	0.005317
0	421	4256.522898	27.8	0.17765	0.008883
0	420	2042.007457	27.8	0.085225	0.004261
0	418	2278.37781	27.8	0.095091	0.004755
0	417	1997.049515	27.8	0.083349	0.004167
0	415	768.747767	27.8	0.032085	0.001604
0	413	7091.088397	27.8	0.295954	0.014798
0	412	3114.730732	27.8	0.129997	0.0065
0	410	2902.299403	27.8	0.121131	0.006057
0	409	2240.072103	27.8	0.093492	0.004675
0	407	3724.664693	27.8	0.155453	0.007773
0	406	23768.633746	27.8	0.992009	0.0496
0	404	933.541139	27.8	0.038962	0.001948
0	403	1630.767651	27.8	0.068062	0.003403
0	401	2188.313161	27.8	0.091332	0.004567
0	400	1984.181969	27.8	0.082812	0.004141
0	398	2021.785486	27.8	0.084381	0.004219
0	397	2577.353962	27.8	0.107569	0.005378

Fuente: ArcMap

Falta añadir el caudal por infiltración (Qi) que estará en función de la longitud y material de la tubería. El caudal por infiltración será igual a 0.2 lts/s/ha, entonces se añadirá un nuevo campo en la tabla de atributos (Qi) (ver Figura 101).

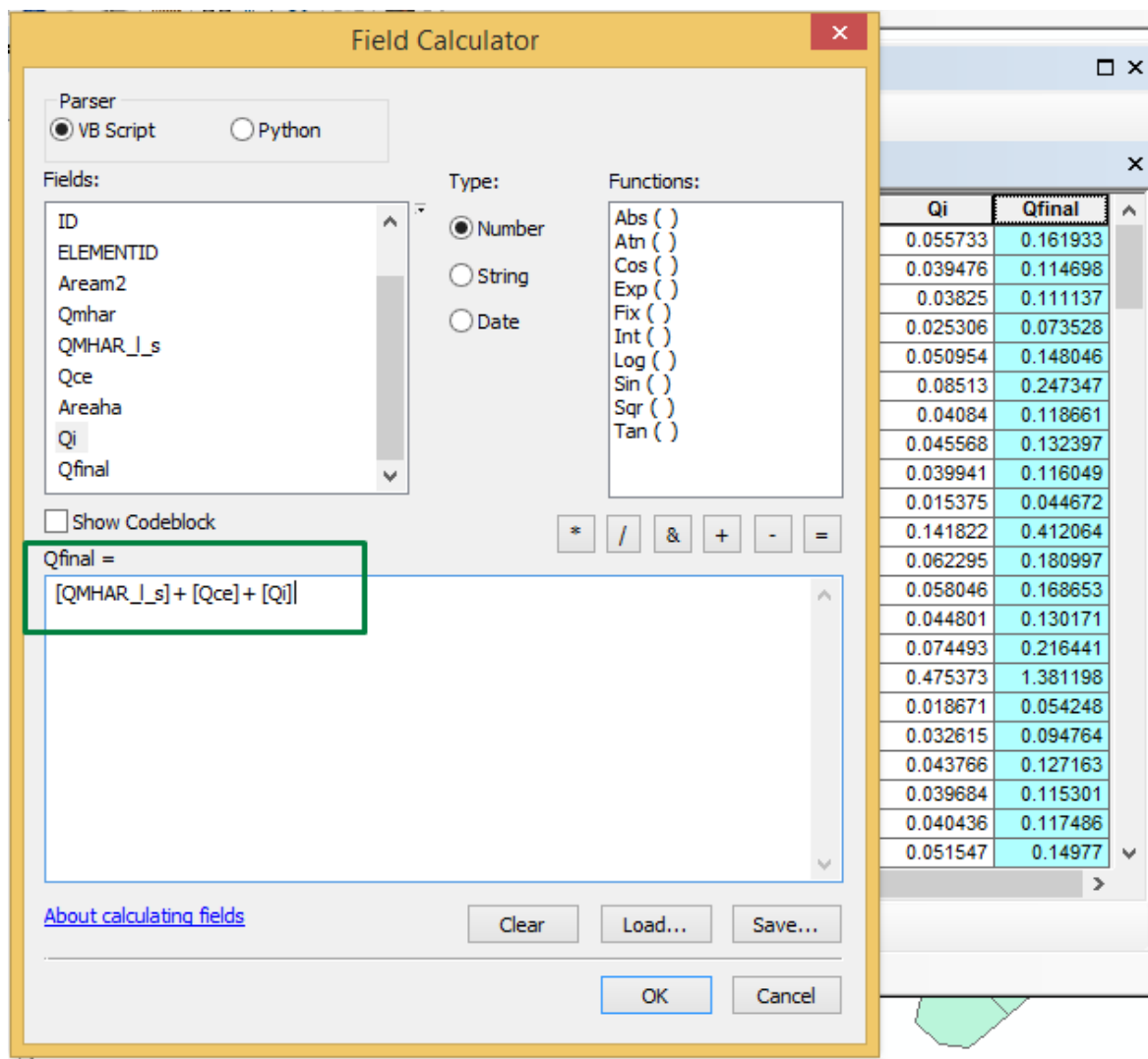
Figura 101

ID	ELEMENTID	Aream2	Qmhar	QMHAR_I_s	Qce	Areama	Qi
0	429	2786.66494	27.8	0.116304	0.005815	0.278666	0.05733
0	427	1973.795357	27.8	0.082378	0.004119	0.19738	0.039476
0	426	1912.524531	27.8	0.079821	0.003991	0.191252	0.03825
0	424	1265.323349	27.8	0.05281	0.00264	0.126532	0.025306
0	423	2547.681987	27.8	0.10633	0.005317	0.254768	0.050954
0	421	4256.522898	27.8	0.17765	0.008883	0.425652	0.08513
0	420	2042.007457	27.8	0.085225	0.004261	0.204201	0.04084
0	418	2278.37781	27.8	0.095091	0.004755	0.227838	0.045568
0	417	1997.049515	27.8	0.083349	0.004167	0.199705	0.039941
0	415	768.747767	27.8	0.032085	0.001604	0.076875	0.015375
0	413	7091.088397	27.8	0.295954	0.014798	0.709109	0.141822
0	412	3114.730732	27.8	0.129997	0.0065	0.311473	0.062295
0	410	2902.299403	27.8	0.121131	0.006057	0.29023	0.058046
0	409	2240.072103	27.8	0.093492	0.004675	0.224007	0.044801
0	407	3724.664693	27.8	0.155453	0.007773	0.372466	0.074493
0	406	23768.633746	27.8	0.992009	0.0496	2.376863	0.475373
0	404	933.541139	27.8	0.038962	0.001948	0.093354	0.018671
0	403	1630.767651	27.8	0.068062	0.003403	0.163077	0.032615
0	401	2188.313161	27.8	0.091332	0.004567	0.218831	0.043766
0	400	1984.181969	27.8	0.082812	0.004141	0.198418	0.039684
0	398	2021.785486	27.8	0.084381	0.004219	0.202179	0.040436
0	397	2577.353962	27.8	0.107569	0.005378	0.257735	0.051547

