

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



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

---

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR LOS CLAVELES C.P. EL MILAGRO  
DISTRITO DE HUANCHACO PROVINCIA DE TRUJILLO DEPARTAMENTO  
DE LA LIBERTAD”**

---

**Área de Investigación:**

Saneamiento

**Autor (s):**

Br. Apolitano Muñoz, Federico

Br. Reyes Carrasco, Cristhian Edgardo

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Ing. Cabanillas Quiroz, Juan Guillermo

**Secretario:** Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigfredo

**Vocal:** Ing. Vargas López, Segundo Alfredo

**Asesor:**

Ing. Narváez Aranda, Ricardo Andrés

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-0505-3163>

**TRUJILLO - PERÚ**

**2022**

**Fecha de sustentación:** 2022/10/17

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de investigación

#### **Realidad problemática**

En la actualidad, a nivel global el recurso agua es considerado escaso, por lo cual es de vital importancia darle un uso adecuado y sostenible para un adecuado aprovechamiento de dicho recurso.

El agua es vital para las actividades que el ser humano realiza ya sea en el hogar para el uso doméstico, como para las distintas actividades productivas ya sea agrícolas como industriales.

En el Perú no es ajeno al problema global de los escasos de agua, hay zonas que aún no disponen de redes de agua y alcantarillado; además se observa en las ciudades una expansión urbana lo que lo cual genera que la demanda del agua crezca, por lo que es necesario que los gobiernos locales establezcan planes de desarrollo urbano y que lleven a cabo proyectos para proporcionar los servicios básicos a esta población.

Según el INEI “en el año móvil mayo 2019- abril 2020, el 9,2% de la población total del país, no accede a agua por red pública, es decir, se abastecen de agua de otras formas: camión-cisterna (1,2%), pozo (1,6%), río, acequia, manantial (3,5%) y otros (2,8%)”. (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2020)

En el país hay una mal gestión en la distribución del recurso agua, tanto en Lima en las provincias; mientras que en algunos sectores desperdician el agua en otros simplemente no cuentan con este recurso; por ejemplo: “El consumo medio en el distrito de Lurigancho-Chosica era en 2011 de 15,2 litros, en San Isidro se gastaba 447,5 litros” (Palacios, 2017)

En la provincia de Trujillo según (Gobierno Regional La Libertad) al finalizar el periodo 2017, la empresa SEDALIB alcanzó el 85.57% de

Cobertura de Agua Potable; teniendo como ámbito de su responsabilidad y administración en 13 distritos de 03 Provincias de la Región, como se detalla en los cuadros siguientes:

**Tabla 1**

Cobertura de agua potable de SEDALIB por localidades 2018

<b>Localidad</b>	<b>Cobertura de agua potable</b>
Trujillo	0.97
Victor Larco Herrera	1.00
La Esperanza	0.83
Florencia de Mora	0.81
El Porvenir	0.71
Huanchaco	0.72
Moche	1.00
Salaverry	0.91
Puerto Malabrigo	0.96
Chocope	1.00
Paiján	0.70
Chepén	0.72
Pacanguilla	0.78
SEDALIB S.A.	0.82

Fuente. SEDALIB S.A.

Como se muestra en la tabla N°1 en el distrito de Huanchaco solo cuenta con 72 % de cobertura de agua potable.

En el C.P. El Milagro – Huanchaco – Trujillo - La Libertad, debido a la expansión urbana el sector Los Claveles ha sido poblado durante los últimos años, dicho sector no cuentan con el servicio de agua potable y alcantarillado, los pobladores de dicho sector se abastecen de agua a través de dos tanques de agua ubicados en el sector los cuales fueron proporcionados por la municipalidad provincial de Trujillo al ser insuficiente estos dos tanques de agua los moradores de este sector se

ven obligados a comprar agua de camiones cisterna lo que afecta su economía, y al no contar con un sistema de alcantarillado y agua potable se ven afectados su salud al estar expuestos a enfermedades estomacales, dérmicas debido al consumo de agua en condiciones inadecuadas así como también están expuestos al contagio de covid19 al no contar con agua suficiente para un constante lavado de manos y un adecuado aseo personal así como de sus hogares.



**Figura 1.** Tanque que abastece de agua al Sector los Claveles

Al no contar con alcantarillado, los pobladores del Sector Los claveles construyen pozos ciegos en los frontis de sus viviendas, donde evacuan las aguas residuales, generando así un grave problema de salud pública en este sector estando expuestos a enfermedades a causa de una inadecuada disposición de sus aguas residuales al no contar con alcantarillado sanitario.



**Figura 2.** Utilización de pozo ciego para evacuación de desagüe de vivienda en el Sector Los Claveles

El presidente del sector Los Claveles el Sr. Javier Terrones Vásquez manifiesta que, ante la pandemia del covid 19 se encuentran expuestos a la enfermedad ya que no cuenta con un sistema de agua potable y alcantarillado, solo cuenta con dos tanques de 8 m<sup>3</sup> proporcionados por la municipalidad provincial de Trujillo lo que es insuficiente para abastecer a la población del sector, agravándose esta situación en esta etapa de pandemia al no contar con el agua suficiente para su aseo personal, del hogar y el lavado de manos constante que se requiere para hacerle frente a la enfermedad del covid 19. Así mismo hace un llamado a las autoridades municipales llevar a cabo las instalaciones del alcantarillado y agua potable del sector, así mismo manifiesta que son numerosas ocasiones que se ha solicitado la instalación de estos servicios básicos sin tener ninguna respuesta de las autoridades competentes.



**Figura 3.** Presidente del Sector Los Claveles dando a conocer la problemática de su Sector

Por todo lo expuesto es necesario brindar a esta población del sector Los Claveles el servicio de agua potable y alcantarillado, para que dicha población cuente con condiciones adecuadas para vivir y no estar expuestos a numerosas enfermedades que se producen como consecuencia de no contar con estos servicios.

### **Formulación del problema**

¿Qué características tendrán el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles C.P. ¿El Milagro distrito de Huanchaco provincia de Trujillo departamento de La Libertad?

## **1.2. Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles C.P. El Milagro distrito de Huanchaco provincia de Trujillo departamento de La Libertad.

### **Objetivos específicos**

- Establecer el número de viviendas, lotización y manzaneo del sector Los Claveles.
- Llevar a cabo el levantamiento topográfico del sector Los Claveles.
- Establecer el periodo de diseño y calcular la población futura para el diseño de la red de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles.
- Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Los Claveles utilizando el software watercad.
- Diseñar el sistema de alcantarillado para el sector Los Claveles utilizando el software sewerCAD.

## **1.3. Justificación del estudio**

La presente investigación tiene justificación técnica, sanitaria y económica.

Técnica por que el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado será óptimo cumpliendo con las normativas vigentes.

Sanitaria por que la población del sector Los Claveles una vez ejecutado el proyecto mejorarán su calidad de vida al consumir agua en condiciones adecuadas, disminuirán la cantidad de casos con enfermedades intestinales, parasitaria, dérmicas y de covid 19.

Económica por que las poblaciones beneficiarias del proyecto dejarán de comprar agua de camiones cisterna, además al disminuir las enfermedades disminuirán también los gastos que estas generan.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### Antecedentes internacionales

- a) (Barahona Ulloa, Rivera Cálix, & Chévez Navarro, 2013) “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Miramar, Nagarote, para un período de 20 años (2013 - 2033)”. En la presente investigación se determinó que: “De acuerdo al diseño hidráulico el agua será extraída de un pozo existente impulsada por medio de equipo de Bombeo de tipo sumergible de potencia 7.5 Hp conducida hacia el tanque de almacenamiento (metálico, estará elevado sobre el suelo por una torre de 10 m de alto con capacidad de 33000 galones) por medio de una línea de conducción de 2492 m de longitud, de los cuales 2374 m de tubería pvc diámetro 4 pulgadas SDR 40, 95m de tubería HG en el pase aéreo, 23 m de tubería HG en el pase por la alcantarilla. Luego, se distribuirá por gravedad hacia los domicilios por medio de la red de distribución conformada por 5396.94 m. de tubería de PVC SDR, teniendo diámetros comprendidos entre 75 mm (3”), 50 mm (2”) y 38 mm (1.5”) y el material será de PVC SDR 40, con una presión nominal de trabajo de 8.9 (Kg/cm<sup>2</sup>)”.
- b) (Alvarado Espejo, 2013) “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá” en el presente estudio se determinó que: “El caudal de diseño hacia la red de distribución para el sector del barrio San Vicente es de 0.888 l/s. Las redes de distribución estarán conformadas por diferentes ramales abiertos ya que la población es dispersa; la línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñó con tubería de Policloruro de vinilo



(PVC) de diámetro de 1" (32 mm), la velocidad se encuentra en el rango recomendados por la normativa ecuatoriana de 0.45 – 2.5 m/s".

### **Antecedentes nacionales**

- a) (Poma Vilca & Soto Quiñones, 2016) "Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de la hacienda – distrito de Santa Rosa – provincia de Jaén - departamento de Cajamarca". En la presente investigación determinaron que el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable tiene las siguientes características: "velocidad mínima y máxima de 0.21 m/s y 1.57 m/s respectivamente, presión mínima y máxima de 12 m.c.a y 24 m.c.a."
- b) (Arteaga Rivera & Prieto Rengifo, 2019) "Diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el distrito de Bolívar. Provincia Bolívar". En esta investigación llegaron a determinar que la red de agua potable tendría las siguientes características: "2445ml de tuberías con 20 nudos, diámetros de variados de 2" 1/2 a 1/2" de PVC C-7.5, verificando las presiones y velocidades en tuberías"; así mismo para el alcantarillado sanitario determinaron que: "1994ml de tubería de PVC S-25 de 6" de diámetro y 53 buzones de 1.2m de altura, verificando las velocidades la tensión tractiva mayor a 1Pa y el tirante que cubra 75% del diámetro de la tubería"
- c) (Doroteo Calderón, 2014) "Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano Los Pollitos"– Ica, usando los programas watercad y sewerCAD". En la investigación se determinó para el diseño de la red de agua que: "el diseño cumple la normativa vigente al presentar una presión máxima de 24.90 m H<sub>2</sub>O y la velocidad máxima de 3.17 m/s lo que indica que la diferencia entre lo estipulado por la norma y el valor obtenido es mínima y se acepta como velocidad máxima", de igual manera para el alcantarillado sanitario se determinó que: "El caudal mínimo a considerar será

de 1.5 l/s, la pendiente mínima será de 5.7 m/km y la velocidad máxima será de 5 m/s cumpliendo con la normativa vigente”

## 2.2. Marco teórico

### Redes de abastecimiento de agua potable

#### a) Red de abastecimiento

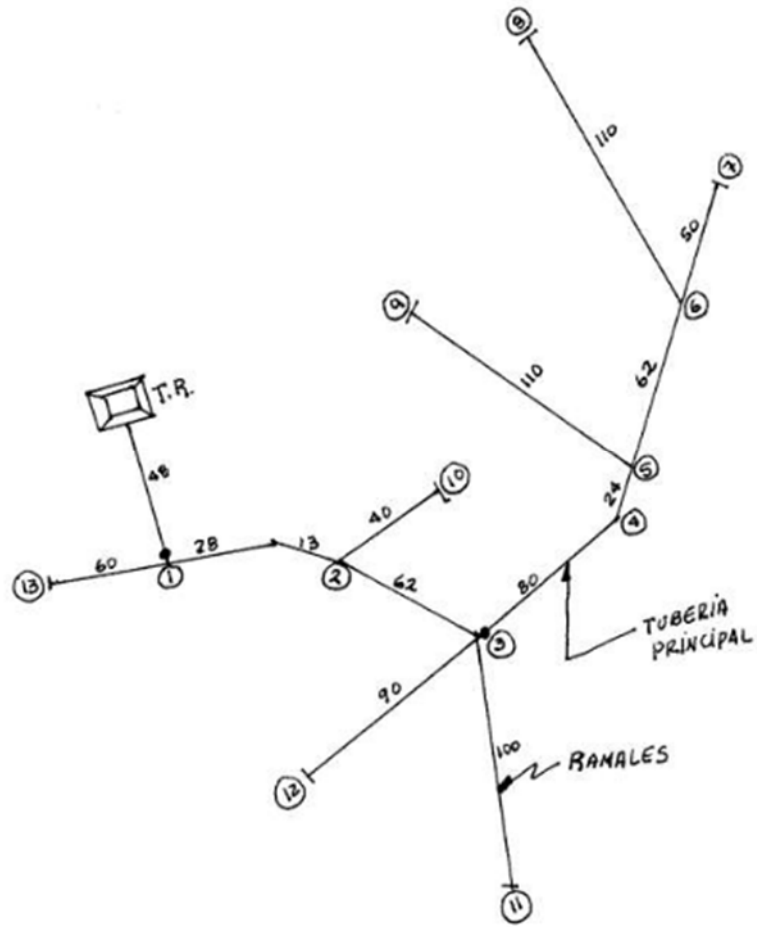
La red de abastecimiento está dada por el conjunto de tubería y accesorios que tienen por finalidad conducir el agua desde la captación hasta el usuario.

“El abastecimiento de agua comprende una serie de procesos técnicos mediante los cuales el agua se conduce hasta los puntos de consumo para ser empleada por el ser humano, estos procesos son: captación, tratamiento, almacenamiento, distribución” (Álvarez Fernández, 2012 - 2013).

“La distribución se inicia en el tanque de Regularización y las tuberías que van enterradas en la vía pública, es decir en terrenos propiedad del Municipio, a los que se conectan tuberías de pequeños diámetros para introducir el agua a los Edificios” (Rodríguez Ruiz, 2001).

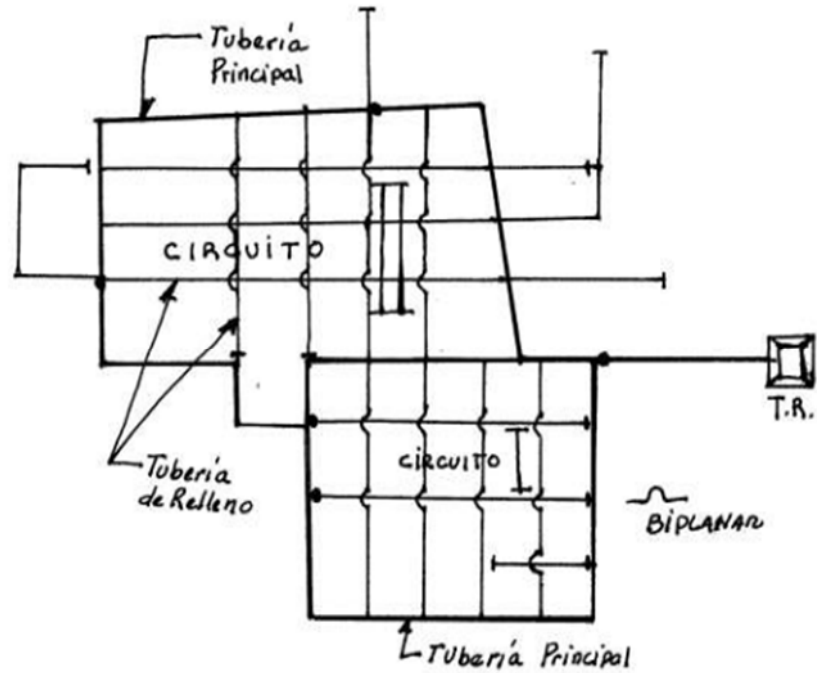
#### b) Tipos de redes de distribución

- **Redes abiertas:** “Consiste básicamente de una tubería principal que se instala en la zona de mayor consumo, disminuyendo de diámetro a medida que se aleja de la fuente o del tanque de regularización” (Rodríguez Ruiz, 2001). Generalmente este tipo de redes abiertas se utilizan en poblaciones rurales donde hay poca población y se encuentra dispersa.



**Figura 4.** Red Abierta

- Redes cerradas:** “Es el conjunto de tuberías que se instalan subterráneamente en las calles de una población y de las que se derivan las tomas domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario” (Rodríguez Ruiz, 2001). Por lo general este tipo de redes cerradas se hacen uso en el ámbito urbano donde hay una alta densidad poblacional en un área determinada donde se realiza la distribución del agua en tuberías que forman mallas que circulan por las calles de la zona llevando el agua a una adecuada presión a las viviendas de la población.



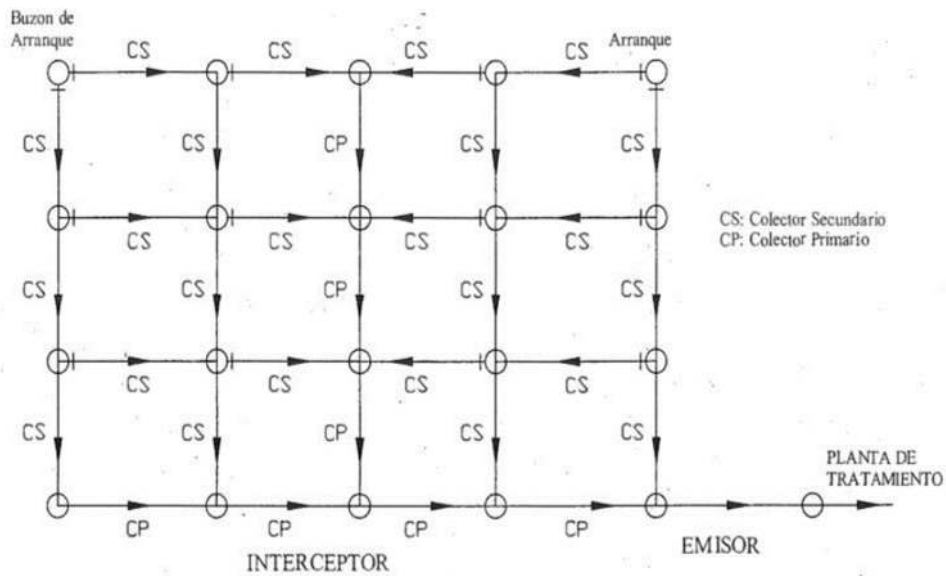
**Figura 5.** Red cerrada

### c) Análisis hidráulico

“Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno” (OS. 070 Redes de aguas residuales).

### Alcantarillado Sanitario

Es el conjunto de elementos sanitarios instalados que tienen por finalidad la evacuación de las aguas residuales utilizadas en una población, con el propósito de alejar las aguas negras y con ello evitar enfermedades.



**Figura 6.** Esquema alcantarillado sanitario

### Dimensionamiento Hidráulico

- “El valor mínimo del caudal a considerar será de 1,5 L /s. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media ( $\sigma$ ) con un valor mínimo  $\sigma = 1,0 \text{ Pa}$ ” (OS. 070 Redes de aguas residuales)
- “La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final  $V_f = 5 \text{ m/s}$ ; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista” (OS. 070 Redes de aguas residuales)
- “Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm” (OS. 070 Redes de aguas residuales)

### 2.3. Marco conceptual

- **Ramal Colector.** Es la tubería que se ubica en la vereda de los lotes, recolecta el agua residual de una o más viviendas y la descarga a una tubería principal.

- **Recubrimiento.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).
- **Redes de recolección.** Conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas.
- **Conexión Domiciliaria de Agua Potable.** Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.
- **Medidor.** Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

## 2.4. Sistema de hipótesis

### Hipótesis

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles C.P. El Milagro distrito de Huanchaco provincia de Trujillo departamento de La Libertad tendrá características que cumplan con la norma OS.050 y OS.070.

### Variables e indicadores (cuadro de operacionalización de variables)

#### Variable dependiente

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

#### Variable independiente

Densidad Poblacional

Levantamiento Topográficos

#### Operacionalización de variables

**Tabla 2***Operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumento de medición</b>
Variable independiente.	Densidad poblacional	N° de habitantes por vivienda	N°hab/Viv.	INEI
	Levantamiento topográfico	Área de estudio	m <sup>2</sup>	Estación total
		Altimetría y planimetría del terreno	ml.	Estación total
			Dotación de agua	L/Hab/Dia
Variable dependiente	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	Caudal de diseño	l/s	Cálculo
		Presión	m/ca	watercad
	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	Diámetro de tubería	mm.	watercad
		Caudal de diseño	l/s	Cálculo
		Diámetro de tubería	mm.	Sewercad
		Profundidad de buzones	ml.	Sewercad

Fuente. Elaboración propia

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

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

##### **De acuerdo a la orientación o finalidad**

La investigación a llevarse a cabo, de acuerdo a la orientación es de tipo aplicada porque se utilizará conocimientos de la ingeniería civil en la situación actual del sector Los Claveles para obtener un resultado práctico como es el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

##### **De acuerdo a la técnica de contrastación**

Descriptiva, porque se describirá la problemática del sector Los Claveles con respecto al agua potable y alcantarillado para proponer la solución más adecuada.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

##### **Población**

Sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado de la provincia de Trujillo

##### **Muestra**

Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del sector Los Claveles C.P. El Milagro – Huanchaco – Trujillo - La Libertad.