Fuente: ArcMap

Ahora que ya tengo todos los datos, se agregará un último campo que será el caudal final igual a la suma de los caudales de aguas residuales, conexiones erradas y de infiltración (ver Figura 102).

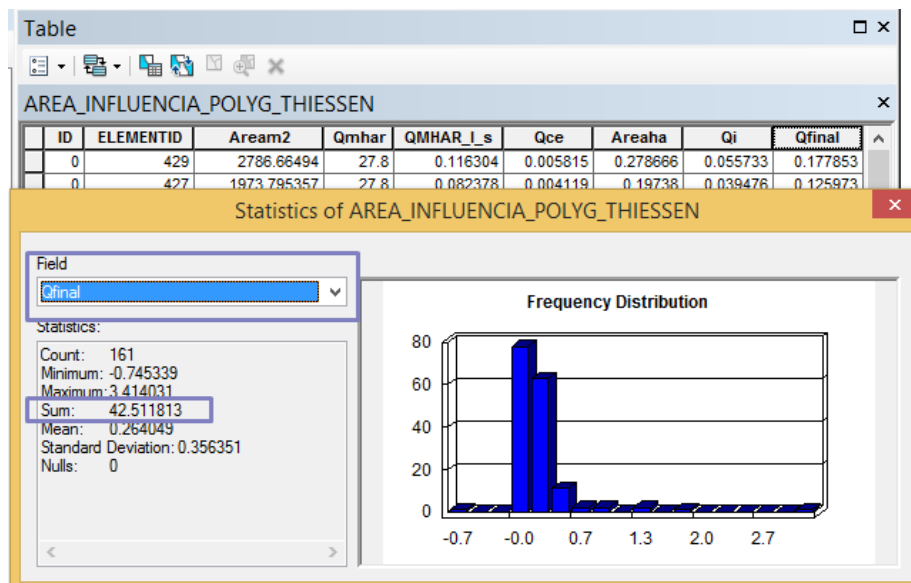
**Figura 102**



**Fuente:** ArcMap

El caudal final será de 42.51 lts/s que será distribuido proporcional al área en cada Manhole o buzón (ver Figura 103).

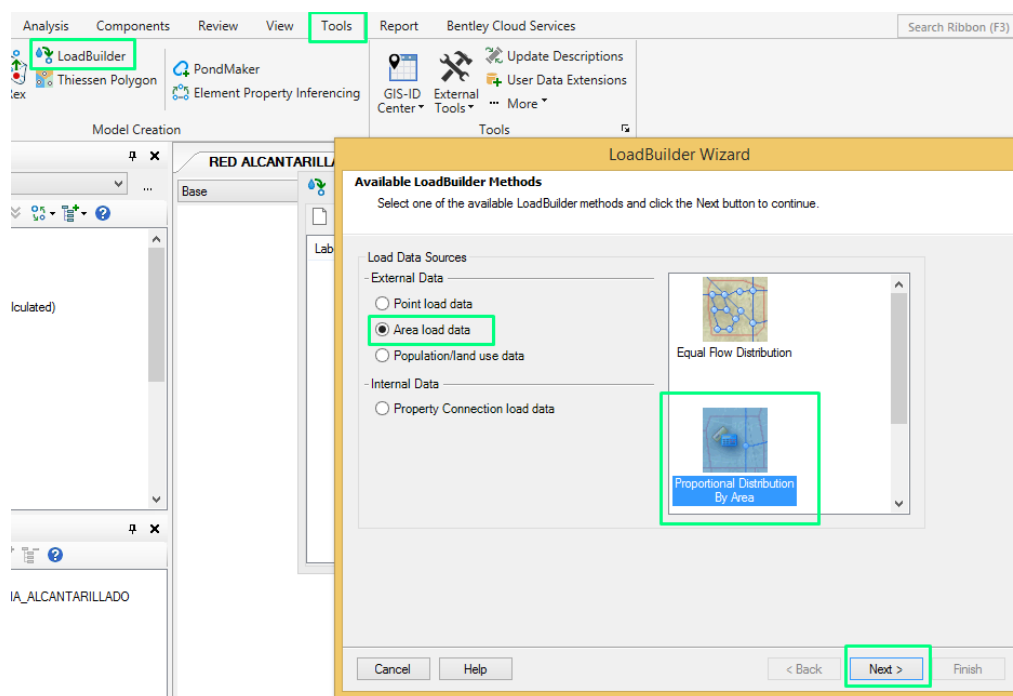
Figura 103



Fuente: ArcMap

Ahora en SewerGEMS, con la herramienta LoadBuilder asignaremos los caudales. Elegimos en tolos, la herramienta LoadBuilder. se añadirá una nueva a través de LoadBuilder Wizard y en el primer campo se elegirá dato externo (Area load data) y luego la opción Proportional Distribution By área (distribución proporcional al área) y daremos click en Next (ver Figura 104)

Figura 104



Fuente: SewerGEMS

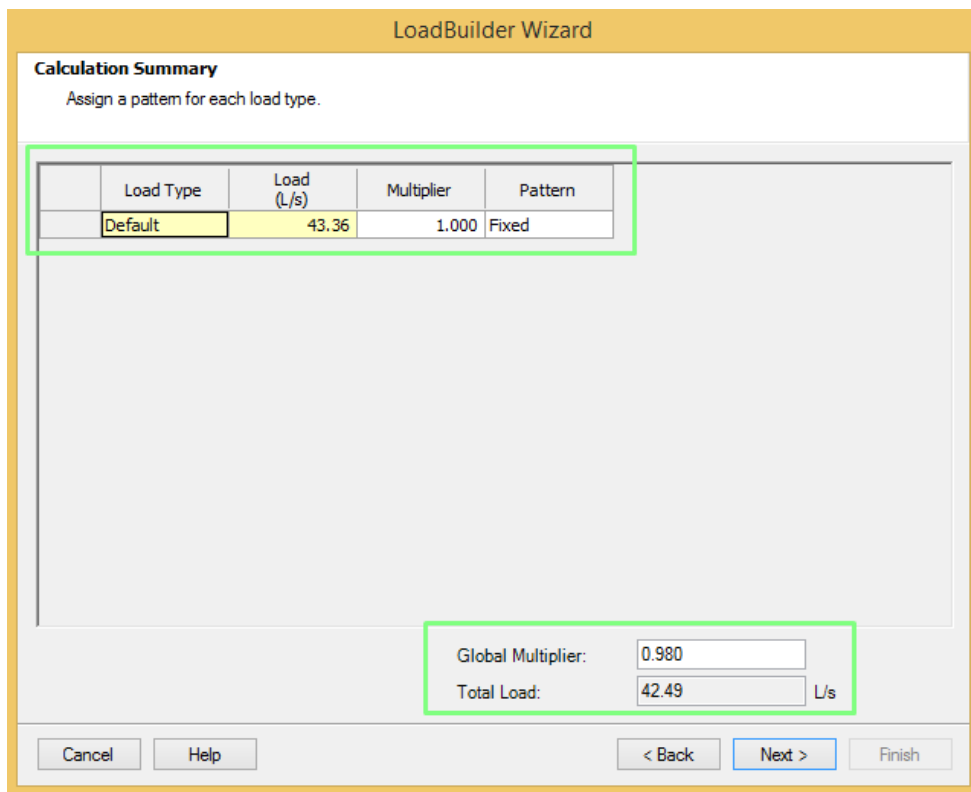
En el primer campo ubicamos el archivo que se ha trabajado los polígonos de Thiessen que es AREA\_INFLUENCIA\_POLYG\_THIESSSEN. En el segundo elegiremos ELEMENTID. Luego se buscará el archivo donde se ha trabajado la tabla de atributos para el cálculo de los caudales que será también AREA\_INFLUENCIA\_POLYG\_THIESSSEN, luego seleccionaremos el campo Qfinal y las unidades en l/s (ver Figura 105).

**Figura 105**

**Fuente:** SewerGEMS

Y finalmente se habrá culminado de asignar los caudales, resultando un caudal de 43.36 l/s que por la diferencia de decimales de ambos softwares difiere al calculado en ArcMap que es **42.51 lts/s**, para ello se empleará un factor de ajuste que será 0.98 resultando un caudal de 42.49 lts/s el cual se parece más al calculado inicialmente (ver Figura 106).

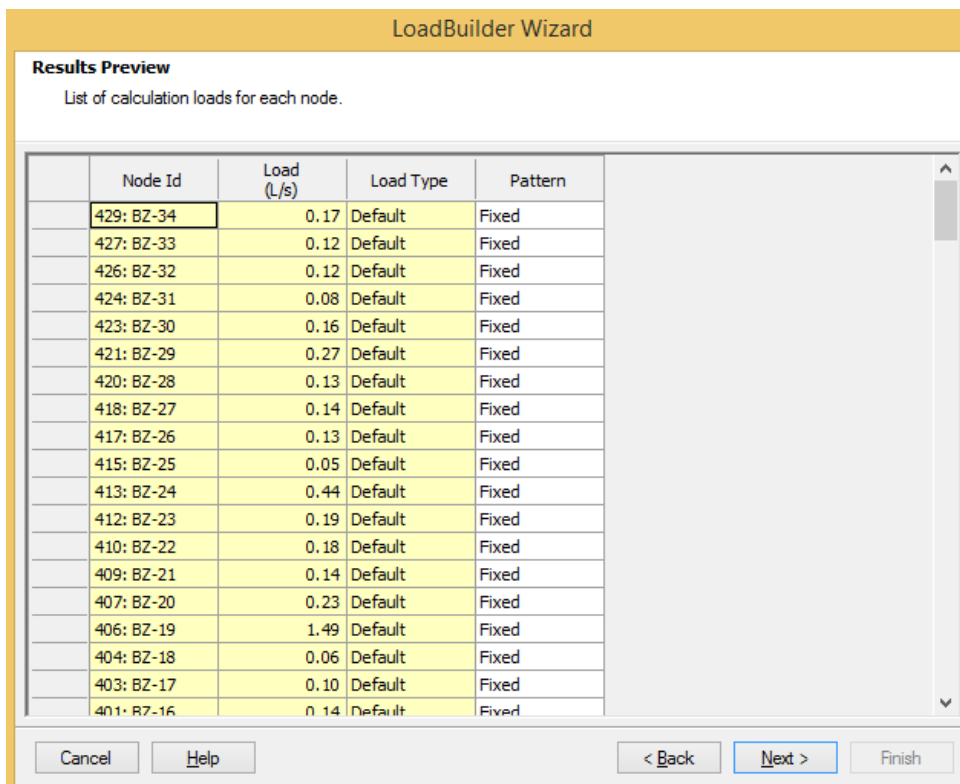
**Figura 106**



**Fuente:** SewerGEMS

Y se habrán asignado las demandas en los buzones (ver Figura 107).