#### **3.3. Diseño de investigación**

En la investigación se utilizará el diseño de contrastación tipo descriptivo, porque se describirá la realidad tal y como se presenta respecto al abastecimiento de agua y alcantarillado en el sector Los Claveles.

M ----- O



Donde:

M: sector Los Claveles.

O: Observación de características para el diseño.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

#### Técnicas:

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

- Observación; mediante esta técnica se identificó la carencia de los servicios de agua potable y alcantarillado, también se pudo determinar los usos de los terrenos los cuales en su mayoría son utilizados para vivienda contando también el sector con un jardín de niños, un área destinada para áreas verdes, un local de eventos, granjas de aves y depósitos de materiales.



**Figura 7.** Local de eventos Villa Pacifico

- Fotografías; se tomaron capturas en distintos puntos del sector Los Claveles lo cual nos permite realizar un diagnóstico de la situación actual de dicho sector.
- Entrevista; se realizó una entrevista al presidente del Sector Los Claveles él Sr. Javier Terrones Vásquez en la cual nos dio a conocer la problemática de sector al carecer con los servicios de agua potable y alcantarillado.



**Figura 8.** Entrevista al Presidente del Sector Los Claveles

- Levantamiento topográfico, el cual nos permitió obtener las coordenadas, curvas de nivel, cotas lo cual nos permitió realizar un diseño adecuado del sistema de agua potable y alcantarillado del sector.
- Recopilación de información; se recopiló información de distintas fuentes una de ellas la municipalidad distrital de Huanchaco que nos proporcionó información del sector.

- Uso de los siguientes programas: autocad, watercad, sewerCAD, Excel y Word. Los cuales nos permitieron diseñar y modelar el sistema de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles.

### **Instrumentos:**

Para la realización de la investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cuestionarios
- Cámara fotográfica
- Estación total
- Prismas
- Winchas
- Computadora
- Útiles de oficina



**Figura 9.** Realizando mediciones en las calles del sector

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

- Se recopila información del tema de investigación y del área de estudio recurriendo a fuentes oficiales como El Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) del cual se obtuvo información de la población del distrito de Huanchaco al cual pertenece el sector Los Claveles, lo cual nos permitió obtener la población de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del sector, también se obtuvo parámetros del reglamento nacional de edificaciones lo cual nos permitió realizar un diseño adecuado cumpliendo con la normativa vigente.
- Se lleva a cabo levantamiento topográfico de la zona de estudio. Lo cual nos permitió obtener las curvas de nivel sector, distancias, coordenadas, cotas de determinados puntos; lo cual es la base para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del sector.
- Con la información recolectada se procede a el procesamiento y análisis de datos para lo cual se utiliza el programa Microsoft Excel para realizar cálculos, proyecciones de la población lo que nos permite determinar la población de diseño, también se realizó los cálculos para obtener los caudales de diseño; se llevó a cabo la actualización del manzaneo y lotización del sector utilizando el programa AutoCAD; para realizar el modelamiento del sistema de agua potable y alcantarillado se utiliza los programas Watercad y Sewercad que nos permite tener un diseño óptimo del sistema de abastecimiento agua potable y alcantarillado para el Sector Los Claveles, luego se elabora los planos definitivos del sector utilizando el programa AutoCAD.
- Se redacta el informe final donde los resultados serán mostrados en tablas y gráficos

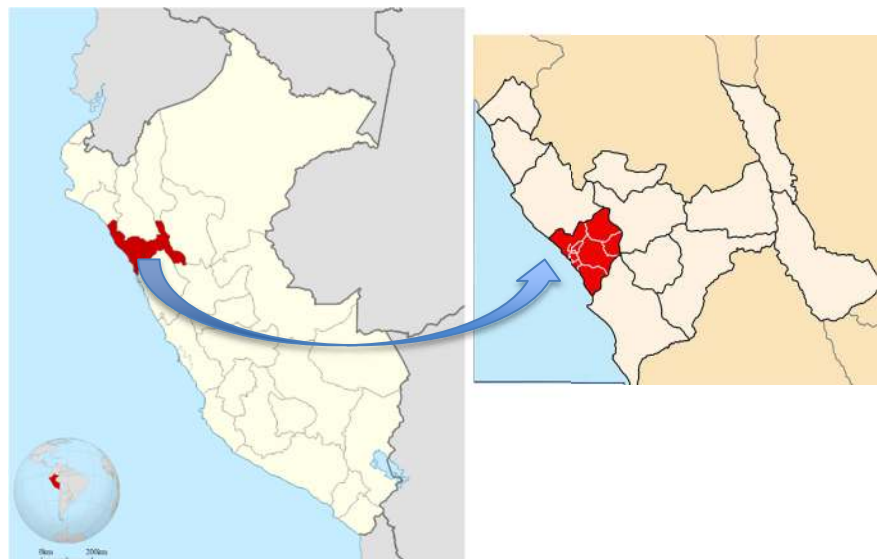
## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

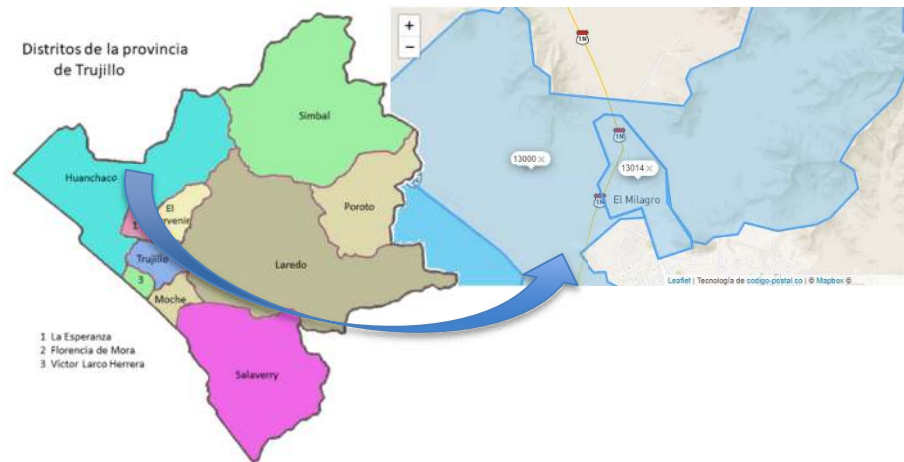
#### 4.1.1. Número de viviendas, lotización y manzaneo del sector Los Claveles.

Localización del área de estudio:

Departamento: La Libertad  
Provincia: Trujillo  
Distrito: Huanchaco  
Centro Poblado: El Milagro  
Sector: Los Claveles



**Figura 10.** Ubicación de la provincia de Trujillo



**Figura 11.** Ubicación del Centro Poblado El Milagro



**Figura 12.** Ubicación del Sector Los Claveles

El sector Los Claveles cuenta con 31 manzanas y 317 lotes.

**Tabla 3***Cantidad de lotes por manzana y uso en el Sector Los Claveles*

<b>Manzana</b>	<b>Lote</b>	<b>Uso</b>
<b>A</b>	A-1	vivienda
	A-2	vivienda
	A-3	vivienda
	A-4	vivienda
	A-5	vivienda
	A-6	vivienda
	A-7	vivienda
<b>A'</b>	A'-1	granja
	A'-2	granja
<b>B</b>	B-1	granja
	B-2	vivienda
	B-3	vivienda
	B-4	vivienda
	B-5	vivienda
	B-6	vivienda
	B-7	vivienda
	B-8	vivienda
<b>B'</b>	B'-1	parque
	B'2	jardín de niños
<b>C</b>	C-1	vivienda
	C-2	vivienda
	C-3	vivienda
	C-4	vivienda
	C-5	depósito
	C-6	vivienda
	C-7	vivienda
	C-8	vivienda
<b>D</b>	D-1	vivienda
	D-2	vivienda

	D-3	vivienda
	D-4	vivienda
	D-5	vivienda
	D-6	vivienda
	D-7	vivienda
	D-8	vivienda
	D-9	granja
	D-10	vivienda
	D-11	vivienda
	D-12	vivienda
	D-13	vivienda
<b>E</b>	E-1	granja
	E-2	granja
<b>F</b>	F-1	granja
	F-2	vivienda
<b>G</b>	G-1	vivienda
	G-2	vivienda
	G-3	vivienda
	G-4	vivienda
	G-5	vivienda
	G-6	vivienda
	G-7	vivienda
	G-8	vivienda
	G-9	vivienda
<b>G'</b>	G'-1	vivienda
	G'-2	vivienda
	G'-3	vivienda
	G'-4	vivienda
	G'-4A	vivienda
	G'-4B	vivienda
	G'-4C	vivienda
	G'-5	vivienda
	G'-6	vivienda



	G'-7	vivienda
	G'-8	vivienda
	G'-8A	vivienda
	G'-8B	vivienda
	G'-8C	vivienda
	G'-8D	vivienda
	G'-8E	vivienda
	G'-9	vivienda
	G'-10	vivienda
	<b>H</b>	H-1
H-2		vivienda
H-3		vivienda
H-4		vivienda
H-5		vivienda
H-6		vivienda
H-7		vivienda
H-8		vivienda
H-8A		vivienda
H-9		vivienda
H-10		vivienda
H-11		vivienda
H-12		vivienda
H-13		vivienda
<b>I</b>	I-1	granja
	I-2	depósito
	I-3	vivienda
	I-4	vivienda
	I-5	vivienda
<b>J</b>	J-1	vivienda
	J-2	vivienda
	J-3	vivienda
	J-4	vivienda
	J-5	vivienda

	J-6	vivienda
	J-7	vivienda
	J-8	vivienda
	J-9	vivienda
	J-9A	vivienda
	J-10	vivienda
	J-11	vivienda
	J-12	vivienda
	J-13	vivienda
	J-14	vivienda
	J-15	vivienda
	J-16	vivienda
	J-17	vivienda
	J-18	vivienda
	J-19	vivienda
	J-20	vivienda
	J-21	vivienda
<b>K</b>	K-1	vivienda
	K-2	vivienda
	K-3	vivienda
	K-4	vivienda
	K-5	vivienda
	K-6	vivienda
	K-7	vivienda
	K-8	vivienda
	K-9	vivienda
	K-10	vivienda
	K-11	vivienda
	K-12	vivienda
	K-13	vivienda
	K-14	vivienda
	K-15	vivienda
	K-16	vivienda

	K-17	vivienda
	K-18	vivienda
	K-19	vivienda
	K-20	vivienda
	K-21	vivienda
	K-22	vivienda
<b>L</b>	L-1	vivienda
	L-2	vivienda
	L-3	vivienda
	L-4	vivienda
	L-5	vivienda
	L-6	vivienda
	L-7	vivienda
	L-8	vivienda
	L-9	vivienda
	L-10	vivienda
	L-11	vivienda
	L-12	vivienda
	L-13	vivienda
	L-14	vivienda
	L-15	vivienda
	L-16	vivienda
	L-17	vivienda
	L-18	vivienda
<b>LL</b>	LL-1	depósito
	LL-2	granja
	LL-3	depósito
<b>M</b>	M-1	vivienda
	M-2	vivienda
	M-3	vivienda
	M-4	vivienda
	M-5	vivienda
	M-6	vivienda

	M-7	vivienda
	M-8	vivienda
	M-9	vivienda
	M-10	vivienda
	M-11	vivienda
	M-12	vivienda
	M-13	vivienda
<b>N</b>	N-1	depósito
	N-2	vivienda
	N-3	vivienda
	N-4	vivienda
	N-5	depósito
<b>Ñ</b>	Ñ-1	vivienda
	Ñ-2	vivienda
	Ñ-3	vivienda
	Ñ-4	vivienda
	Ñ-5	vivienda
	Ñ-6	vivienda
	Ñ-7	vivienda
	Ñ-8	vivienda
	Ñ-9	depósito
	Ñ-10	vivienda
<b>O</b>	O-1	vivienda
	O-2	vivienda
	O-3	vivienda
	O-4	vivienda
	O-5	vivienda
	O-6	vivienda
	O-7	vivienda
	O-8	vivienda
	O-12	vivienda
	O-13	vivienda
	O-14	vivienda

	O-15	vivienda
	O-16	vivienda
	O-17	vivienda
	O-18	vivienda
	O-20	vivienda
	O-21	vivienda
	O-22	vivienda
<b>P</b>	P-1	vivienda
	P-2	vivienda
	P-3	vivienda
	P-4	vivienda
	P-5	vivienda
	P-6	vivienda
	P-7	vivienda
	P-8	vivienda
	P-9	vivienda
	P-10	vivienda
	P-11	vivienda
	P-12	vivienda
	P-13	vivienda
	P-14	vivienda
	P-15	vivienda
<b>Q</b>	Q-1	vivienda
	Q-2	vivienda
	Q-2B	vivienda
	Q-2C	vivienda
	Q-2D	vivienda
	Q-3	vivienda
	Q-4	vivienda
	Q-5	vivienda
	Q-6	vivienda
	Q-7	vivienda
	Q-8	vivienda

	Q-9	vivienda
	Q-10	vivienda
	Q-11	vivienda
	Q-12	vivienda
<b>R</b>	R-1	depósito
	R-2	depósito
	R-3	depósito
<b>S</b>	S-1	vivienda
	S-2	vivienda
	S-3	vivienda
	S-4	vivienda
	S-5	vivienda
	S-6	vivienda
	S-7	depósito
	S-8	vivienda
	S-9	vivienda
	S-10	vivienda
	S-11	depósito
	S-12	vivienda
	S-13	vivienda
	S-14	vivienda
<b>T</b>	T-1	vivienda
	T-2	vivienda
	T-3	vivienda
	T-4	vivienda
	T-5	vivienda
	T-6	vivienda
	T-7	depósito
	T-8	vivienda
	T-9	vivienda
	T-10	vivienda
	T-11	vivienda
	T-12	vivienda

	T-13	vivienda
	T-14	vivienda
<b>U</b>	U-1	vivienda
	U-2	vivienda
	U-3	vivienda
	U-4	vivienda
	U-5	entretenimiento (local de eventos)
	U-6	vivienda
	U-7	vivienda
	<b>V</b>	V-1
V-2		vivienda
V-3		vivienda
V-4		vivienda
V-5		vivienda
V-6		vivienda
V-7		vivienda
V-8		vivienda
<b>W</b>	W-1	vivienda
	W-2	vivienda
	W-3	vivienda
	W-4	vivienda
	W-5	vivienda
	W-6	vivienda
	W-7	vivienda
	W-8	vivienda
	W-9	vivienda
	W-10	vivienda
	W-11	vivienda
	W-12	vivienda
	W-13	vivienda
	W-14	vivienda
<b>X</b>	X-1	vivienda

	X-2	vivienda
	X-3	vivienda
	X-4	vivienda
	X-5	vivienda
	X-6	vivienda
<b>Y</b>	Y-1	vivienda
	Y-2	vivienda
	Y-3	vivienda
	Y-4	vivienda
	Y-5	vivienda
	Y-6	vivienda
	Y-7	depósito
	Y-8	vivienda
<b>Z</b>	Z-1	vivienda
	Z-2	vivienda
	Z-3	vivienda
	Z-4	vivienda
	Z-5	vivienda
	Z-6	vivienda
	Z-7	vivienda
	Z-8	vivienda
	Z-9	vivienda
	Z-10	vivienda
	Z-11	vivienda
	Z-12	vivienda

Fuente. Elaboración propia



#### 4.1.2. Levantamiento topográfico del sector Los Claveles.

El sector Los Claveles se encuentra ubicado entre las cotas 101 m y 112 m el terreno es semiplano

**Tabla 4**

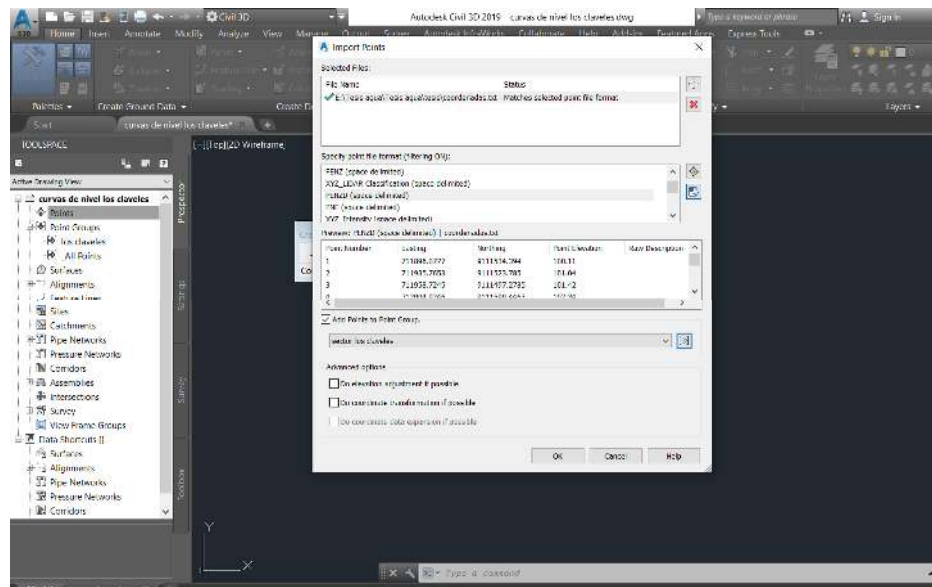
*Coordenadas y cotas Sector Los Claveles*

Punto	Este	Norte	Cota
1	711896.0777	9111534.394	100.11
2	711935.7653	9111523.785	101.04
3	711958.7245	9111497.2785	101.42
4	712004.9246	9111599.4463	102.34
5	712030.7417	9111656.1224	103.76
6	712074.1037	9111752.8607	105.21
7	712122.2139	9111854.3424	107.56
8	712187.0459	9111992.9246	110.43
9	712218.0770	9112058.8508	111.82
10	712197.9284	9112087.1139	112.09
11	712270.4185	9112042.6572	111.73
12	712333.7440	9112021.3076	112.02
13	712416.5860	9111898.3206	111.51
14	712449.9475	9111821.0510	110.59
15	712492.6896	9111835.4010	111.18
16	712449.6759	9111799.8093	110.47
17	712483.8722	9111706.2265	111.59
18	712504.2000	9111651.7709	110.85
19	712521.3941	9111592.2721	109.55
20	712539.1928	9111539.8870	109.19
21	712559.0973	9111482.2591	108.34
22	712588.4633	9111440.3600	108.35
23	712519.2779	9111401.0720	108.17
24	712486.7952	9111458.9700	108.13
25	712469.6264	9111512.5705	108.57

26	712452.7125	9111567.3921	108.83
27	712349.8862	9111527.6525	107.31
28	712307.0543	9111512.2652	106.59
29	712214.8691	9111477.3518	103.28
30	712126.0918	9111446.1277	102.91
31	712038.9062	9111597.5816	102.48
32	712110.1578	9111569.9867	102.99
33	712174.8731	9111593.8963	104.78
34	712268.6264	9111627.3271	106.39
35	712314.3860	9111642.7720	107.52
36	712418.3893	9111679.8685	109.23

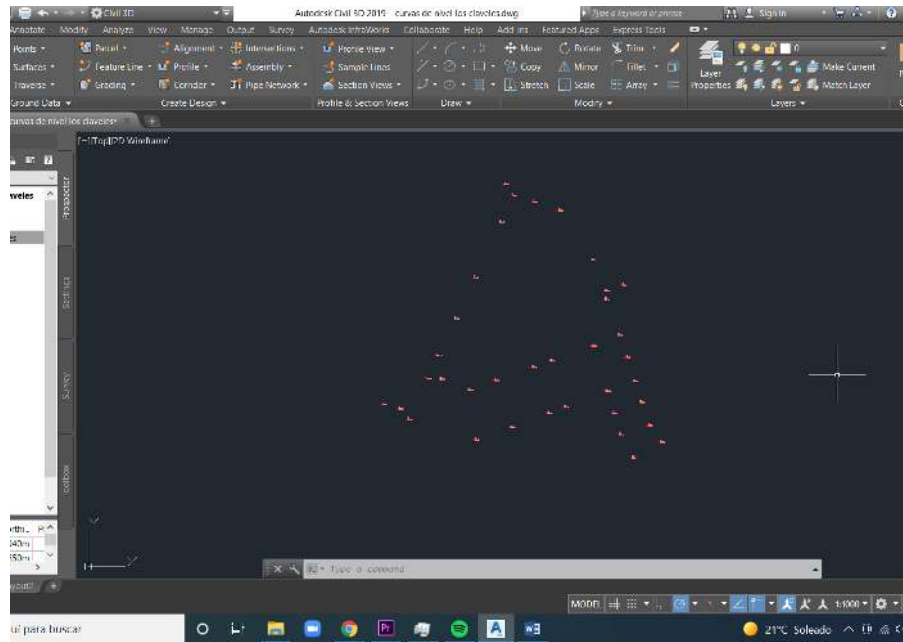
Fuente. Elaboración propia

Con los puntos tomados en campo se procedió a ingresarlos al AutoCAD civil3d.