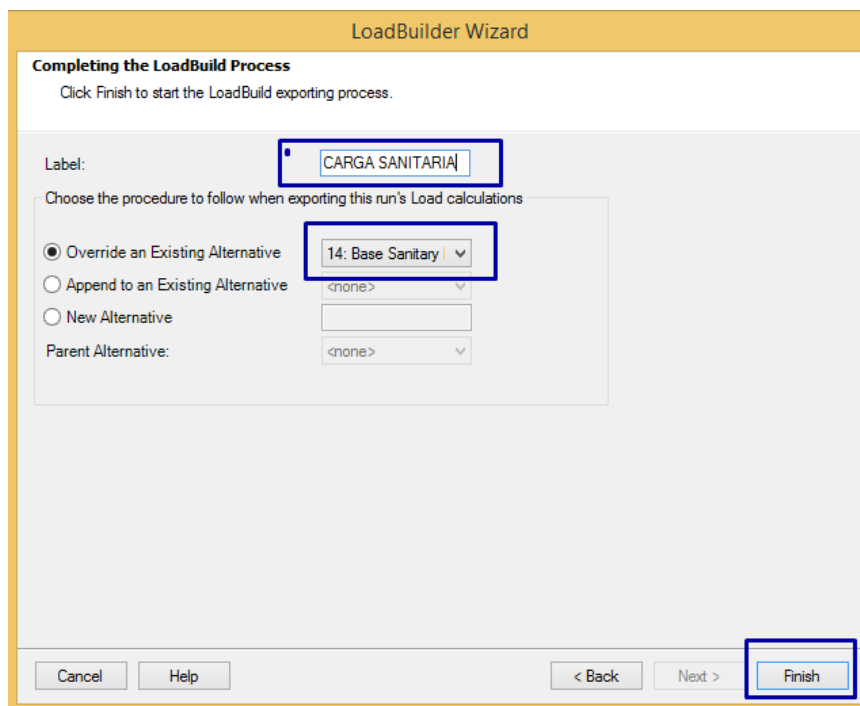
**Figura 107**



Fuente: SewerGEMS

En Label denominaremos a la capa como CARGA SANITARIA y se podrá visualizar en el ítem 14: Base Sanitary (ver Figura 108).

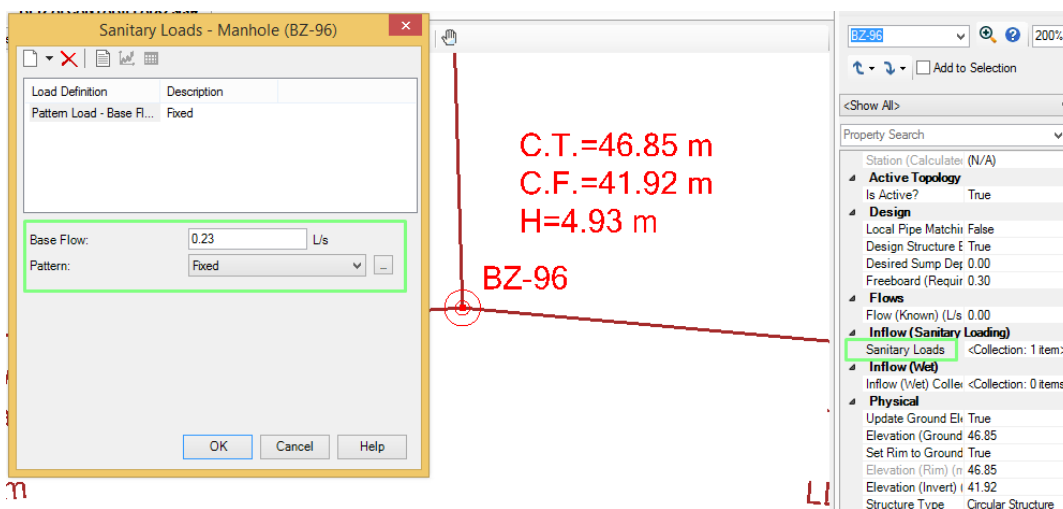
Figura 108



Fuente: SewerGEMS

Ahora para ver la carga en cada Manhole, en cualquiera de ellos en sus propiedades se podrá ver la carga asignada para comprobar el proceso (ver Figura 109).

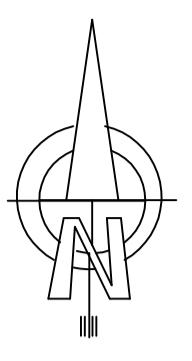
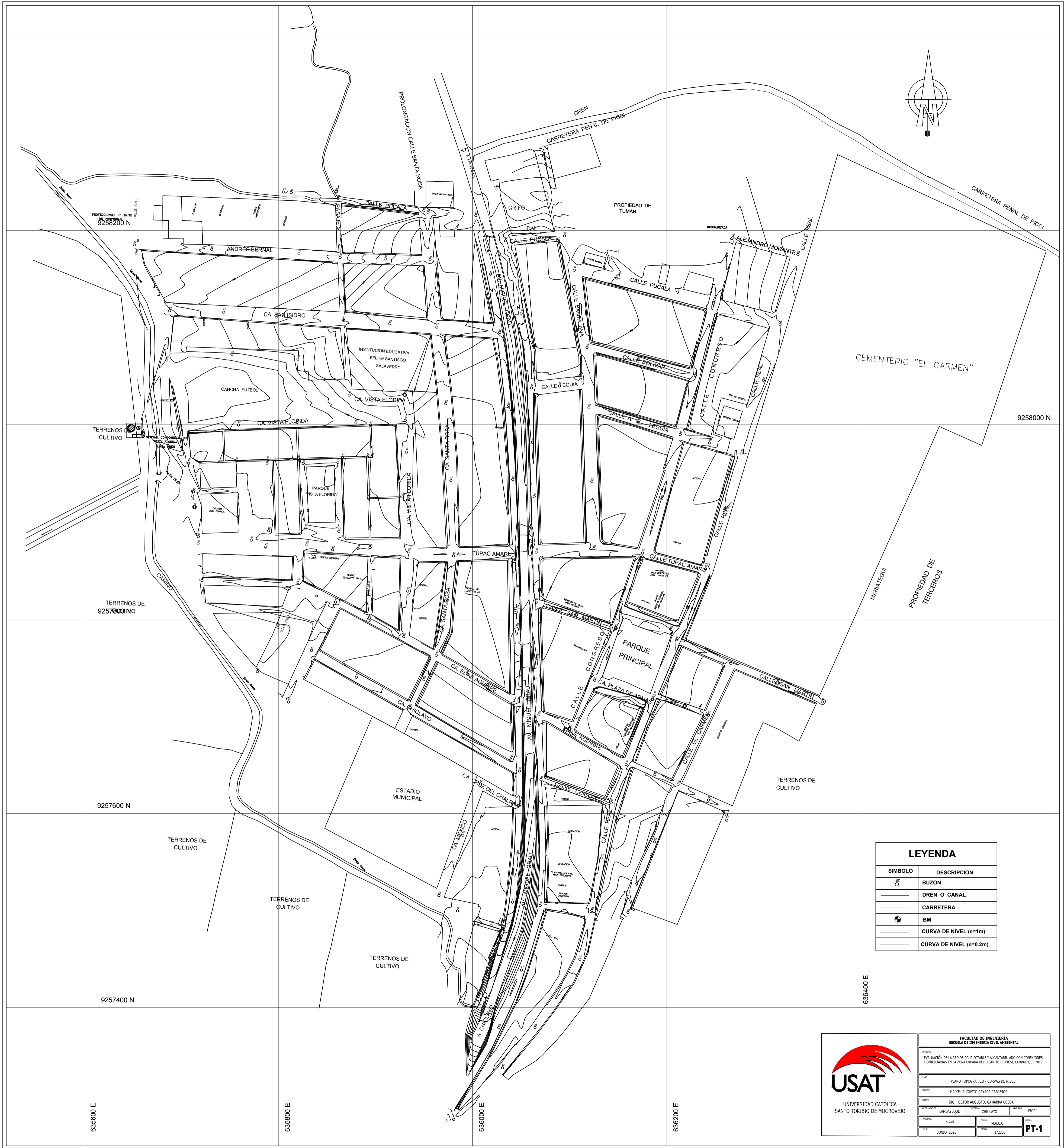
Figura 109