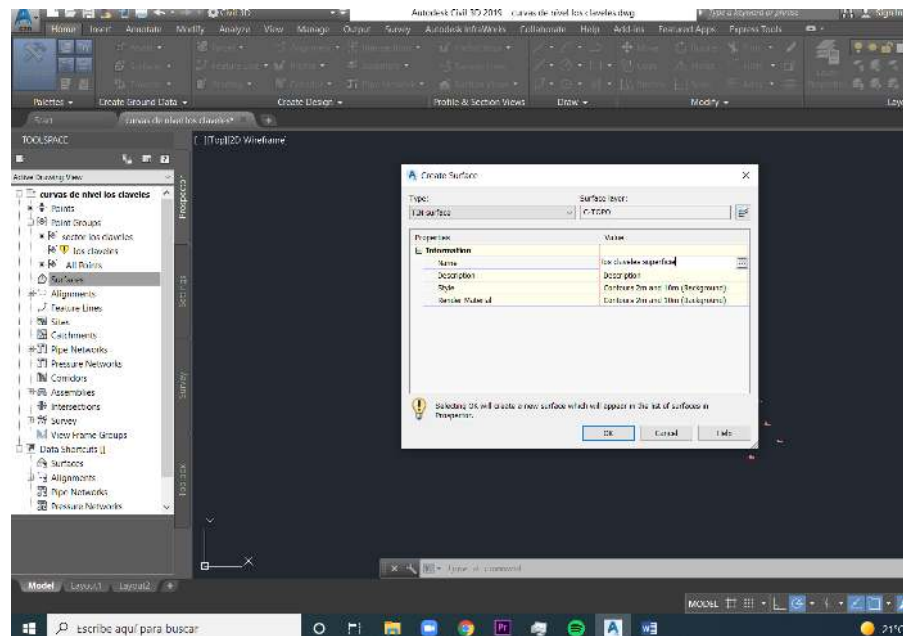
**Figura 13.** Ingreso de coordenadas y cotas al AutoCAD civil 3d

Una vez ingresado los puntos lo visualizamos dando click en el comando zoom extend, observamos todos los puntos ingresados georeferenciados.

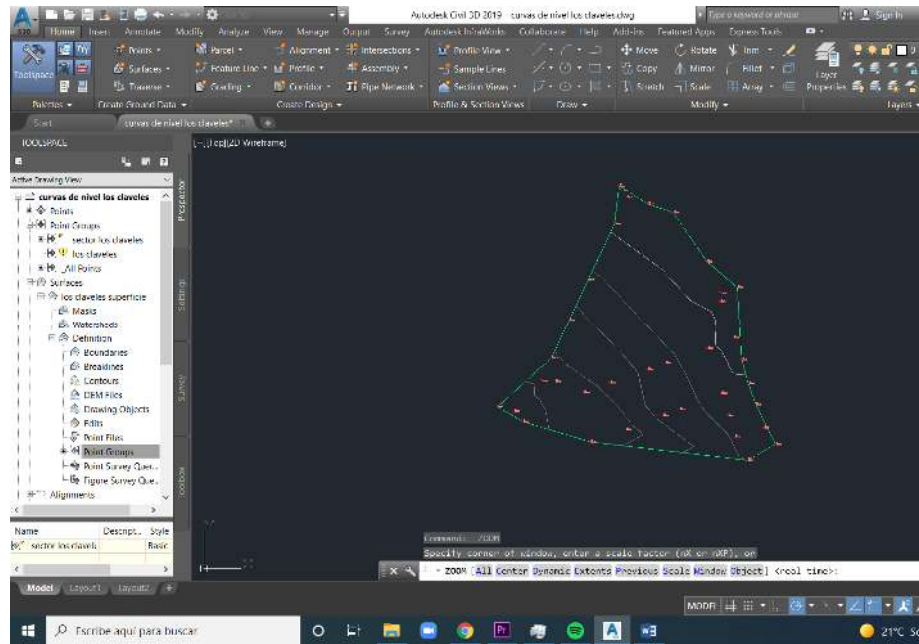


**Figura 14.** Visualización de puntos ingresados al AutoCAD civil 3d

Luego se procedió a crear las curvas de nivel del Sector Los Claveles, para lo cual utilizamos el comando create Surface mediante el cual se generan las curvas de nivel.

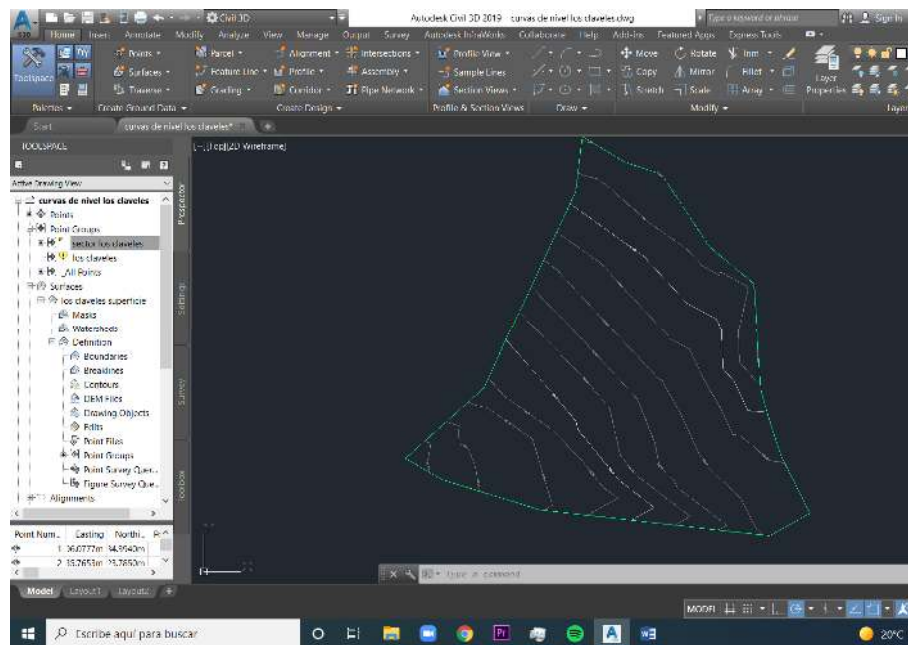


**Figura 15.** Utilización del comando create Surface AutoCAD civil 3d



**Figura 16.** Curvas de nivel creadas en AutoCAD civil 3d

Luego de creadas las curvas de nivel procedimos a configurarlas las curvas menores y las curvas mayores; las curvas menores cada 1 m y las curvas mayores cada 5 m.



**Figura 17.** Curvas de nivel, curvas menores cada 1 m y curvas mayores cada 5 m.

#### 4.1.3. Periodo de diseño y cálculo de la población futura para el diseño de la red de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles.

El periodo de diseño se considera 20 años de acuerdo a la tabla que se muestra a continuación.

**Tabla 5**

*Periodo de diseño de proyectos de saneamiento*

<b>Sistema / Componente</b>	<b>Periodo (años)</b>
Redes del sistema de agua potable y alcantarillado	20 años
Reservorios, plantas de tratamiento	Entre 10 y 20 años
Sistemas a gravedad	20 años
Sistemas de bombeo	10 años
UBS (unidad básica de saneamiento) de material noble	10 años
UBS (unidad básica de saneamiento) de otro material	5 años

Fuente. (Programa Nacional de Saneamiento Urbano, 2016, pág. 24)

Para el cálculo de la población futura se tomó datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) como se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla 6***Población censada y población total Distritos de Trujillo 2017*

<b>Departamento, provincia y distrito</b>	<b>Población censada</b>	<b>Población total</b>
La Libertad	1 778 080	1 888 972
Trujillo	970 016	1 028 481
Trujillo	314 939	328 664
El Porvenir	190 461	203 936
Florencia de Mora	37 262	38 025
<b>Huanchaco</b>	<b>68 409</b>	<b>74 773</b>
La Esperanza	189 206	203 776
Laredo	37 206	40 036
Moche	37 436	39 066
Poroto	3 586	3 793
Salaverry	18 944	20 197
Simbal	4 061	4 350
Victor Larco Herrera	68 506	71 865

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, pág. 64)

**Tabla 7***Población censada centros poblados de Huanchaco 2017*

<b>Centros Poblados</b>	<b>Población censada</b>
Distrito Huanchaco	68 409
Huanchaco	11 012
El Milagro	40 003
Valdivia (Valdivia Alta)	117
Huanchaquito Alto	12 445
Santa María	41
Villa del Mar	3 399
Huanchaquito Bajo	973
Pampas de Alejandro	20
Cerrito de la Virgen	399

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática)

**Tabla 8***Población de Trujillo y sus distritos años 2018, 2019 y 2020*

<b>Departamento, provincia y distrito</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
La Libertad	1 938 501	1 979 901	2 016 771
Trujillo	1 060 030	1 090 514	1 118 724
Trujillo	335 811	340 582	344 374
El Porvenir	211 809	220 624	229 115
Florencia de Mora	38 506	38 475	38 334
<b>Huanchaco</b>	<b>78 375</b>	<b>82 792</b>	<b>87 192</b>
La Esperanza	210 654	217 756	224 427
Laredo	41 158	42 144	43 024
Moche	40 336	41 610	42 798
Poroto	3 866	3 900	3 924

Salaverry	20 983	21 866	22 717
Simbal	4 437	4 482	4 515
Victor Larco Herrera	74 095	76 283	78 304

Fuente. (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2020, pág. 83)

La estimación de la población del sector Los Claveles se calculó para una densidad poblacional de 5 habitantes por lote como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 9**

*Población del Sector Los Claveles*

Lotes (vivienda)	315
Densidad poblacional (hab/lote)	5
<b>Población</b>	<b>1575</b>

Fuente. Elaboración propia

Para la proyección de la población se utilizaron dos métodos, el método aritmético y el método geométrico estos dos métodos se promediaron y se obtuvo la población de diseño.

**Método Aritmético**

$$P_f = P_a(1 + r \times t)$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_a$  = Población actual

$t$  = Tiempo en años comprendido entre la población futura y la población actual

$r$  = Tasa de crecimiento



Con los datos obtenidos de la población del distrito de Huanchaco al cual pertenece el centro poblado de El Milagro al cual pertenece el sector Los Claveles se calculó su tasa de crecimiento de la población para el método aritmético.

**Tabla 10**

*Cálculo tasa de crecimiento método aritmético*

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>t</b>	<b>r</b>	<b>r%</b>
2017	74773			
2018	78375	1	0.0482	4.82
2019	82792	1	0.0564	5.64
2020	87192	1	0.0531	5.31

Fuente. Elaboración propia

La tasa de crecimiento a utilizar es el promedio de las tasas de crecimiento.

$$r \% = 5.26 \%$$

Con la tasa de crecimiento poblacional encontrada estos se procedió a proyectar la población a 20 años.

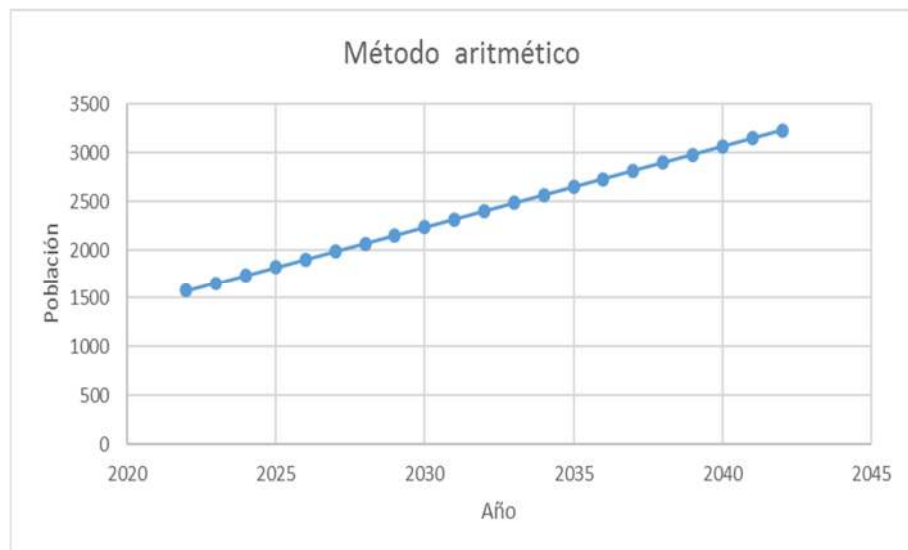
**Tabla 11**

*Proyección de la población método aritmético*

<b>Año</b>		<b>Población</b>
0	2022	1575
1	2023	1658
2	2024	1741
3	2025	1823
4	2026	1906
5	2027	1989
6	2028	2072
7	2029	2154

8	2030	2237
9	2031	2320
10	2032	2403
11	2033	2486
12	2034	2568
13	2035	2651
14	2036	2734
15	2037	2817
16	2038	2899
17	2039	2982
18	2040	3065
19	2041	3148
20	2042	3231

Fuente. Elaboración propia



**Figura 18.** Proyección de la población método aritmético

## Método geométrico

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

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_a$  = Población actual

$t$  = Tiempo en años comprendido entre la población futura y la población actual

$r$  = Tasa de crecimiento

**Tabla 12**

*Cálculo tasa de crecimiento método geométrico*

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>t</b>	<b>1+r</b>	<b>r</b>
2017	74773			
2018	78375	1	1.0482	0.0482
2019	82792	1	1.0564	0.0564
2020	87192	1	1.0531	0.0531

Fuente. Elaboración propia

Calculamos el promedio de las tasas de crecimiento de la tabla anterior resultando:  $r = 5.25\%$ . Con esta tasa se proyectó la población a 20 años.

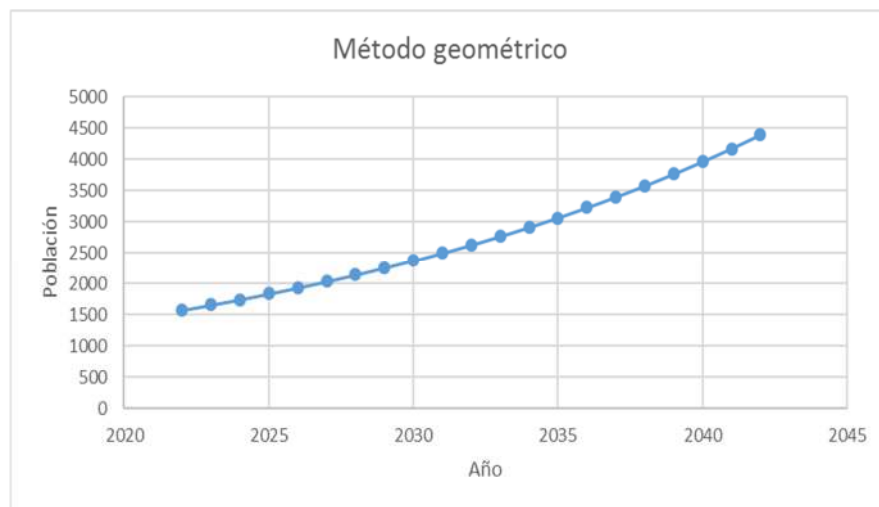
**Tabla 13**

*Proyección de la población método geométrico*

<b>Año</b>		<b>Población</b>
0	2022	1575
1	2023	1658
2	2024	1745

3	2025	1837
4	2026	1933
5	2027	2035
6	2028	2142
7	2029	2254
8	2030	2373
9	2031	2497
10	2032	2629
11	2033	2767
12	2034	2912
13	2035	3065
14	2036	3226
15	2037	3396
16	2038	3575
17	2039	3762
18	2040	3960
19	2041	4168
20	2042	4387

Fuente. Elaboración propia



**Figura 19.** Proyección de la población método geométrico

Para determinar la población de diseño se consideró el promedio de las proyecciones del método aritmético y el método geométrico como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 14**

*Proyección de la población de diseño*

<b>Año</b>		<b>Población</b>
0	2022	1575
1	2023	1658
2	2024	1743
3	2025	1830
4	2026	1920
5	2027	2012
6	2028	2107
7	2029	2205
8	2030	2305
9	2031	2409
10	2032	2516
11	2033	2627
12	2034	2741
13	2035	2859
14	2036	2981
15	2037	3107
16	2038	3237
17	2039	3373
18	2040	3513
19	2041	3659
20	2042	3810

Fuente. Elaboración propia



**Figura 20.** Proyección de la población de diseño

La población de diseño a utilizar para el periodo de 20 años es 3810 habitantes.

**4.1.4. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Los Claveles utilizando el software watercad.**

**Dotación**

El sector los Claveles tiene un clima templado según la tabla 15 le corresponde una dotación de 220 l/hab/d.

**Tabla 15**

*Dotación de agua (l/hab/d) habilitaciones urbanas*

<b>Criterio</b>	<b>Clima templado</b>	<b>Clima frio</b>	<b>Clima cálido</b>
Sistemas con conexiones	220	180	220

Lotes de área menor o igual a 90 m <sup>2</sup>	150	120	150
Sistemas de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas publicas	30-50	30-50	30-50

Fuente. (Programa Nacional de Saneamiento Urbano, 2016, pág. 22)

Además en el sector Los Claveles existen lotes que además de ser usados como viviendas son usados como granjas de aves, depósitos y local de eventos para los cuales se calculó su dotación adicional según su uso.



**Figura 21.** Depósito localizado en el Sector Los Claveles

También en todo el Sector Los Claveles existen un jardín de niños y un área destinada a áreas verdes (parque), para los cuales también se calculó su dotación.



**Figura 22.** Jardín de niños del Sector Los Claveles

**Tabla 16**

*Uso de lotes Sector Los Claveles*

<b>Uso</b>	<b>Cantidad de lotes</b>
Vivienda	291
Granja	9
Depósito	14
Entretenimiento (local de eventos)	1
Parque	1
Centro educativo (jardín de niños)	1
<b>Total</b>	<b>317</b>

Fuente. Elaboración propia



## Caudal promedio diario (Qp)

**Tabla 17**

*Caudal promedio diario viviendas*

<b>Viviendas</b>	
Dotación (l/hab/día)	220
Población de diseño	3810
Caudal promedio diario Qp (l/s)	9.7014

Fuente. Elaboración propia

Para determinar la dotación de las granjas se estima que el área destinada a la crianza de estas aves es el 70 % del área del terreno, además según (SENASA) la densidad de aves ideal por metro cuadrado es de 10 – 11.

**Tabla 18**

*Granjas – cantidad de aves*

<b>Granjas - cantidad de Aves</b>				
<b>Lote</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Area de galpones (m2)</b>	<b>aves/m2</b>	<b>cantidad de aves</b>
A'-1	3563.84	2494.688	11	27442
A'-2	1796.97	1257.879	11	13837
B-1	897.4	628.18	11	6910
D-9	1192.48	834.736	11	9183
E-1	1489.59	1042.713	11	11470
E-2	2369.19	1658.433	11	18243
F-1	1919.03	1343.321	11	14777
I-1	1767.67	1237.369	11	13612
LL-2	1291.25	903.875	11	9943

Fuente. Elaboración propia

Según (Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones) la dotación de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de aves es 20 l/d por cada 100 aves, la cifra no incluye las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones. Con estos datos se procedió a calcular el caudal promedio diario que aportan las granjas de aves ubicadas en el sector.

**Tabla 19**

*Caudal promedio diario granjas de aves*

<b>Granjas de aves</b>	
Cantidad de lotes	9
Dotación	20 l/día por cada 100 aves
Cantidad de aves	125417
Caudal promedio diario Qp (l/s)	0.2903

Fuente. Elaboración propia

Para el cálculo del caudal promedio diario que aportan los lotes destinados a depósitos se determinó que la dotación según (Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones) es 0.50 l/d por m<sup>2</sup>.

**Tabla 20**

*Áreas de depósitos*

<b>Lote</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
C-5	836.20
I-2	1641.65
LL-1	1492.98
LL-3	855.64
N-1	1116.81
N-5	974.70

Ñ-9	496.49
R-1	13511.71
R-2	3081.82
R-3	4577.33
S-7	1986.45
S-11	3530.53
T-7	1156.72
Y-7	776.02

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 21**

*Caudal promedio diario depósitos*

<b>Depósitos</b>	
Cantidad de lotes	14
Dotación (l/d por m2)	0.5
total m2	36035.05
Caudal promedio diario Qp (l/s)	0.208536169

Fuente. Elaboración propia

En el sector los claveles se encuentra ubicada Villa Pacifico que es un local dedicado a todo tipo de eventos, para el cual se determinó una dotación de 50 l/d por asiento según (Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones). Se estima en promedio por evento 200 asientos.

**Tabla 22**

*Caudal promedio local de eventos*

<b>Local de eventos</b>	
Cantidad de lotes	1
Dotación (l/d por asiento)	50

Cantidad de asientos	200
Caudal promedio diario Qp (l/s)	0.115740741

Fuente. Elaboración propia

En todo el sector Los Claveles existe solo un jardín de niños, para el cual la dotación según (Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones) es 20 l/d por alumno. Se estima que el jardín de niños cuenta con 100 alumnos.

**Tabla 23**

*Caudal promedio jardín de niños*

<b>Jardín de niños</b>	
Cantidad de lotes	1
Dotación (l/d por alumno)	20
Cantidad de alumnos	100
Caudal promedio diario Qp (l/s)	0.023148148

Fuente. Elaboración propia

Así mismo en todo el sector existe una área dedica a áreas verdes (parque) para el cual según (Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones) le corresponde una dotación de 2 l/d por m<sup>2</sup>.

**Tabla 24**

*Caudal promedio parque*

<b>Parque</b>	
Cantidad de lotes	1
Dotación (l/d por m <sup>2</sup> )	2
total m <sup>2</sup>	1623.03

Caudal promedio diario Qp (l/s)	0.037570139
---------------------------------	-------------

Fuente. Elaboración propia

El caudal promedio diario del sector se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 25**

*Caudal promedio diario Sector Los Claveles*

<b>Caudal promedio diario Qp (l/s)</b>	
<b>Uso</b>	<b>Qp (l/s)</b>
Vivienda	9.7014
Granja	0.2903
Depósito	0.2085
Entretenimiento (local de eventos)	0.1157
Parque	0.0376
Centro educativo (jardín de niños)	0.0231
<b>Total</b>	<b>10.3767</b>

Fuente. Elaboración propia

**Caudal máximo diario (Qmd)**

$$Qmd = k_1 \times Qp$$

Donde:

$k_1$  : Coeficiente máximo anual de la demanda diaria

Qp: Caudal promedio diario

**Tabla 26**

*Coefficientes de variación de consumo habilitaciones urbanas*

<b>Coefficiente</b>	<b>Valor</b>
Coefficiente máximo anual de la demanda diaria ( $k_1$ )	1.3
Coefficiente máximo anual de la demanda horaria ( $k_2$ )	1.8 a 2.5

Fuente. (Programa Nacional de Saneamiento Urbano, 2016, pág. 23)

**Tabla 27**

*Caudal máximo diario Sector Los Claveles*

<b>Caudal máximo diario Qmd (l/s)</b>	
Qp (l/s)	10.3767
K1	1.3
Qmd (l/s)	13.4897

Fuente. Elaboración propia

**Caudal máximo horario (Qmh)**

$$Qmd = k_2 \times Qp$$

Donde:

$K_2$  : Coeficiente máximo anual de la demanda horaria

Qp: Caudal promedio diario

El coeficiente máximo anual de la demanda horaria esta entre 1.8 y 2.5 por lo cual se asume el valor de 2.

**Tabla 28**

*Caudal máximo horario Sector Los Claveles*

<b>Caudal maximo horario Qmh (l/s)</b>	
Qp (l/s)	10.3767
K2	2
Qmh (l/s)	20.7534

Fuente. Elaboración propia

### **Cálculos Reservoirio - Empalme**

El reservorio que abastecerá al Sector Los Claveles se encuentra ubicado a 1560.20 m del empalme, u tiene una cota de 139.45 m; en este tramo se cuenta tuberías de PVC de 6 pulgadas de diámetro.

- Cálculo de la Presión Estática

Cota reservorio = 139.45 m.

Cota empalme = 110.71 m.

$$P_{estatica} = \rho H_g g$$

Donde:

$P_{estatica}$  : Presión estática (Pascal)

$\rho$  : Densidad de agua (kg/m<sup>3</sup>)

$H_g$  : Diferencia de cotas (m)

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

$$P_{estatica} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 28.74m \times 9.81m/s^2$$

$$P_{estatica} = 281939.4 \frac{N}{m^2}$$

$$P_{estatica} = 28.7493 mH_2$$

- Perdida de carga unitaria

Longitud de la tubería = 1560.20 m

$$H_f = \frac{\text{carga disponible}}{\text{longitud de tubería}}$$

$$H_f = \frac{28.74 \text{ m}}{1560.20 \text{ m}}$$

$$H_f = 0.01842$$

- Pérdida de carga unitaria real

$$h_f = \left( \frac{Qmd}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$h_f = \left( \frac{Qmd}{2.492 \times 6^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$h_f = 0.003722 \text{ m/m}$$

- Pérdida de carga en el tramo

$$H_f = 1560.20 \times 0.003722$$

$$H_f = 5.8073 \text{ m}$$

- Cota piezométrica del empalme

$$Cpe = 139.45 - 5.803$$

$$Cpe = 133.64 \text{ m.s.n.m}$$

- Presión al final del tramo

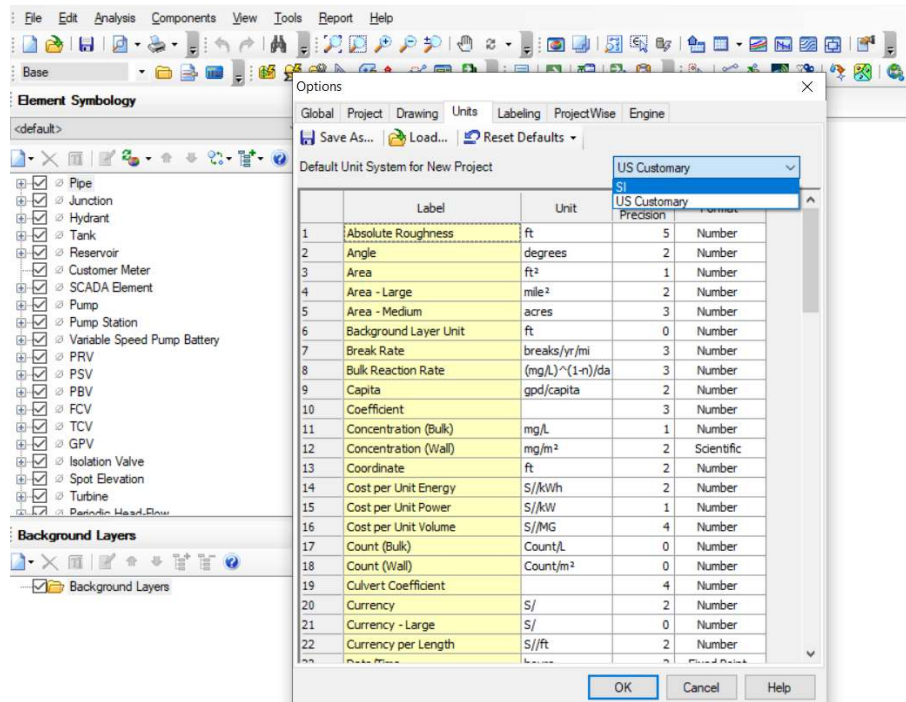
$$Pft = 133.64 - 110.71$$

$$Pft = 22.93 \text{ m.}$$

### **Diseño de la red de distribución en Watercad.**

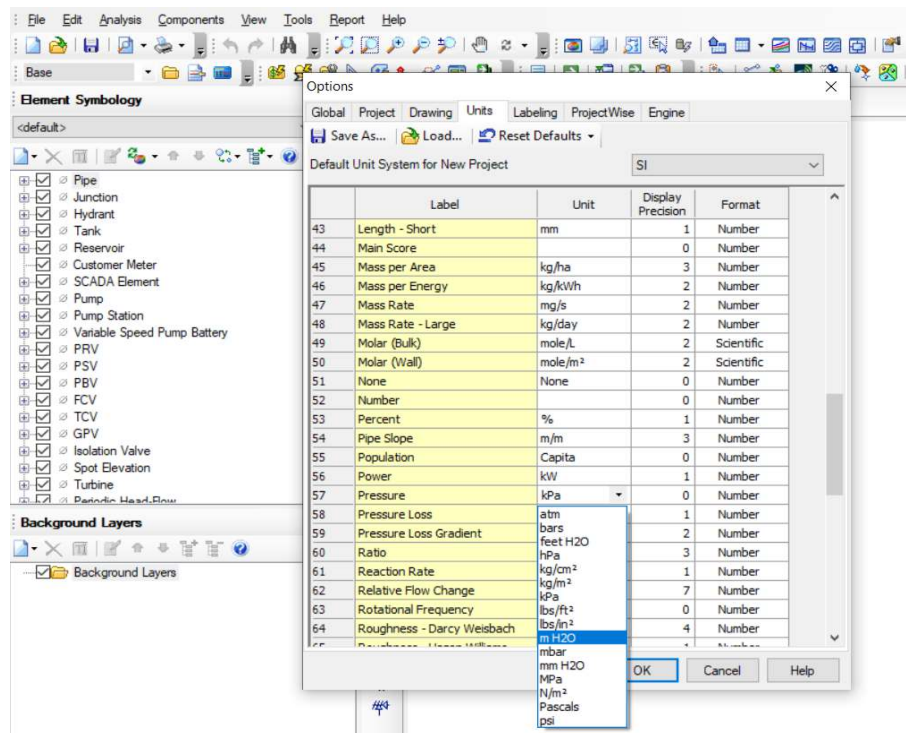
Ingresamos al programa Watercad y configuramos las unidades de medida en el sistema internacional





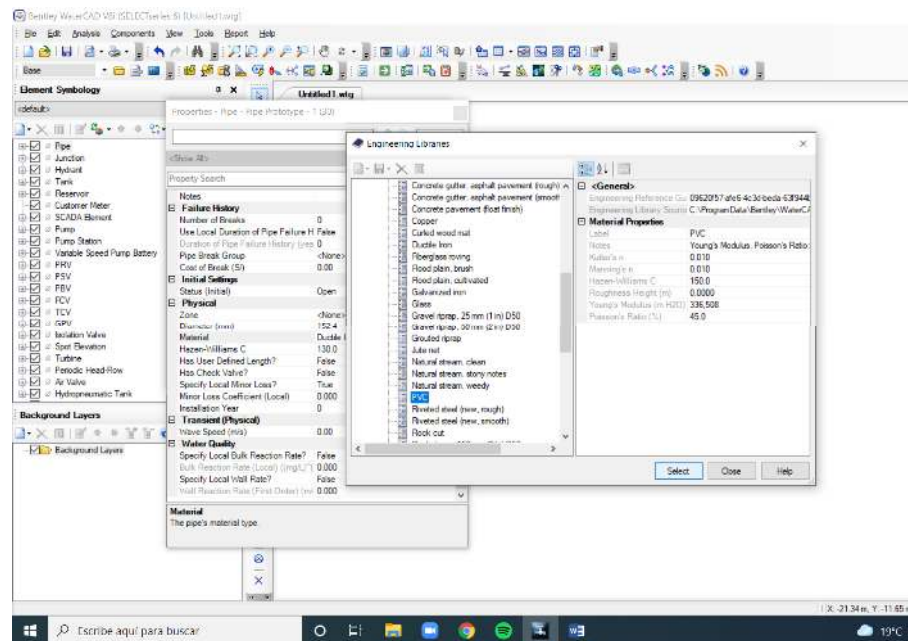
**Figura 23.** Seleccionando unidades de medida SI en Watercad

Luego procedimos a cambiar la unidad de medida de presión cambiamos a mH<sub>2</sub>O.



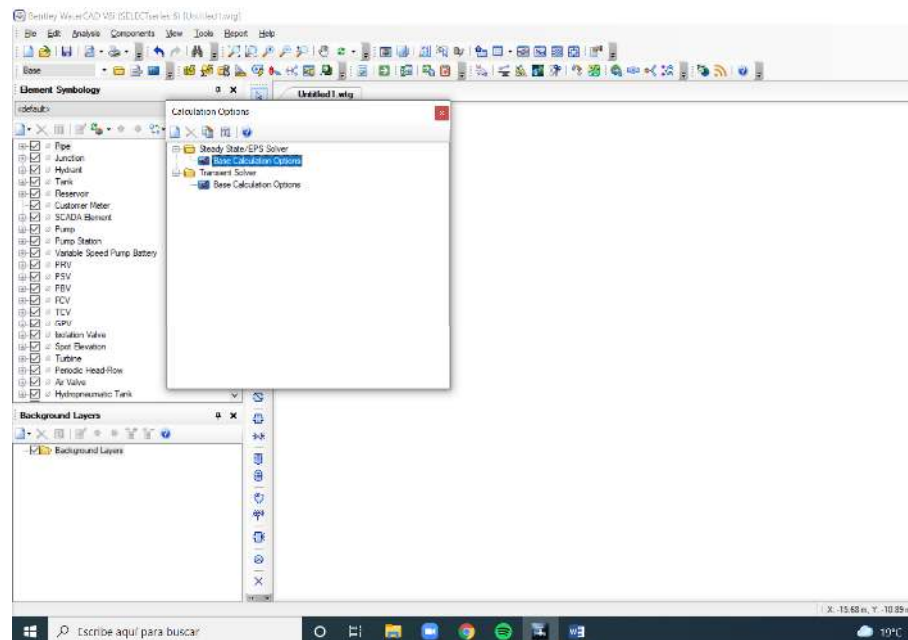
**Figura 24.** Seleccionando unidad de presión mH<sub>2</sub>O en Watercad

Luego asignamos al programa Watercad la tubería que vamos a utilizar que para nuestro proyecto es tubería de PVC

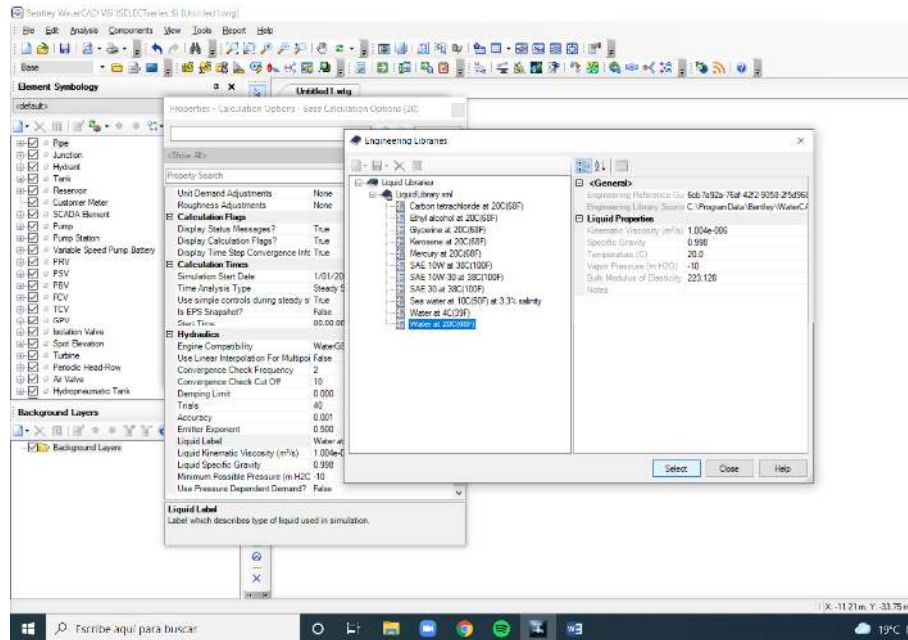


**Figura 25.** Seleccionamos tubería de PVC para la red de agua potable

En opciones de base de cálculo seleccionamos agua a 20 °C

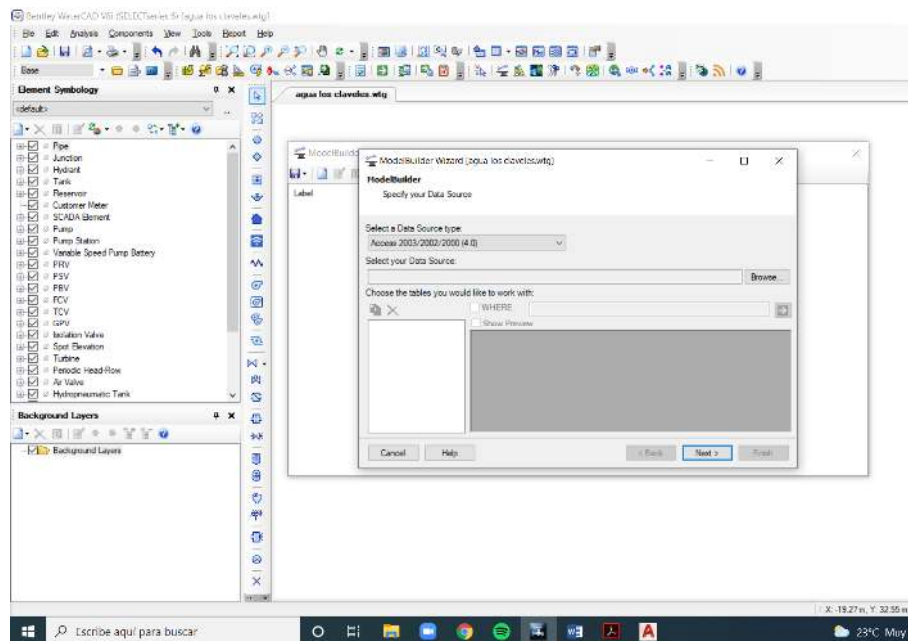


**Figura 26.** Ingresamos en opciones de base de cálculo

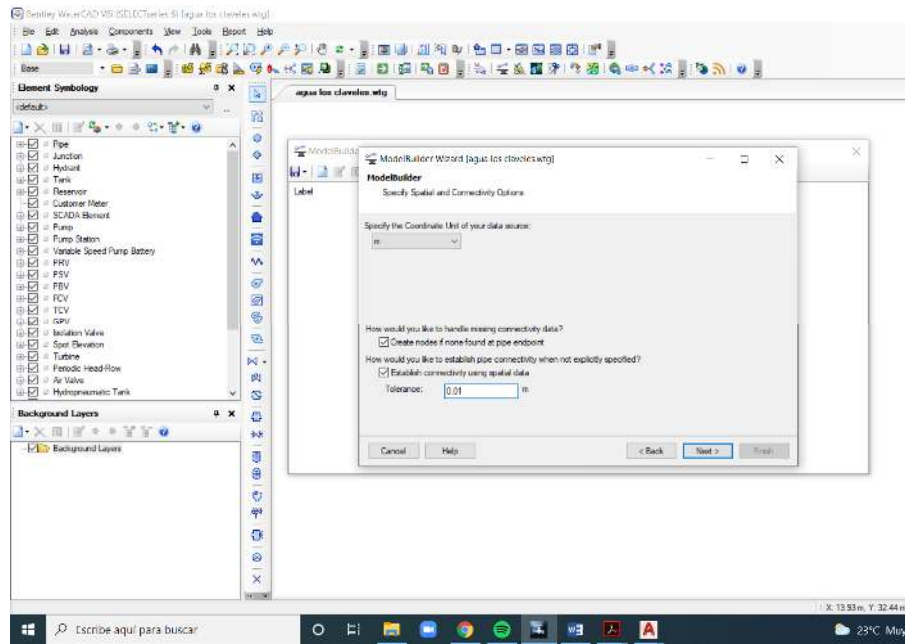


**Figura 27.** Seleccionamos agua a 20°C

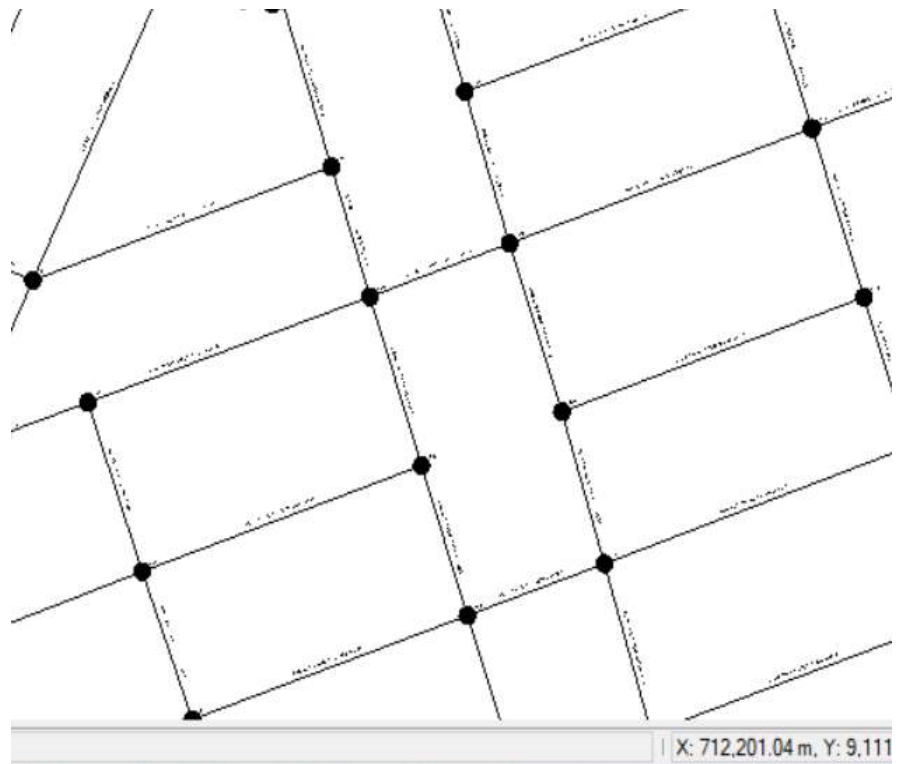
A continuación se importó las tuberías del AutoCAD, para lo cual el archivo de AutoCAD se guardó en formato Dxf que es el formato que reconoce el programa watercad, ingresamos en el comando de ModelBuilder en el cual seleccionamos en el archivo que contiene las tuberías, en el proceso de importación se asigna en unidades metro.