Fuente: SewerGEMS

**8.12. Anexo 12: Planos**





**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	BUZON
—	DREN O CANAL
—	CARRETERA
⊕	BM
—	CURVA DE NIVEL (e=1m)
—	CURVA DE NIVEL (e=0.2m)



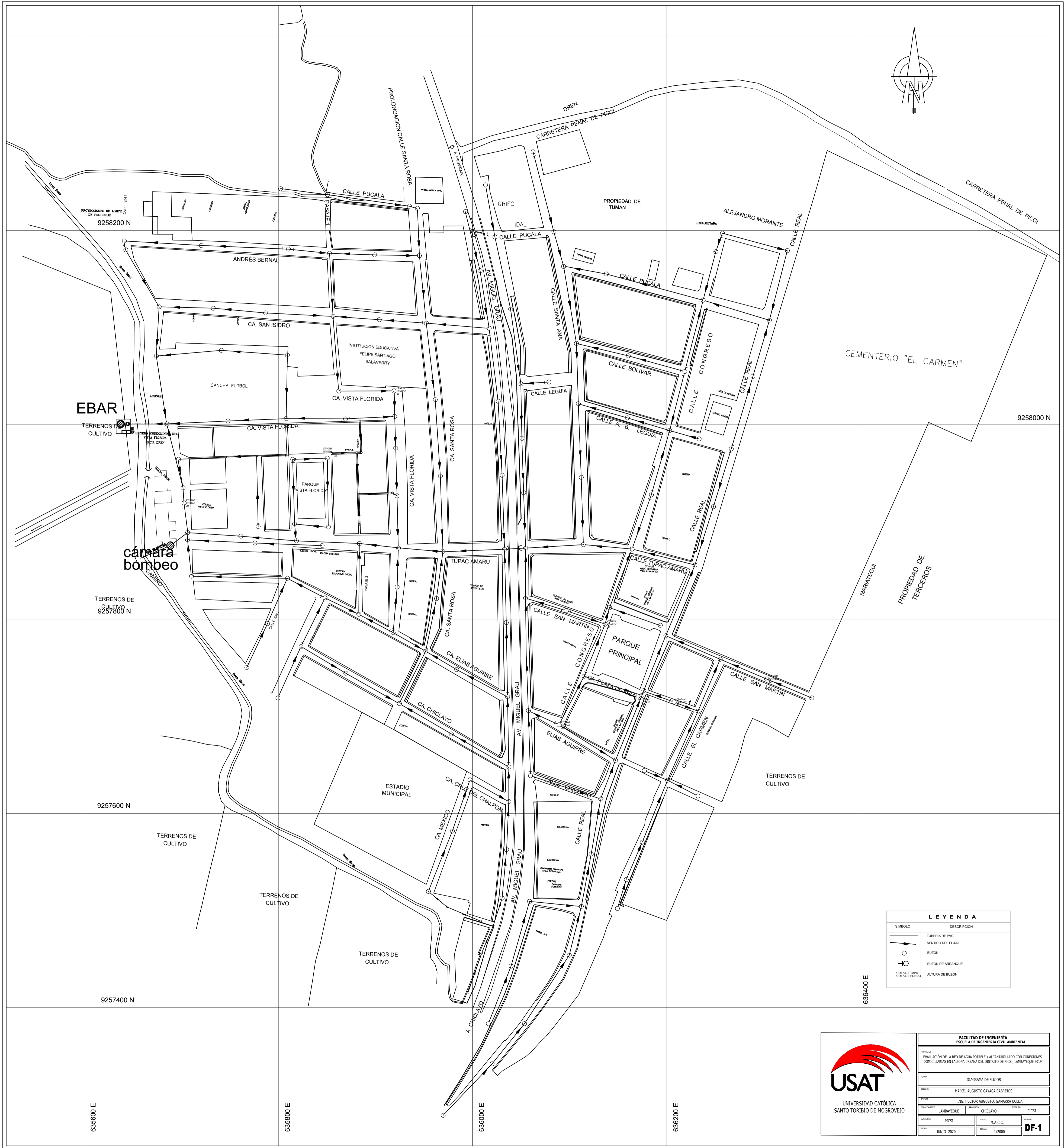
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL	
OBJETO: EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOPPLICADAS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PISCO, LAMBAYEQUE 2019	
TITULO:	PLANO TOPOGRAFICO - CURVAS DE NIVEL
AUTORES:	MAHEL AUGUSTO CANCA CARREROS
PROFESOR:	ING. HECTOR AUGUSTO GAMBARRA UCEDA
PROFESOR:	LAMBAYEQUE
PROFESOR:	CHELAJO
PROFESOR:	PISCO
PROFESOR:	PISCO
PROFESOR:	H.A.C.C.
FECHA:	JUNIO 2020
ESCALA:	1/2000
<b>PT-1</b>	