**Figura 28.** Importación de tuberías mediante ModelBuilder

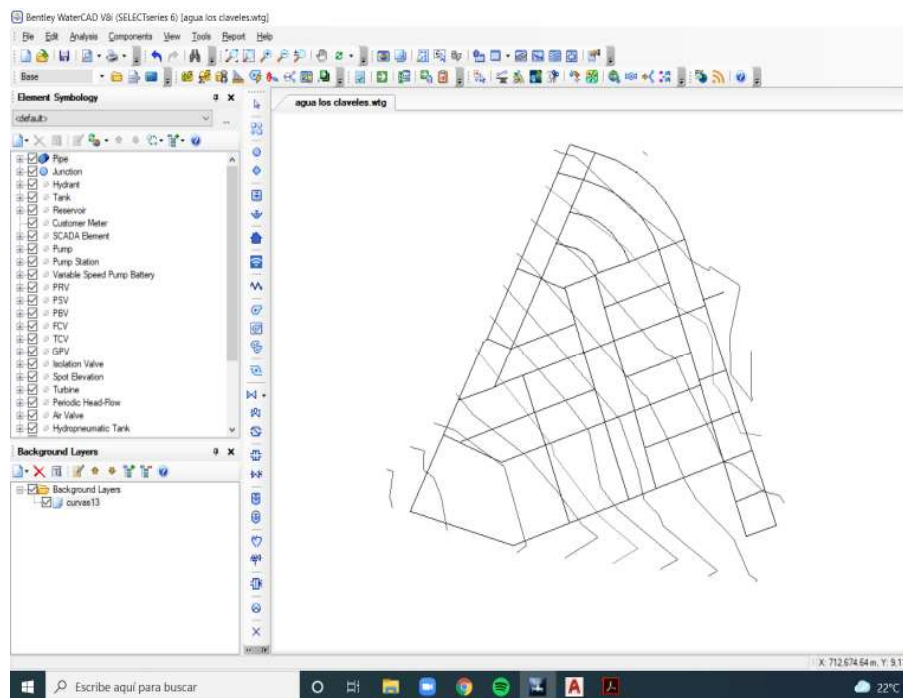


**Figura 29.** Asignamos unidad metros



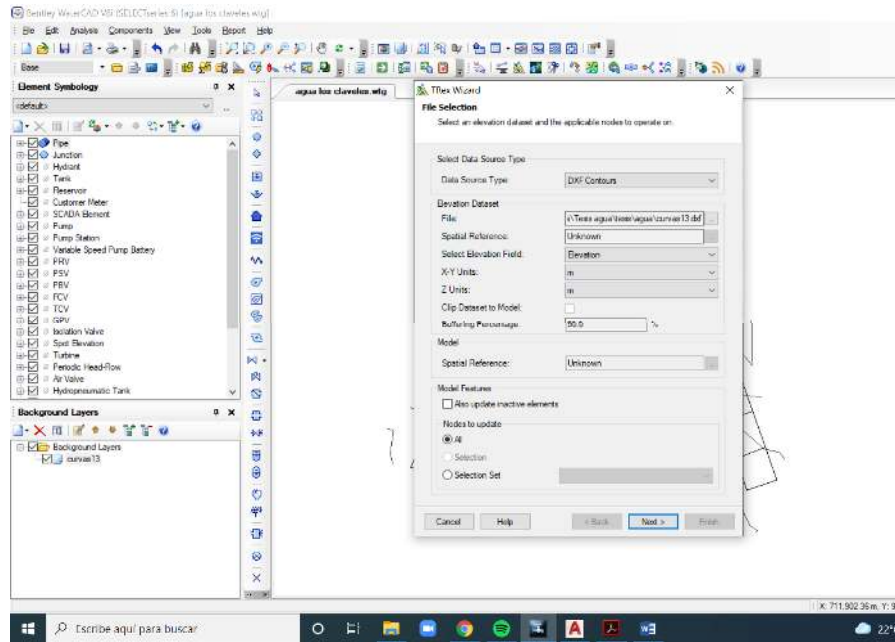
**Figura 30.** Red de tuberías importadas del AutoCAD a Watercad

Importamos las curvas de nivel de AutoCAD, para lo cual el archivo de AutoCAD se guardó previamente en formato Dxf. La importación se realiza en la ventana de Background Layers, seleccionamos el archivo de AutoCAD y lo cargamos al watercad.

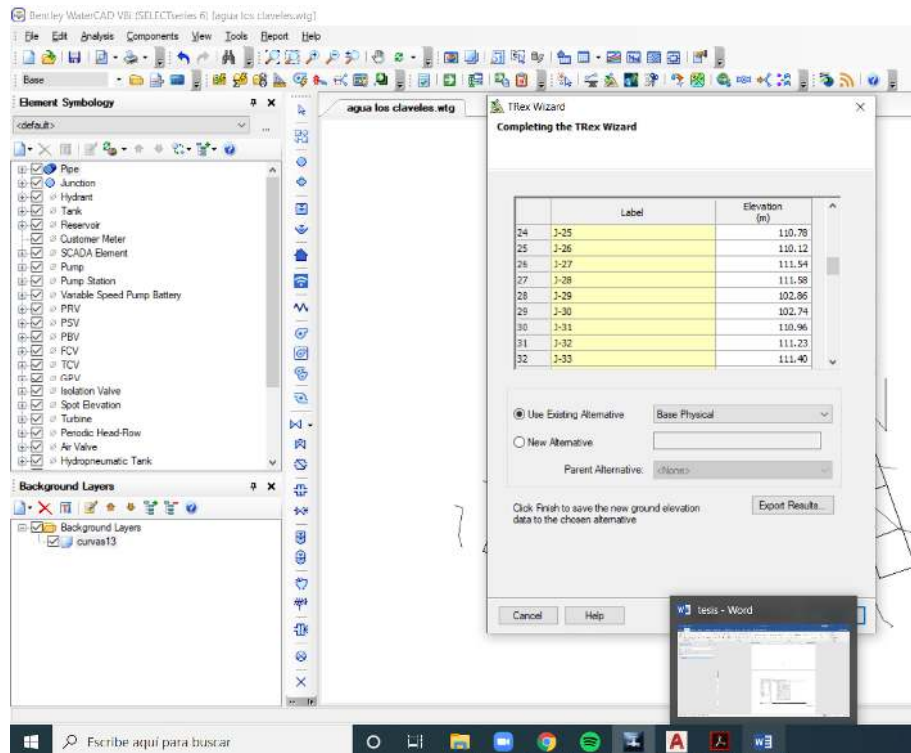


**Figura 31.** Curvas de nivel importadas del AutoCAD en formato Dxf a Watercad

Una vez cargado el archivo en Background Layers se procede a asignar las cotas a la red de agua potable, para lo cual utilizamos el comando TRex Wizard ingresamos a dicho comando donde nos aparece una ventana, seleccionamos el archivo que contiene las curvas de nivel en formato Dxf, y seleccionamos las opciones de elevación y unidades metro.

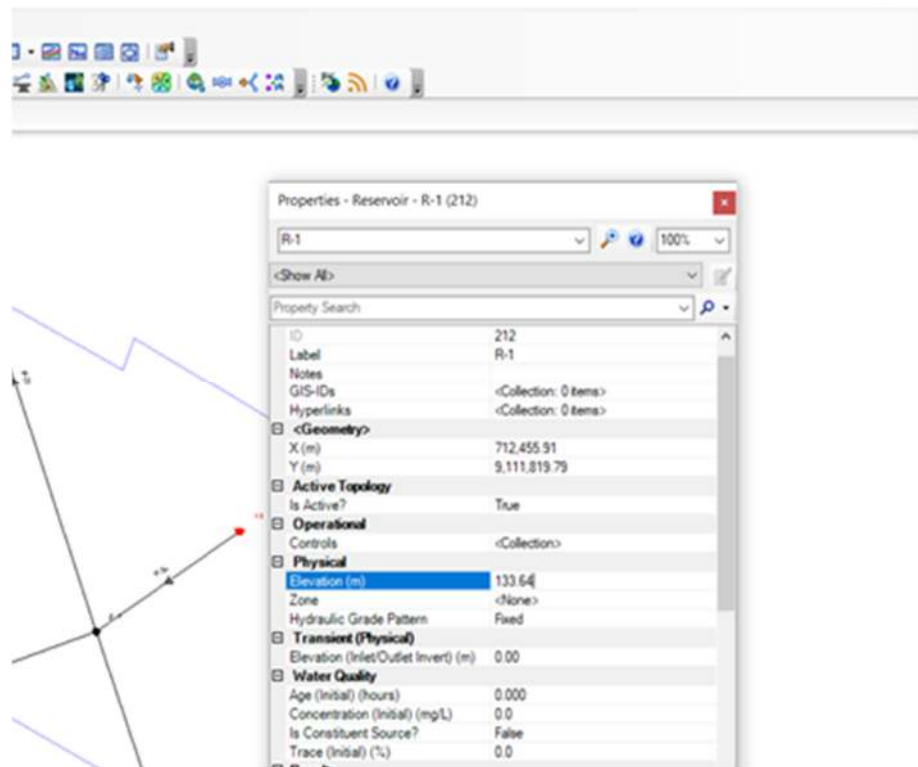


**Figura 32.** Asignación de elevaciones a la red mediante TRex Wizard



**Figura 33.** Elevaciones asignadas a la red

El empalme se modelo como un reservorio que proporciona la misma presión que el empalme, dicha presión fue calculada anteriormente dando un presión en el empalme de 22.93 y una cota piezométrica del empalme de 133.64 m.s.n.m



**Figura 34.** Configuración del empalme

Luego se procedió a calcular la demanda en cada nodo (junction) de la red; para lo cual el caudal de diseño se reparte proporcionalmente al área de influencia de cada nodo (junction); dichas áreas fueron calculadas empleando el criterio de áreas tributarias, diseñando las áreas tributarias en AutoCAD y obteniendo el valor de dichas áreas.



**Figura 35.** Área tributaria de cada nodo (junction)

Calculadas las áreas tributarias se reparte el caudal de diseño proporcionalmente a cada área tributaria.

**Tabla 29**

*Cálculo de demanda de cada nodo (junction)*

Nodo (Juction)	Area (m)	Demanda(l/s)
J-1	2193.4147	0.2532
J-4	3562.0243	0.4111
J-5	4007.2061	0.4625
J-8	2029.9472	0.2343
J-9	3463.4935	0.3997
J-12	2152.991	0.2485
J-18	4299.8586	0.4963



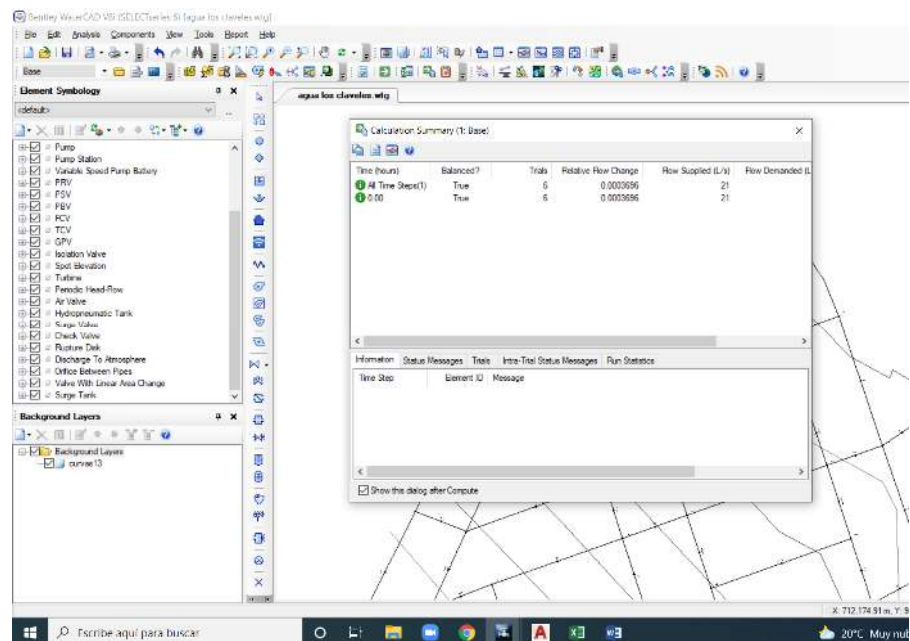
J-21	2395.2991	0.2765
J-24	4720.9159	0.5449
J-29	5882.9448	0.6790
J-30	1960.4878	0.2263
J-32	3186.284	0.3678
J-35	4225.3723	0.4877
J-37	3337.9188	0.3853
J-38	4616.1514	0.5328
J-41	2611.7112	0.3014
J-42	4817.0515	0.5560
J-43	2665.6327	0.3077
J-44	449.3404	0.0519
J-45	1988.4866	0.2295
J-46	4077.3716	0.4706
J-48	3991.2409	0.4607
J-49	3886.8746	0.4486
J-50	3807.5346	0.4395
J-51	1815.107	0.2095
J-52	2782.4255	0.3211
J-53	4320.5075	0.4987
J-54	1392.1023	0.1607
J-55	4489.6922	0.5182
J-56	1418.7142	0.1637
J-57	3189.5642	0.3681
J-58	3729.025	0.4304
J-59	1382.398	0.1596
J-60	1372.7985	0.1584
J-61	4394.0237	0.5071
J-62	6114.7936	0.7058
J-63	646.25	0.0746
J-64	664.3959	0.0767

J-65	5923.7546	0.6837
J-66	7532.6143	0.8694
J-67	3957.1521	0.4567
J-68	3717.3152	0.4290
J-69	4195.9783	0.4843
J-70	4099.4034	0.4731
J-71	1987.4709	0.2294
J-72	4252.2147	0.4908
J-73	3540.5494	0.4086
J-74	5762.8802	0.6651
J-75	5521.6701	0.6373
J-76	6842.6459	0.7898
J-77	4436.9021	0.5121
total	179811.9024	20.7534

Fuente. Elaboración propia

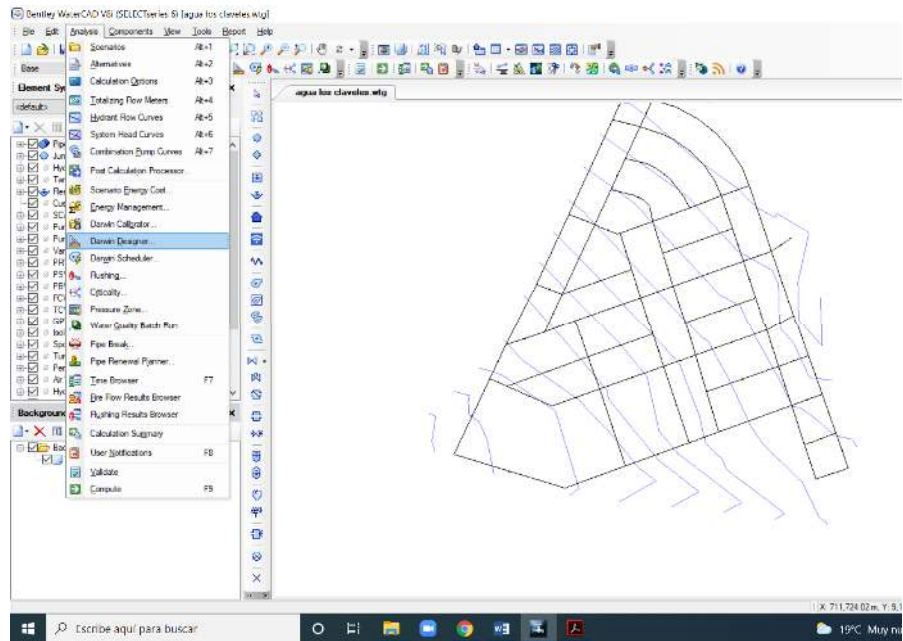
Las demandas encontradas son asignadas a cada nodo (junction)

En el programa watercad.

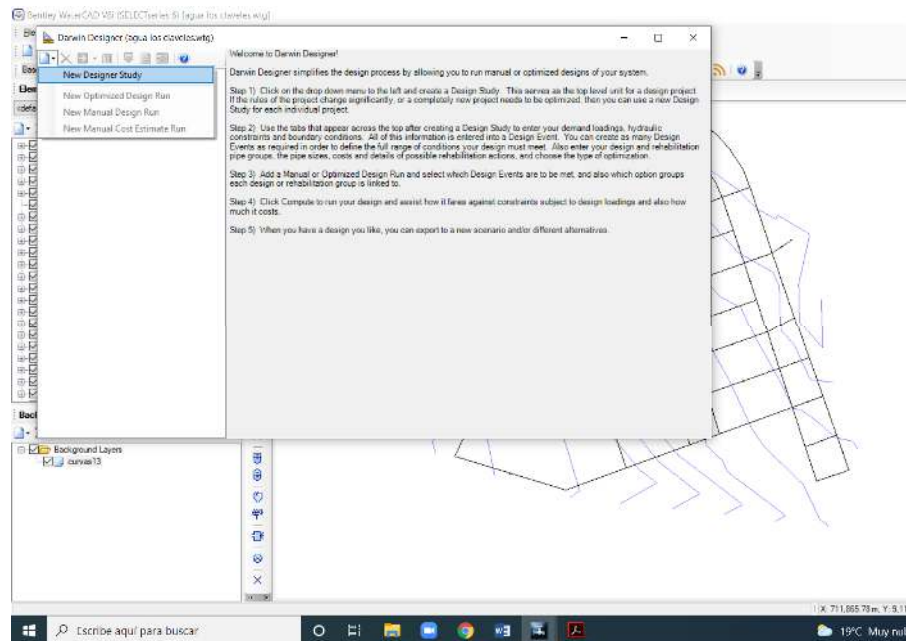


**Figura 36.** Demanda asignada a cada nodo (junction)

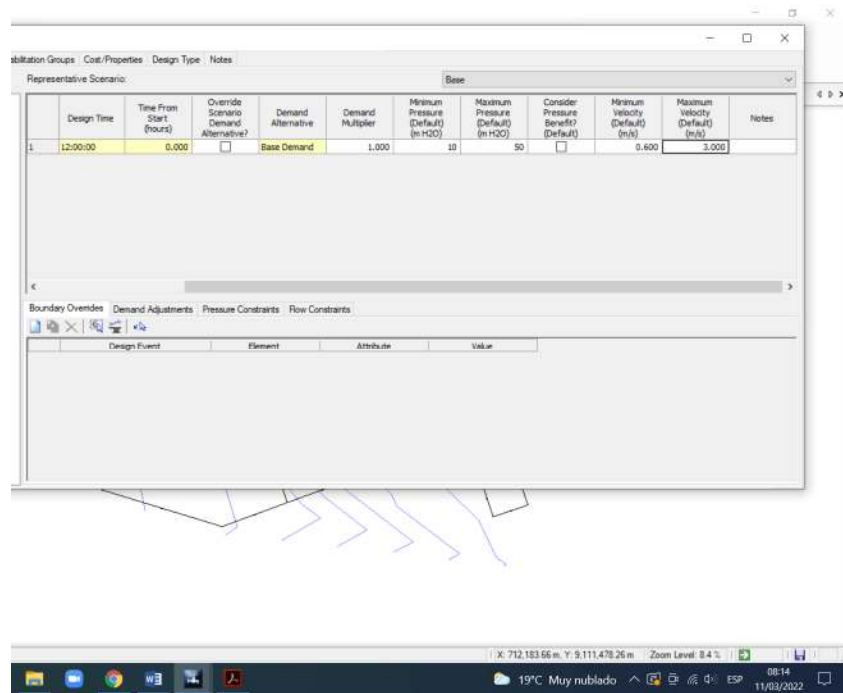
A continuación, se ingresó al modelo las restricciones de velocidad y presión según la norma (OS.050)



**Figura 37.** Seleccionando en Darwin Designer

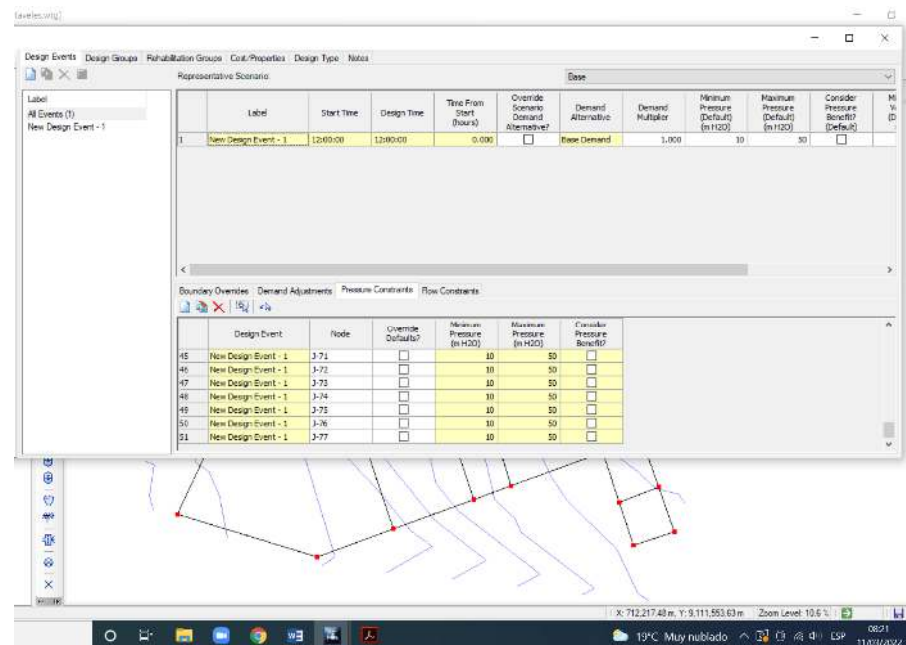


**Figura 38.** Seleccionando en New Designer Study

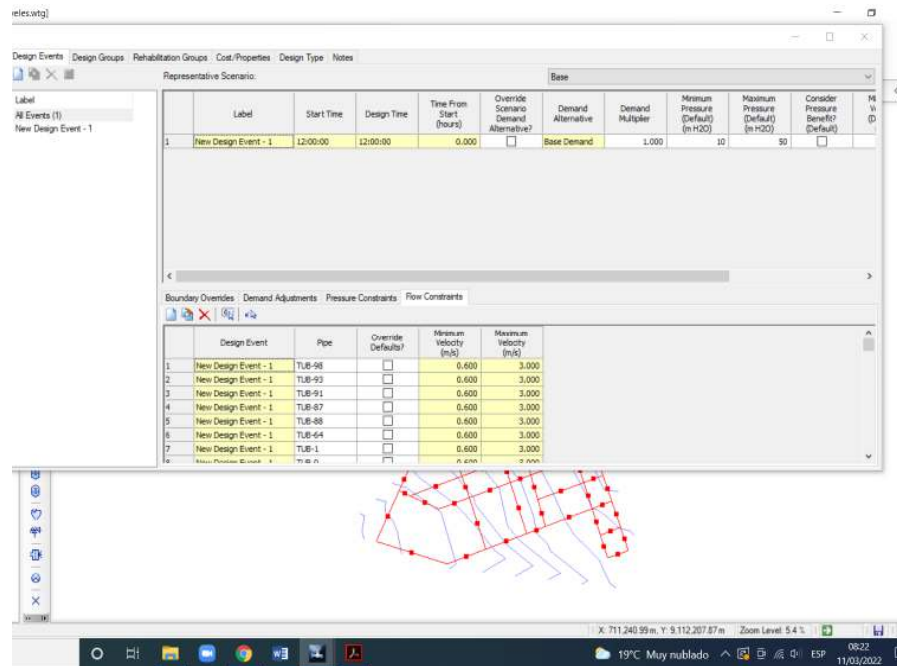


**Figura 39.** Ingresando restricciones de velocidad y presión al diseño

Luego se procedió a asignar la restricción de presión a los nodos (junction) y la restricción de velocidad a las tuberías.

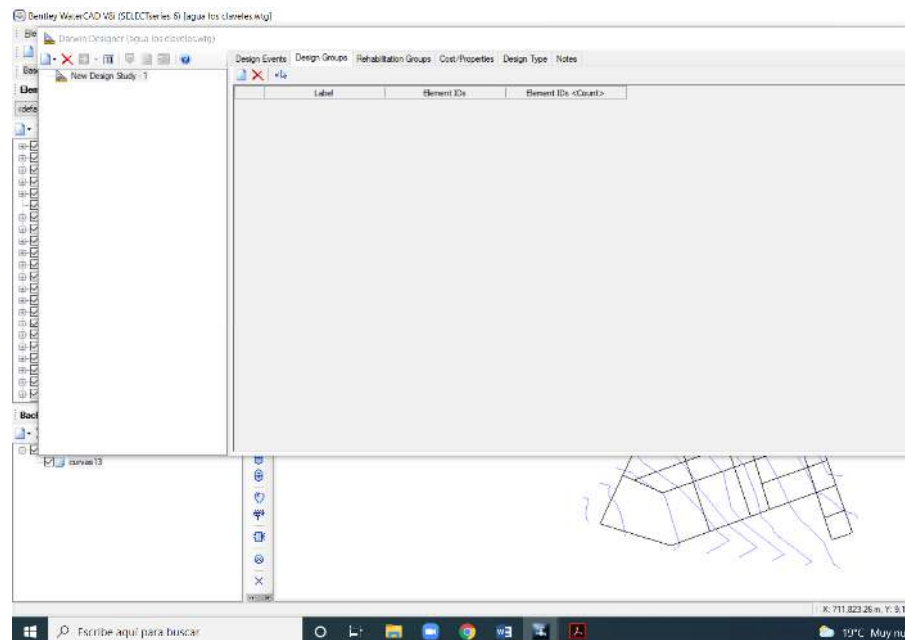


**Figura 40.** Asignando restricción de presión a los nodos (junction)



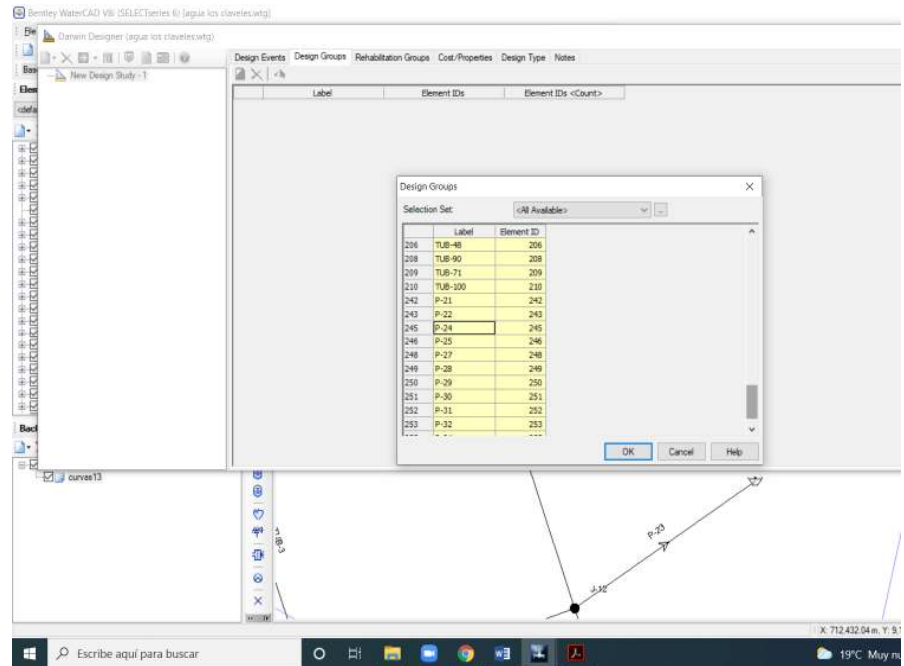
**Figura 41.** Asignando restricción de velocidad a las tuberías

El diseño a realizar se utiliza el criterio de grupo de tuberías de acuerdo al flujo del agua una tubería no puede tener menor diámetro que su tubería predecesora.

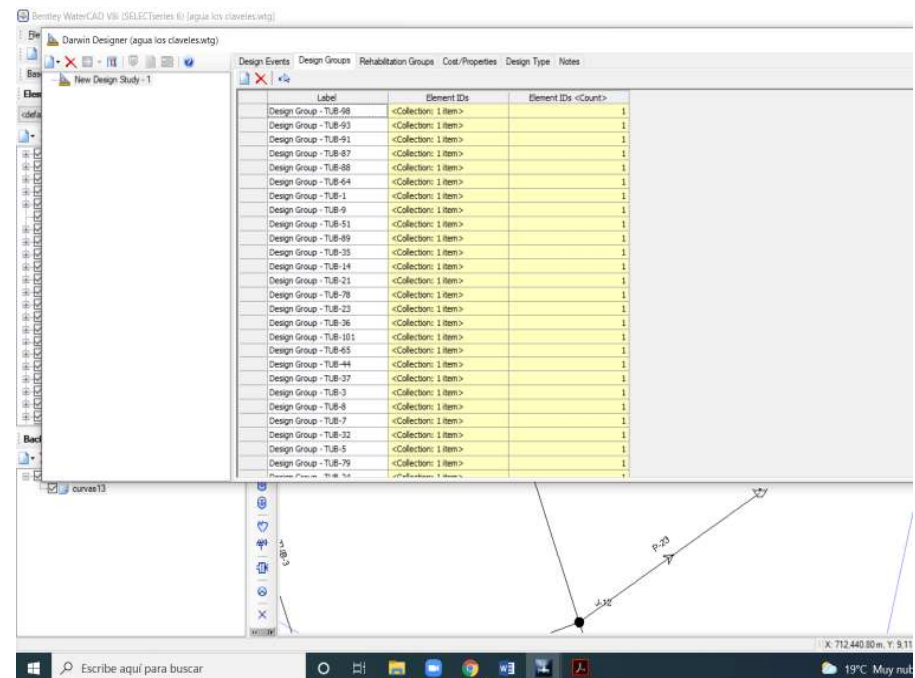


**Figura 42.** Ingresando a Design Groups

Luego se selecciona todas las tuberías excepto la tubería que sale del empalme (reservorio).



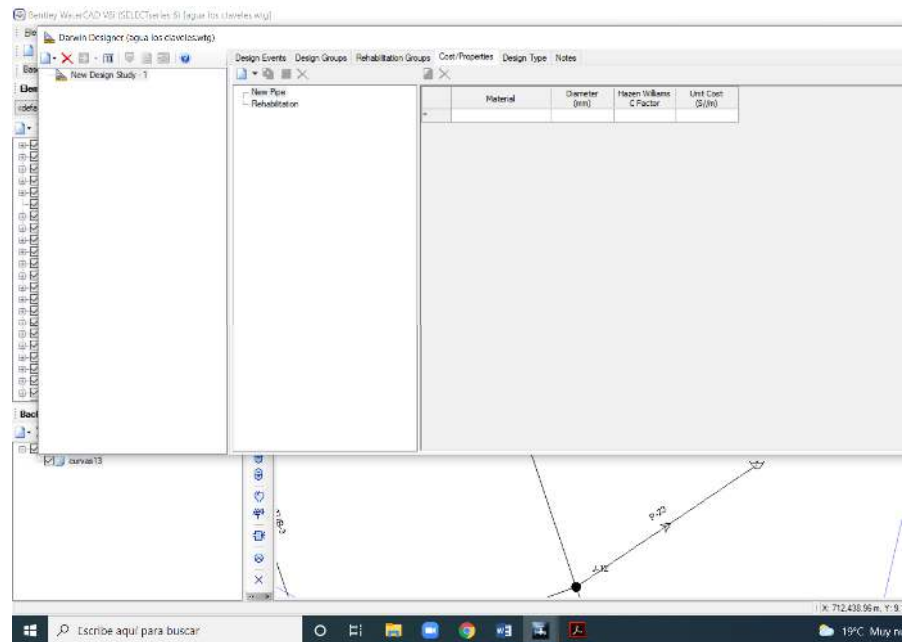
**Figura 43.** Seleccionando tuberías



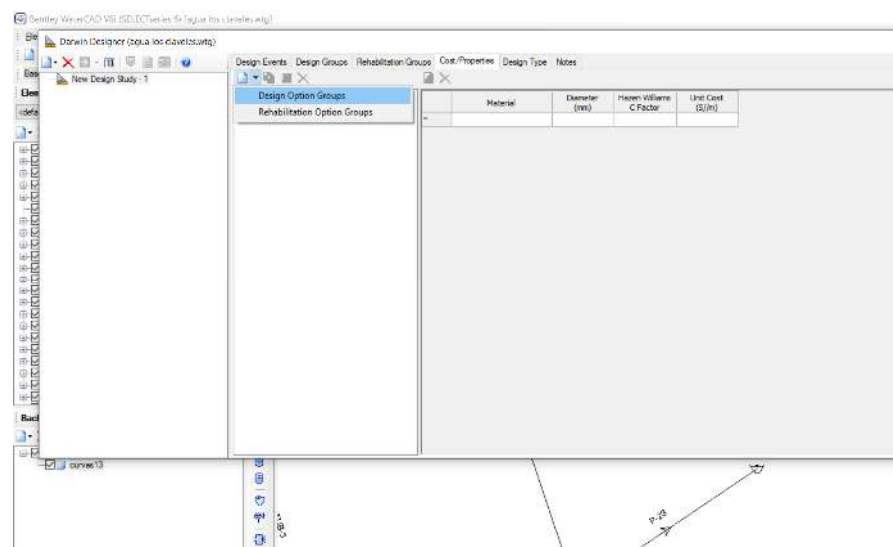
**Figura 44.** Asignando restricción de Desing Groups a las tuberías

El diseño a realizarse debe optimizar los recursos, para ello se ingresa los precios de las tuberías a utilizar para que el programa realice el diseño de la red minimizando los costos.

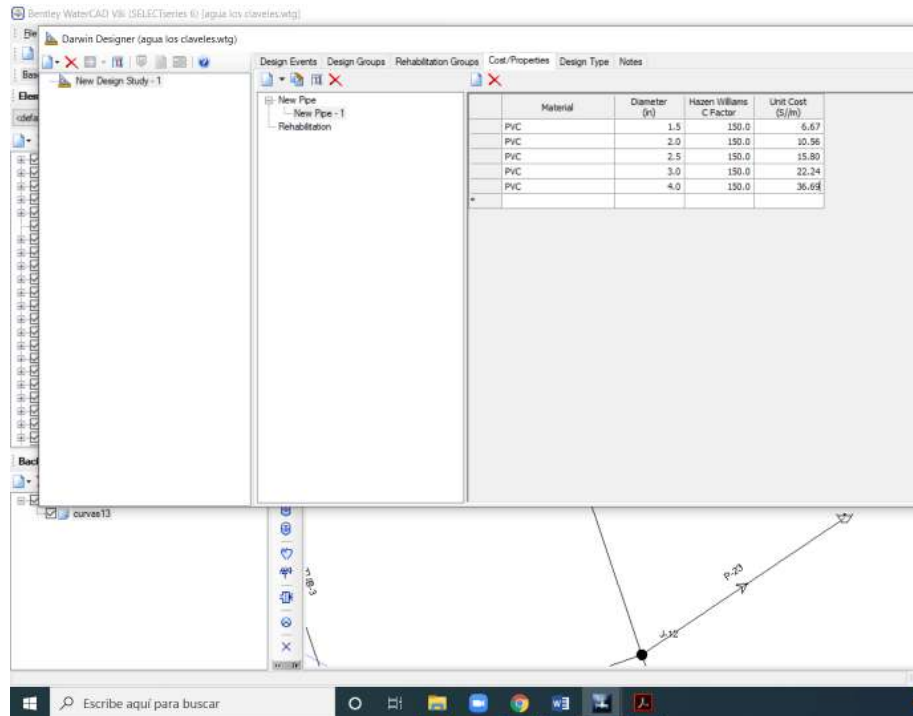
Ingresamos a la pestaña de Cost/Propiedades luego seleccionamos Desing Option Groups en donde ingresamos las características de las tuberías a utilizar y su costo.



**Figura 45.** Pestaña de Cost/Properties

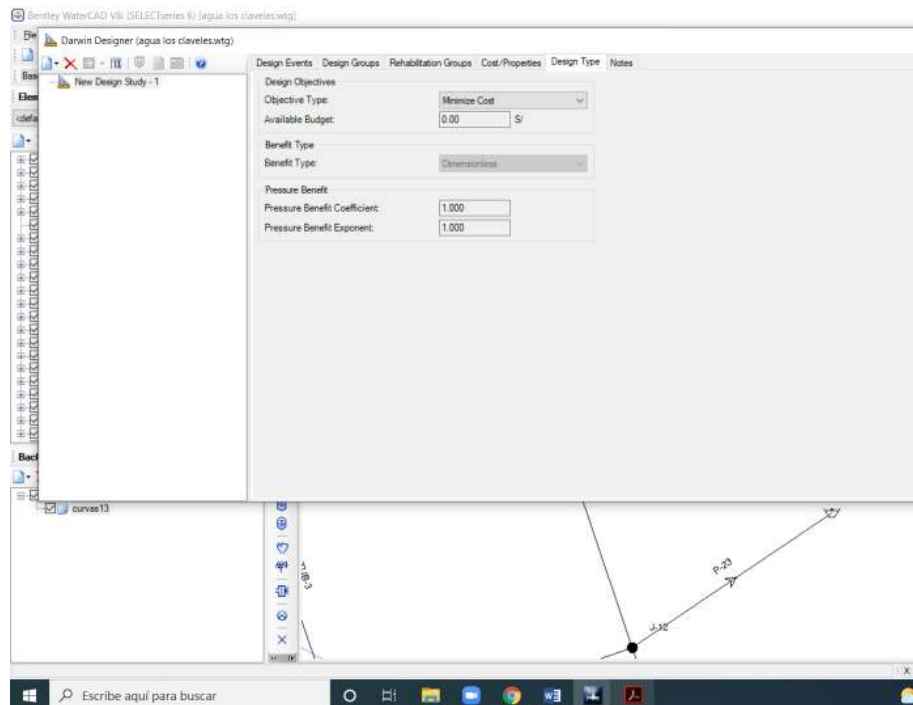


**Figura 46.** Seleccionando Desing Option Groups



**Figura 47.** Ingresando características de tuberías y costos

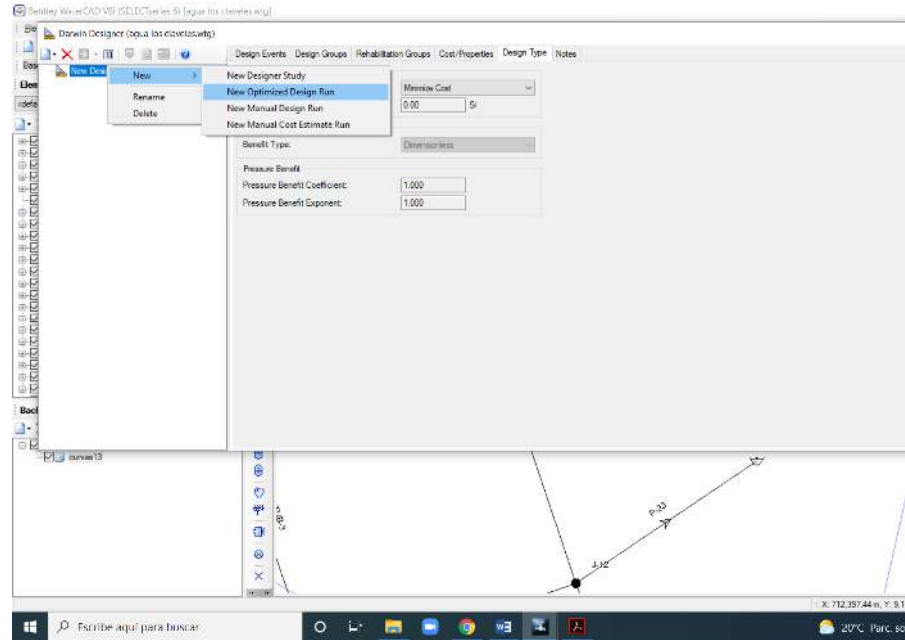
Luego en la pestaña Design Type seleccionamos Minimize Cost.