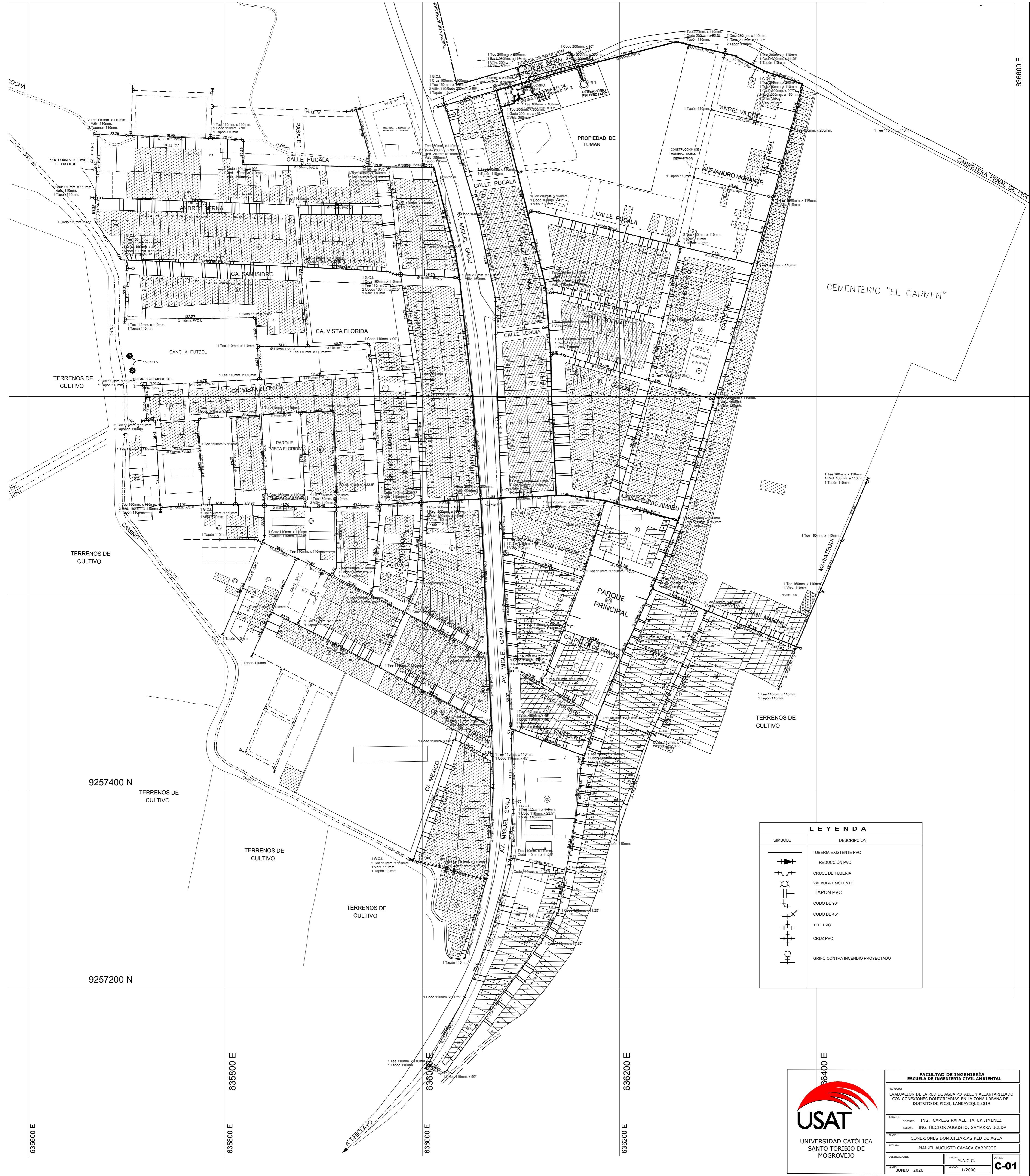








FACULTAD DE INGENIERIA			
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
OBJETO: EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOPROLEGAR EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PUCALLPA, LAMBAYEQUE 2020			
TITULO: DIAGRAMA DE FLUJOS			
AUTOR: MAXEL AUGUSTO CAYACA CABREDO			
REVISOR: ING. VICTOR AUGUSTO GAMARRA LUCENA			
PROFESOR:	LAMBAYEQUE:	CHICLAYO:	PIZZO:
PIZZO:	PIZZO:	M.A.C.C.:	PIZZO:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
JUNIO 2020		1/2000	<b>DF-1</b>

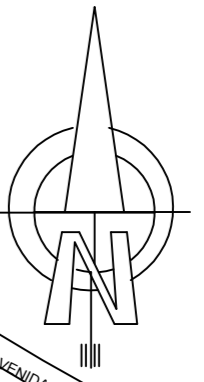


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA EXISTENTE PVC
	REDUCCION PVC
	CRUCE DE TUBERIA
	VALVULA EXISTENTE
	TAPON PVC
	CODO DE 90°
	CODO DE 45°
	TEE PVC
	CRUZ PVC
	GRIFO CONTRA INCENDIO PROYECTADO

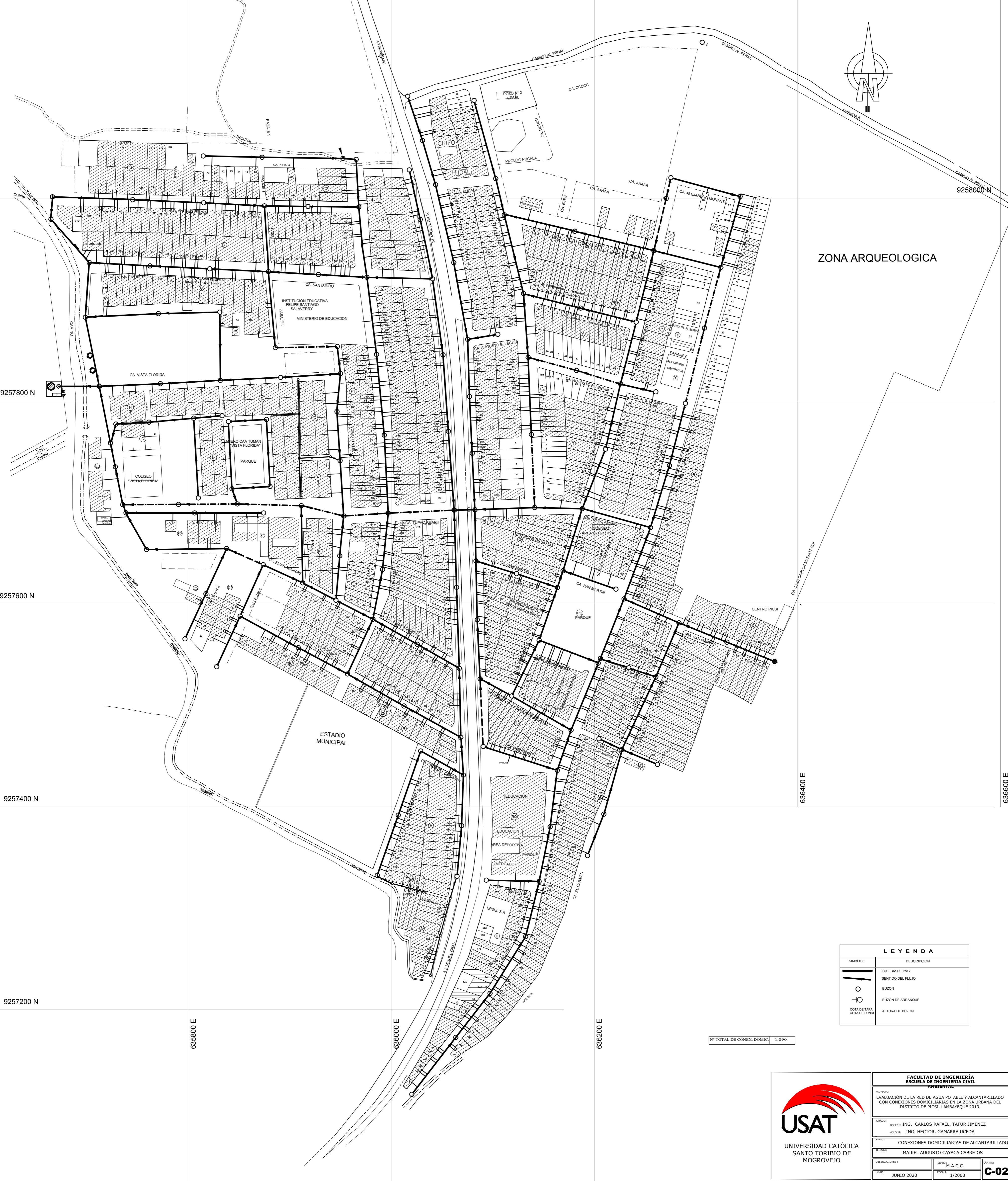


FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL	
PROYECTO: EVALUACION DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PISCOS, LAMBAYEQUE 2019	
GRUPO:	ING. CARLOS RAFAEL TAFUR JIMENEZ
ASISTENTE:	ING. HECTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA
TITULO: CONEXIONES DOMICILIARIAS RED DE AGUA	
AUTOR: MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS	
OBSERVACIONES:	ESCALA: M.A.C.C.
FECHA: JUNIO 2020	HOJA: 1/2000

C-01



ZONA ARQUEOLOGICA

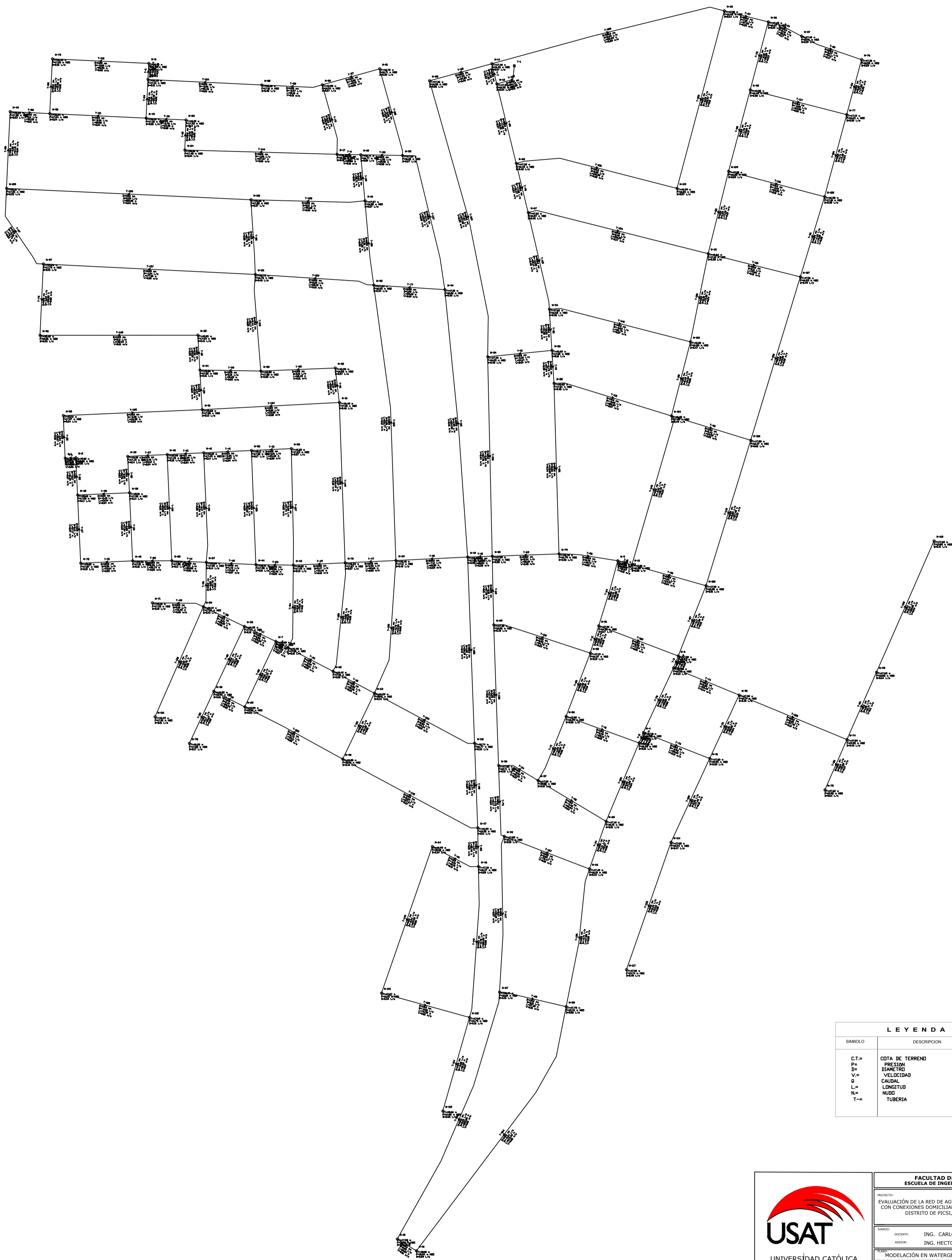


LEYENDA	
—	TUBERIA DE PVC
—	SENTIDO DEL FLUIDO
○	BUZON
○	BUZON DE ARRANQUE
○	COTA DE TAPA
○	COTA DE FONDO
○	ALTURA DE BILZON



FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PICSÍ, LAMBAYEQUE 2019.
PAIS:	PERU
PROFESOR:	ING. CARLOS RAFAEL TAFUR JIMENEZ
ASISTENTE:	ING. HECTOR, GAMARRA UCEDA
ESTUDIANTE:	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO URBANO
ESTUDIANTE:	MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS
FECHA:	M.A.C.C.
FECHA:	1/2000
FECHA:	JUNIO 2020
FECHA:	1/2000
FECHA:	<b>C-02</b>





LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
C.T.#	COTA DE TERRENO
P#	PRESIÓN
D#	DIÁMETRO
V#	VELOCIDAD
Q	CAUDAL
L#	LONGITUD
N#	NUDO
T=#	TUBERÍA

**USAT**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

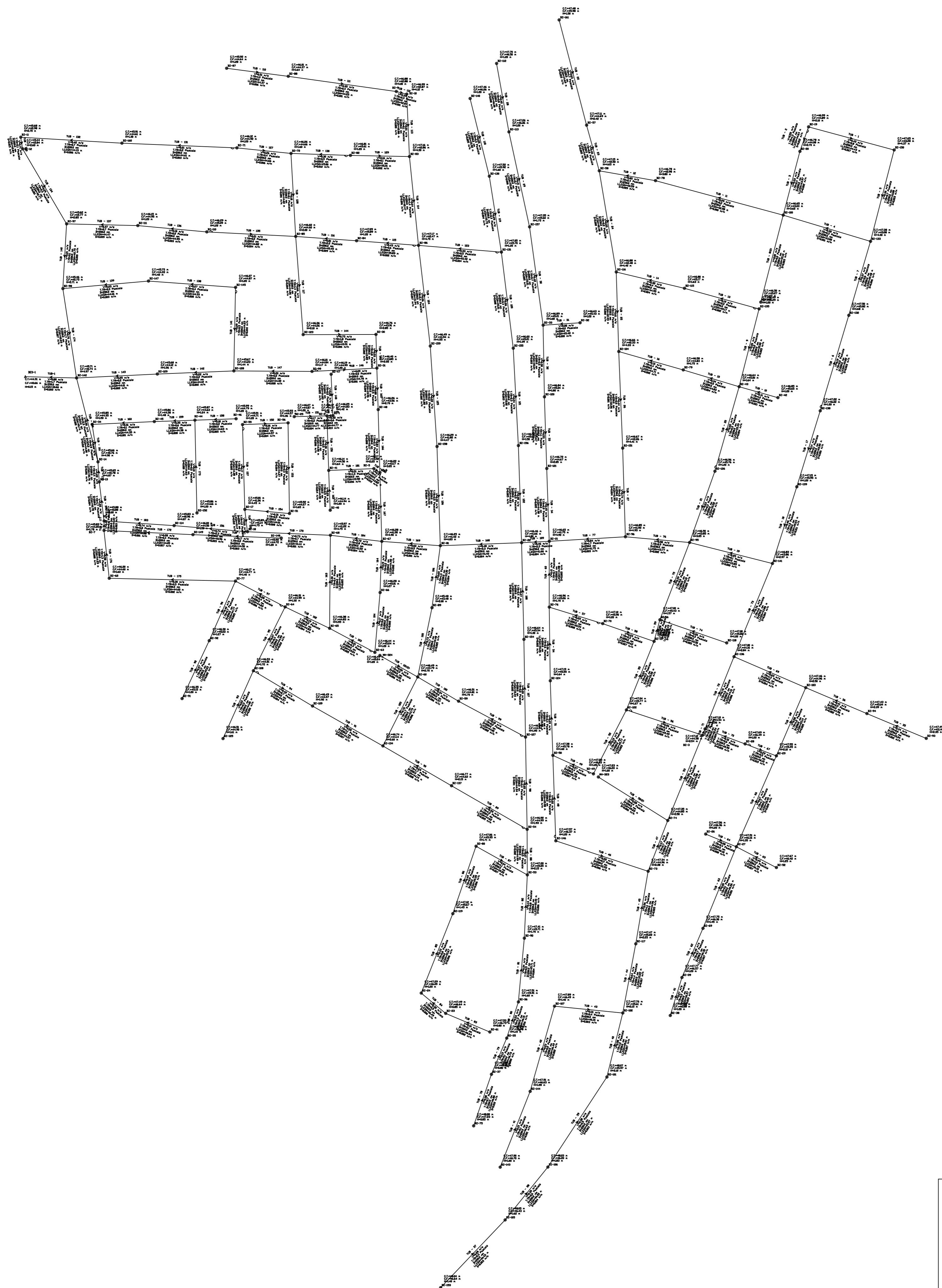
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PICSI, LAMBAYEQUE 2019.

JURADO:  
DOCTORAL: ING. CARLOS RAFAEL, TAFUR JIMENEZ  
ASesor: ING. HECTOR AUGUSTO, GAMARRA UCEDA


TÍTULO: MODELACIÓN EN WATERGEMS- RED DE AGUA

PROFESOR: MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS

FECHA: JUNIO 2020      ESCALA: 1/2500      FOLIO: **M-01**



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
C.T. =	COTA DE TAPA
C.F. =	COTA DE FONDO
H =	ALZURA DE BUZÓN
V =	VELOCIDAD
T.TR =	TENSIÓN TRACTIVA
D =	DIÁMETRO
S =	PENDIENTE
SZ =	BUZÓN
⊙	TUBERÍA
TUB =	TUBERÍA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PICSÍ, LAMBAYEQUE 2019.			
MAQUETA:	ING. CARLOS RAFAEL TAFUR JIMENEZ		
PROYECTO:	ING. HECTOR AUGUSTO, GAMARRA UCEDA		
MODELACIÓN EN SEWERGEMS- RED DE ALCANTARILLADO			
PROYECTISTA:	MAIKEL AUGUSTO CAYACA CABREJOS		
COORDINADOR:	M.A.C.C.		
FECHA:	JUNIO 2020	ESCALA:	1/2000
			<b>M-02</b>