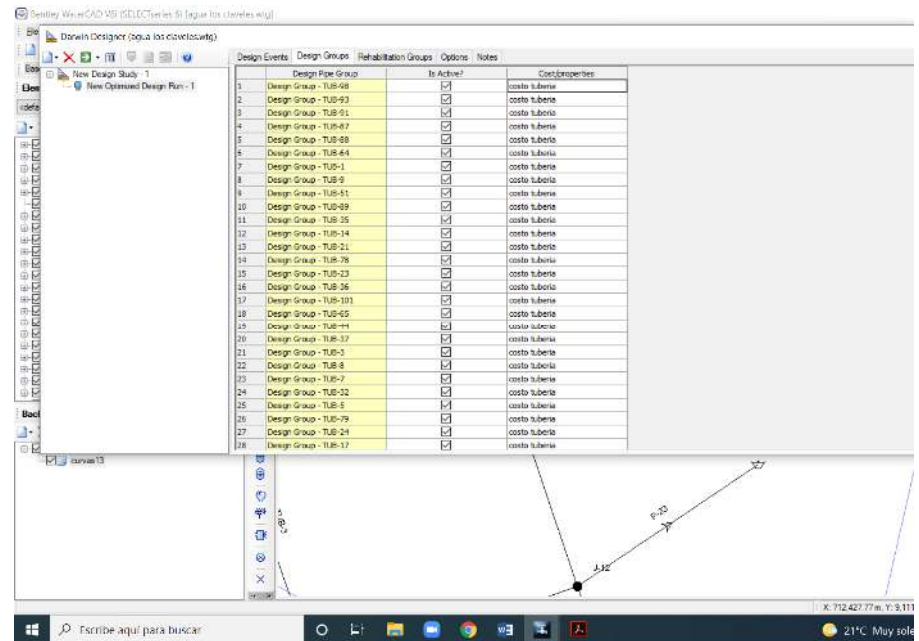
**Figura 48.** Seleccionando la opción de Minimize Cost.



Luego creamos el diseño optimizado de la red teniendo en cuenta las restricciones ingresadas y el criterio de optimización en función de los costos de las tuberías.

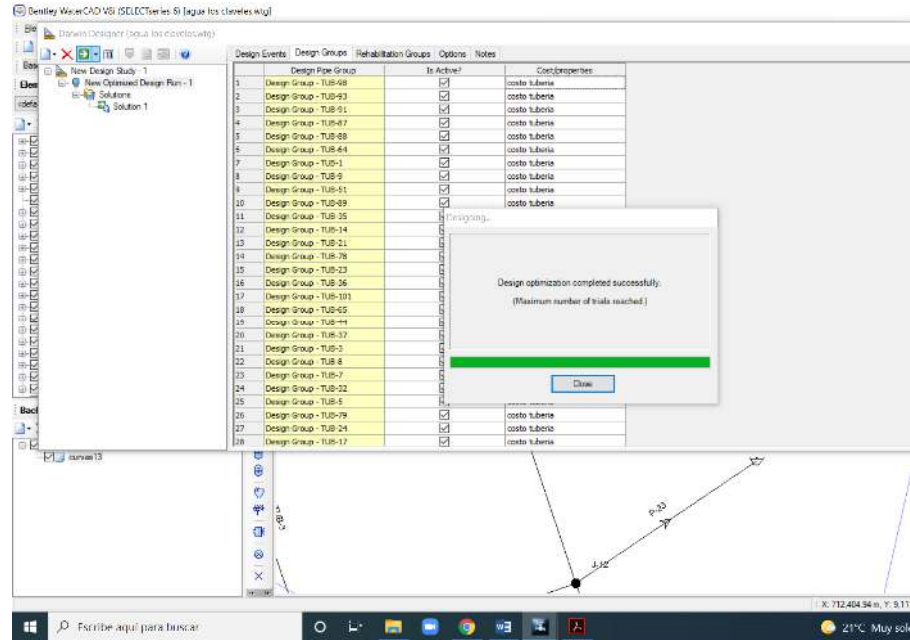


**Figura 49.** Creando nuevo diseño optimizado

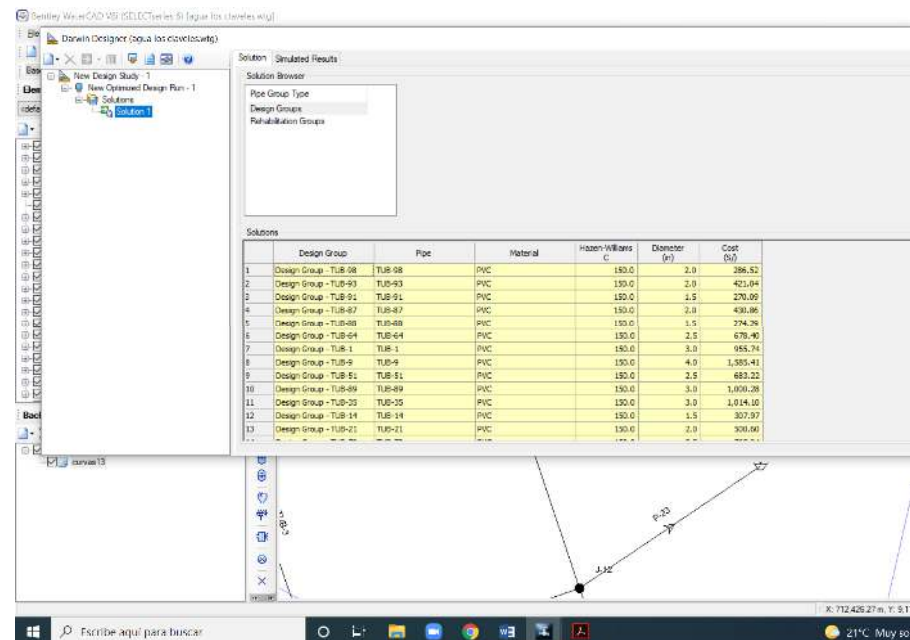


**Figura 50.** Asignando optimización de las tuberías en función del costo

Se procede a ejecutar el diseño obteniendo el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Los claveles.



**Figura 51.** Ejecutando el diseño de la red en el programa Watercad



**Figura 52.** Diseño Optimizado

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos del programa Watercad.

**Tabla 30**

*Reporte de nodos (junction)*

Juction	Elevation(m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Presure (mH2O)
J-1	108.27	0.25	126.06	18
J-4	109.02	0.41	127.23	18
J-5	109.5	0.46	129.97	20
J-8	105.47	0.23	125.82	20
J-9	107.98	0.4	126.04	18
J-12	110.33	0.25	133.39	23
J-18	109.86	0.5	127.54	18
J-21	104.78	0.28	125.83	21
J-24	110.6	0.54	127.62	17
J-29	102.86	0.68	125.71	23
J-30	102.74	0.23	125.71	23
J-32	111.23	0.37	128.07	17
J-35	109.85	0.49	126.8	17
J-37	108.92	0.39	127.15	18
J-38	110.69	0.53	126.92	16
J-41	111.4	0.3	126.91	15
J-42	105.8	0.56	125.87	20
J-43	107.67	0.31	126.03	18
J-44	111.27	0.05	126.85	16
J-45	110.45	0.23	126.84	16
J-46	109.4	0.47	130.65	21
J-48	109.87	0.46	130.91	21
J-49	107.87	0.45	125.97	18
J-50	107.5	0.44	125.98	18
J-51	110.74	0.21	130.69	20

J-52	107.32	0.32	127.23	20
J-53	106.46	0.5	126.66	20
J-54	110.33	0.16	130.57	20
J-55	109.18	0.52	129.79	21
J-56	109.57	0.16	128.82	19
J-57	108.99	0.37	128.37	19
J-58	108.69	0.43	127.39	19
J-59	109.05	0.16	128.52	19
J-60	108.51	0.16	128.45	20
J-61	107.51	0.51	126.98	19
J-62	106.58	0.71	126.43	20
J-63	108.21	0.07	128.48	20
J-64	108.87	0.08	128.49	20
J-65	105.17	0.68	125.95	21
J-66	104.83	0.87	125.97	21
J-67	107.03	0.46	125.99	19
J-68	110.27	0.43	127.66	17
J-69	108.34	0.48	127.58	19
J-70	107.96	0.47	128.16	20
J-71	103.91	0.23	125.76	22
J-72	107.37	0.49	127.29	20
J-73	105.57	0.41	125.93	20
J-74	103.08	0.67	125.76	23
J-75	103.84	0.64	126.45	23
J-76	102.87	0.79	125.5	23
J-77	101.34	0.51	125.6	24

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 31***Reporte de tuberías (pipe)*

Label	Lenght (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen- Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headlos Gradient (m/m)
TUB-98	27	J-29	J-30	2	PVC	150	0.16	0.08	0.0002
TUB-93	40	J-42	J-8	2	PVC	150	0.48	0.237	0.0014
TUB-91	40	J-9	J-43	1.5	PVC	150	0.11	0.093	0.0004
TUB-87	41	J-41	J-44	2	PVC	150	0.49	0.24	0.0015
TUB-88	41	J-38	J-45	1.5	PVC	150	0.26	0.227	0.0018
TUB-64	43	J-41	J-38	2.5	PVC	150	-0.3	0.096	0.0002
TUB-1	43	J-12	J-48	3	PVC	150	10.28	2.255	0.0579
TUB-9	43	J-49	J-50	4	PVC	150	-0.9	0.111	0.0002
TUB-51	43	J-32	J-24	2.5	PVC	150	2.52	0.797	0.0104
TUB-89	45	J-44	J-45	3	PVC	150	0.43	0.095	0.0002
TUB-35	46	J-52	J-53	3	PVC	150	4.5	0.987	0.0125
TUB-14	46	J-54	J-55	1.5	PVC	150	0.85	0.747	0.0168
TUB-21	47	J-56	J-57	2	PVC	150	1.34	0.663	0.0096

TUB-78	48	J-4	J-58	2.5	PVC	150	-1.35	0.425	0.0033
TUB-23	49	J-59	J-60	2	PVC	150	0.5	0.245	0.0015
TUB-36	49	J-61	J-62	2.5	PVC	150	2.62	0.828	0.0112
TUB-101	49	J-63	J-64	2	PVC	150	-0.21	0.104	0.0003
TUB-65	50	J-24	J-18	3	PVC	150	1.45	0.317	0.0015
TUB-44	50	J-65	J-66	4	PVC	150	-1.24	0.153	0.0003
TUB-37	50	J-67	J-62	2	PVC	150	-1.28	0.63	0.0088
TUB-3	50	J-68	J-48	1.5	PVC	150	-1.77	1.551	0.065
TUB-8	50	J-50	J-69	1.5	PVC	150	-1.21	1.058	0.032
TUB-7	50	J-68	J-24	3	PVC	150	1.04	0.227	0.0008
TUB-32	50	J-70	J-61	1.5	PVC	150	1.02	0.897	0.0236
TUB-5	50	J-69	J-58	2.5	PVC	150	1.47	0.465	0.0038
TUB-79	51	J-4	J-1	1.5	PVC	150	1.01	0.889	0.0232
TUB-24	52	J-60	J-63	1.5	PVC	150	-0.14	0.119	0.0006
TUB-17	54	J-59	J-64	2	PVC	150	0.29	0.141	0.0005
TUB-96	54	J-71	J-30	2.5	PVC	150	0.72	0.227	0.001
TUB-50	55	J-49	J-1	1.5	PVC	150	-0.24	0.209	0.0016
TUB-33	56	J-61	J-72	2	PVC	150	-1	0.493	0.0056
TUB-31	56	J-69	J-70	1.5	PVC	150	-0.65	0.574	0.0103
TUB-42	56	J-67	J-50	3	PVC	150	0.41	0.089	0.0001

TUB-19	56	J-55	J-5	4	PVC	150	-4.53	0.558	0.0031
TUB-30	56	J-46	J-48	4	PVC	150	-5.54	0.684	0.0045
TUB-43	57	J-65	J-73	3	PVC	150	0.71	0.155	0.0004
TUB-85	60	J-21	J-71	2	PVC	150	0.44	0.217	0.0012
TUB-15	60	J-54	J-56	2	PVC	150	2.45	1.209	0.0293
TUB-16	60	J-56	J-59	2	PVC	150	0.94	0.465	0.005
TUB-20	60	J-55	J-57	1.5	PVC	150	1.03	0.903	0.0238
TUB-22	61	J-57	J-60	2	PVC	150	-0.47	0.233	0.0014
TUB-34	61	J-72	J-52	4	PVC	150	2.34	0.289	0.0009
TUB-84	62	J-42	J-21	1.5	PVC	150	0.14	0.126	0.0006
TUB-13	63	J-51	J-54	4	PVC	150	3.46	0.427	0.0019
TUB-97	72	J-74	J-29	2.5	PVC	150	0.58	0.182	0.0007
TUB-47	73	J-66	J-74	2.5	PVC	150	1.24	0.392	0.0028
TUB-46	93	J-75	J-76	1.5	PVC	150	0.65	0.568	0.0101
TUB-40	99	J-62	J-66	2	PVC	150	0.91	0.448	0.0047
TUB-39	99	J-53	J-75	4	PVC	150	3.73	0.46	0.0022
TUB-11	99	J-51	J-12	3	PVC	150	-6.85	1.501	0.0272
TUB-41	100	J-67	J-65	2.5	PVC	150	0.41	0.13	0.0004
TUB-49	107	J-49	J-42	2.5	PVC	150	0.69	0.218	0.0009
TUB-6	107	J-68	J-58	1.5	PVC	150	0.3	0.267	0.0025

TUB-29	108	J-46	J-70	2	PVC	150	2.15	1.061	0.023
TUB-4	109	J-48	J-69	2	PVC	150	2.51	1.238	0.0306
TUB-27	110	J-5	J-61	1.5	PVC	150	1.11	0.971	0.0273
TUB-26	111	J-55	J-72	2.5	PVC	150	3.83	1.21	0.0226
TUB-92	112	J-43	J-8	1.5	PVC	150	0.26	0.228	0.0019
TUB-83	112	J-9	J-42	2	PVC	150	0.49	0.242	0.0015
TUB-25	113	J-57	J-52	2.5	PVC	150	2.48	0.783	0.0101
TUB-38	117	J-62	J-53	1.5	PVC	150	-0.27	0.236	0.002
TUB-45	118	J-66	J-75	3	PVC	150	-2.45	0.536	0.004
TUB-99	122	J-30	J-77	2.5	PVC	150	0.65	0.206	0.0009
TUB-48	125	J-65	J-29	1.5	PVC	150	0.26	0.232	0.0019
TUB-90	151	J-45	J-43	1.5	PVC	150	0.46	0.406	0.0054
TUB-71	156	J-38	J-9	1.5	PVC	150	0.47	0.415	0.0056
TUB-100	169	J-76	J-77	1.5	PVC	150	-0.14	0.124	0.0006
P-21	196	J-32	J-41	1.5	PVC	150	0.48	0.424	0.0059
P-22	101	J-12	J-32	2	PVC	150	3.38	1.665	0.053
P-23	34	R-1	J-12	6	PVC	150	20.75	1.138	0.0073
P-24	161	J-24	J-38	2.5	PVC	150	1.57	0.495	0.0043
P-25	124	J-18	J-35	1.5	PVC	150	0.49	0.428	0.006
P-27	57	J-4	J-18	1.5	PVC	150	-0.46	0.406	0.0054



P-28	48	J-21	J-73	2	PVC	150	-0.57	0.283	0.002
P-29	101	J-73	J-50	2	PVC	150	-0.27	0.135	0.0005
P-30	100	J-8	J-71	2.5	PVC	150	0.51	0.16	0.0005
P-31	40	J-1	J-9	2.5	PVC	150	0.52	0.165	0.0006
P-32	45	J-5	J-51	2.5	PVC	150	-3.17	1.002	0.0159
P-34	50	J-46	J-5	2.5	PVC	150	2.92	0.923	0.0137
P-36	85	J-4	J-37	2	PVC	150	0.39	0.19	0.001

Fuente. Elaboración propia

#### 4.1.5. Diseño del sistema de alcantarillado para el sector Los Claveles utilizando el software sewerCAD.

El trazo de la red de alcantarillado se realizó en el eje de las calles que comprenden el sector.

La distancia de separación entre buzones se realizó teniendo en cuenta los diámetros de las tuberías a utilizar de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 32**

*Distancia de separación entre buzones*

Diámetro nominal de la tubería (mm)	Distancia máxima (m)
100 – 150	60
200	80
250 – 300	100
Diámetros mayores	150

Fuente. (OS. 070 Redes de aguas residuales)

Según (OS. 070 Redes de aguas residuales) “El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal de agua potable consumida”

**Tabla 33***Aporte del agua potable al alcantarillado*

<b>Aporte al alcantarillado</b>	
Caudal agua potable	20.7534 l/s
Coefficiente de retorno (C)	0.8
Caudal de aportación	16.6027 l/s

Fuente. Elaboración propia

También se consideró el caudal de infiltración tanto en las tuberías como en los buzones.

**Tabla 34***Caudal de infiltración*

<b>Caudal de infiltración</b>	
Longitud total de la red	6082.89 m
tasa de infiltracion tuberia	0.5 (l/s)km
Qit =	3.0414l/s
Número de buzones	90 und
tasa de infiltracion buzones	380 l/buzon/dia
Qib =	0.3958 l/s
Qi =	3.4373 l/s

Fuente. Elaboración propia

El caudal total del sistema de alcantarillado está dado por el caudal de aportación del agua potable más el caudal de infiltración.

**Tabla 35**

*Caudal del alcantarillado*

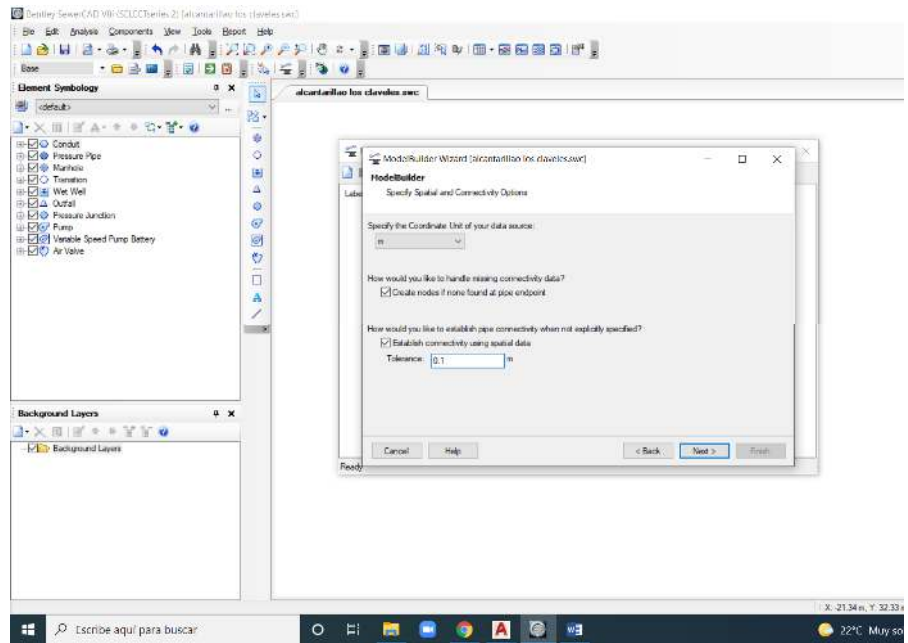
Caudal de aportación del agua potable	16.6027 l/s
Caudal de infiltración	3.4373 l/s
Caudal del alcantarillado	20.0400 l/s

Fuente. Elaboración propia

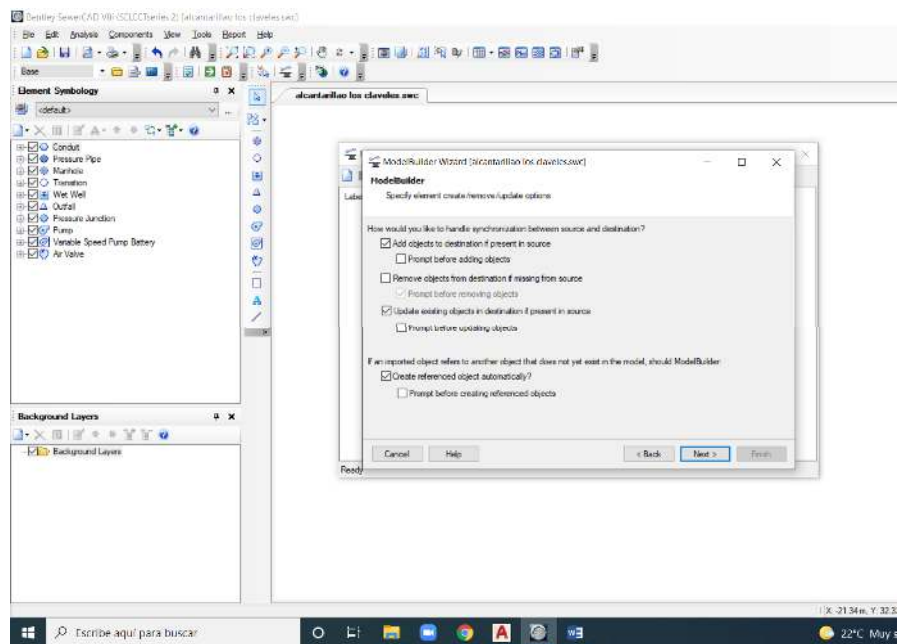
Con los datos calculados anteriormente procedemos el diseño del sistema de alcantarillado en el programa Sewercad.

Ingresamos al programa Sewercad y lo primero que hacemos es configurar las unidades en que se va a realizar el diseño, asignamos las unidades del sistema internacional de medidas (SI) y la tubería a utilizar tubería de PVC.

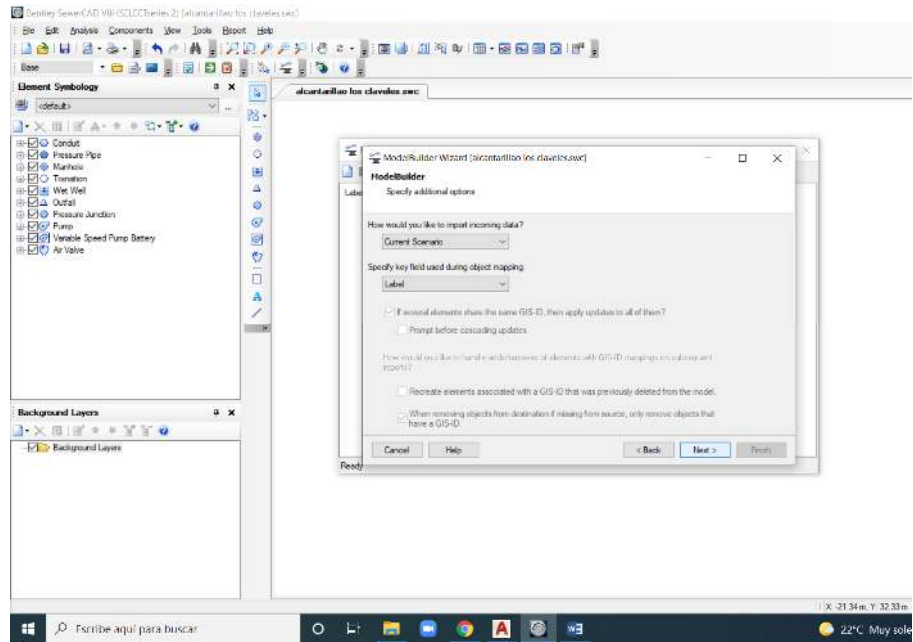
Una vez configurada las unidades se procedió a importar del AutoCAD las tuberías, las cuales previamente se dibujaron en el AutoCAD teniendo en consideración la norma (OS. 070 Redes de aguas residuales) en la que indica que “ En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará una sola tubería principal de preferencia en el eje de la vía vehicular. En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una tubería principal a cada lado de la calzada.” El dibujo en autocad se guarda en formato Dxf para poder importarlo desde el Sewercad mediante el ModelBuilder Wizard



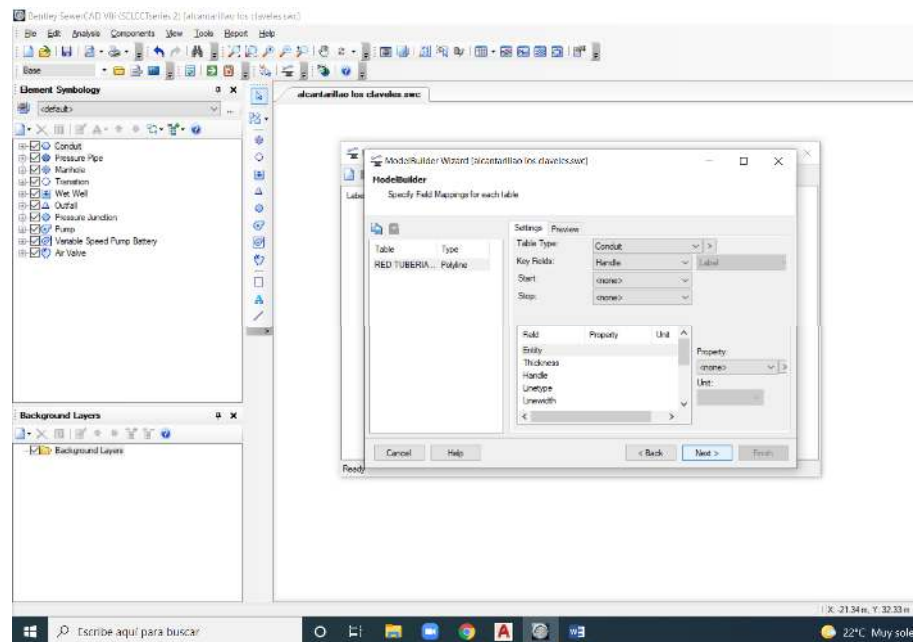
**Figura 53.** Asignando como unidad m a la importación mediante ModelBuilder



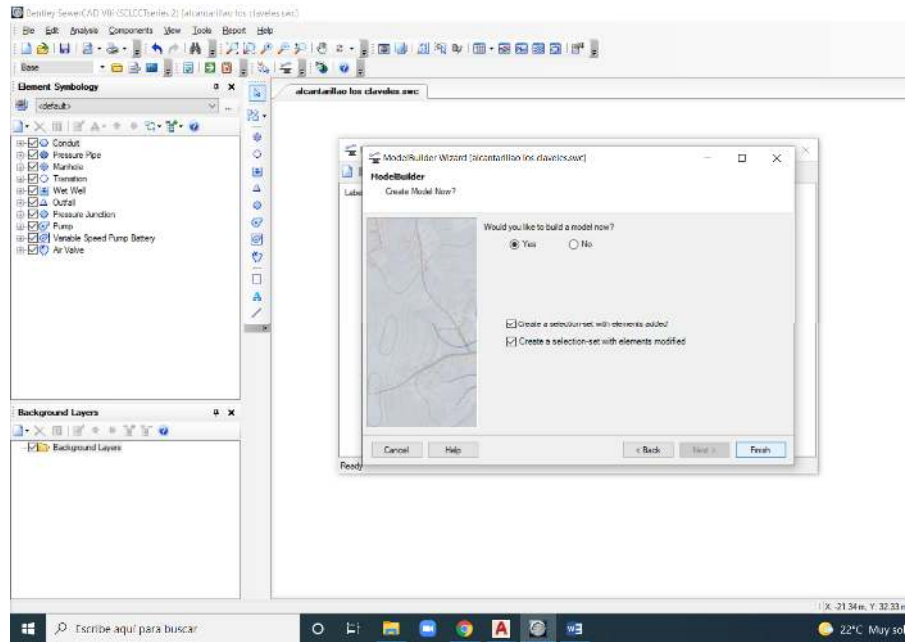
**Figura 54.** Especificando detalles para la importación en el ModelBuilder



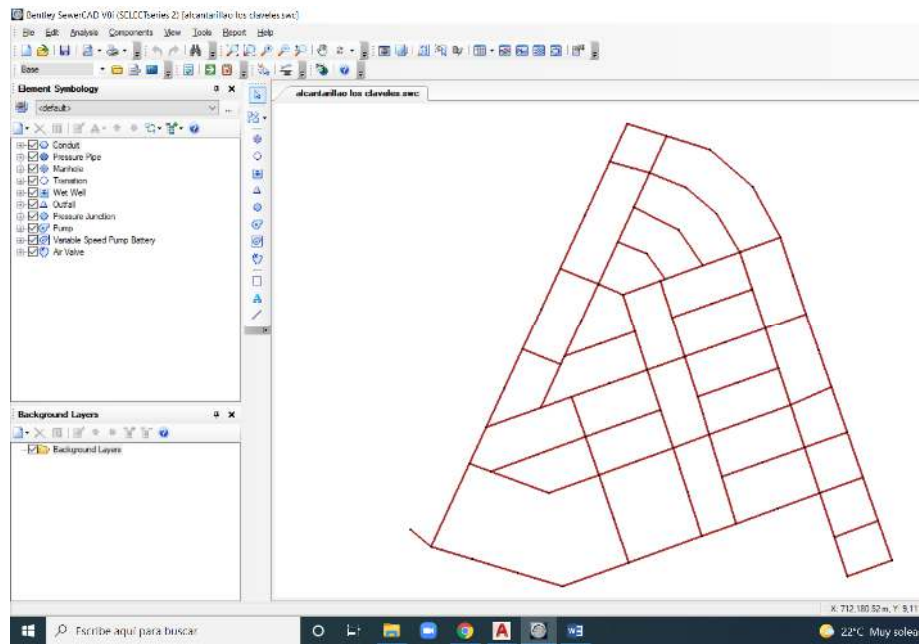
**Figura 55.** Opciones de importación del ModelBuilder



**Figura 56.** Asignando como conductos (tuberías) a los datos a importar por el ModelBuilder

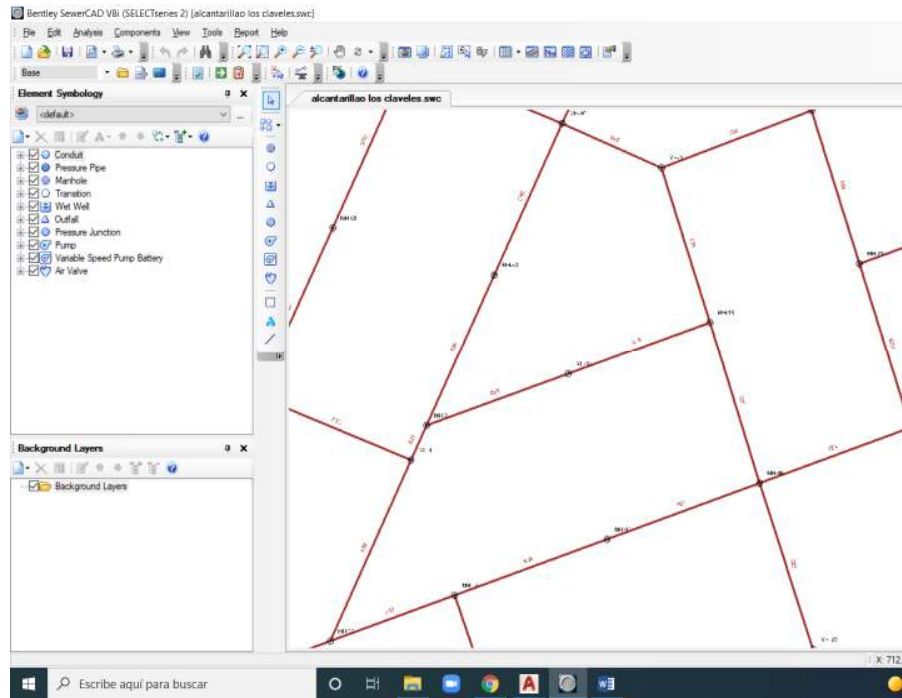


**Figura 57.** Generando el modelo en el Model Builder

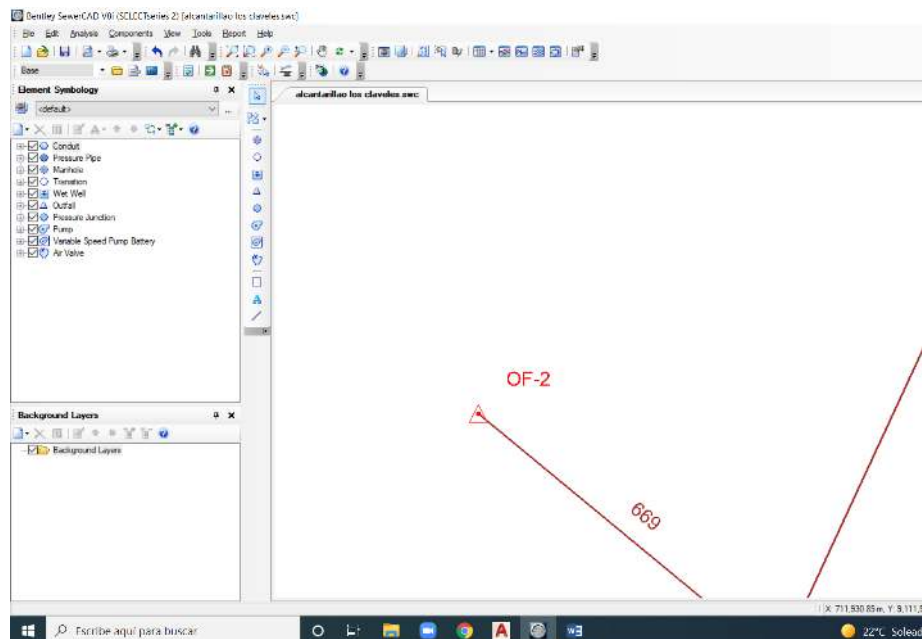


**Figura 58.** Modelo de alcantarillado creado

En el modelo creado a cada línea se asignó como tubería (conduit) y a cada nodo como buzón (manhole) incluso en el final de la red también el programa lo asigno como buzón el cual cambiaremos y lo asignaremos como punto de salida de la red.



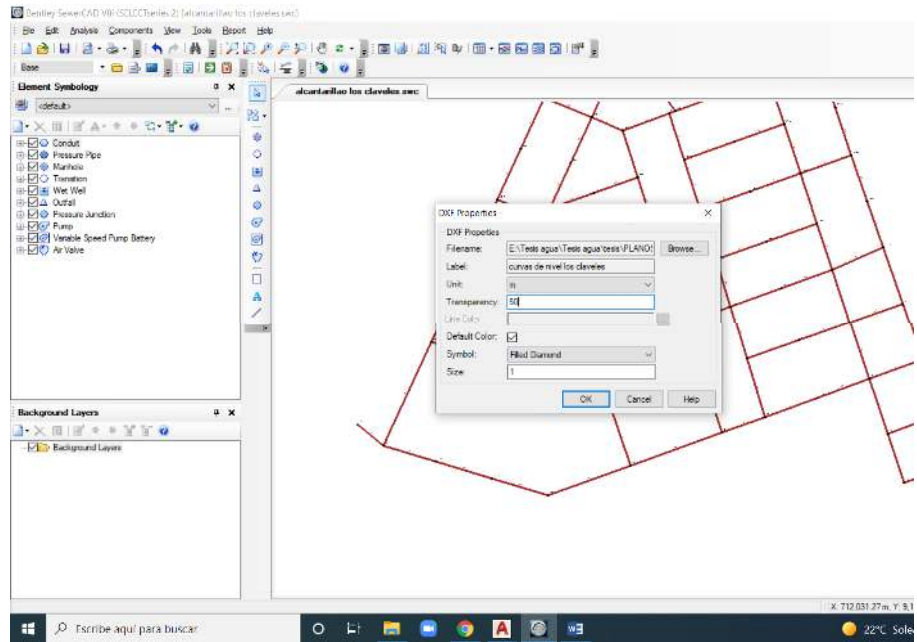
**Figura 59.** Tuberías y buzones asignados en sewerCAD



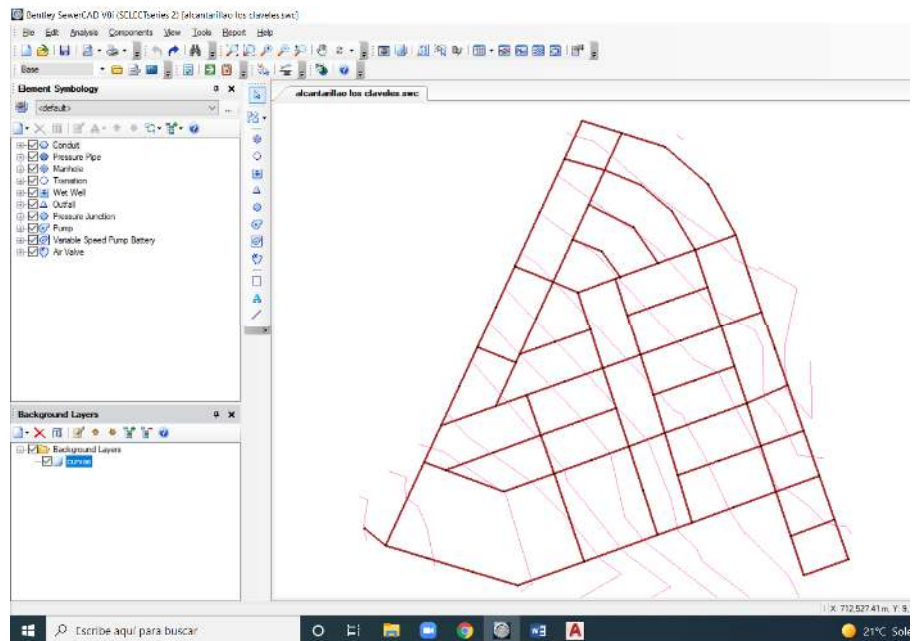
**Figura 60.** Asignando la salida a la red de alcantarillado.

Importamos las curvas de nivel de AutoCAD, para lo cual el archivo de AutoCAD se guardó previamente en formato Dxf. La importación se realiza en la ventana de Background Layers, seleccionamos el archivo de AutoCAD y lo cargamos al sewerCAD configurando la importación a realizar en metros.





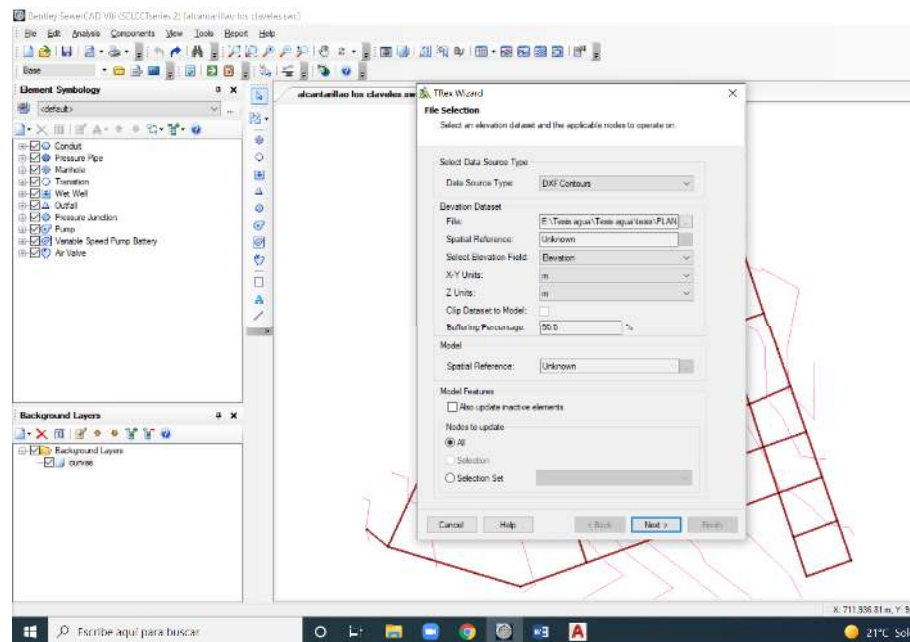
**Figura 61.** configurando características del archivo Dxf a importar



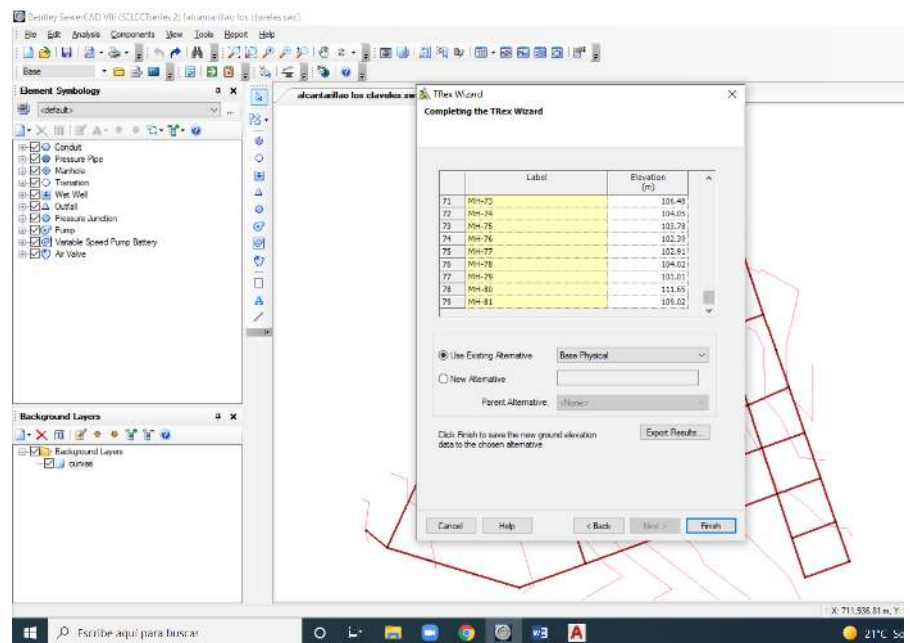
**Figura 62.** Curvas de nivel importadas del AutoCAD a Sewercad

Una vez cargado el archivo en Background Layers se procede a asignar las cotas a la red de agua potable, para lo cual utilizamos el comando TRex Wizard ingresamos a dicho comando donde nos aparece una ventana, seleccionamos el archivo que

contiene las curvas de nivel en formato Dxf, y seleccionamos las opciones de elevación y unidades metro.

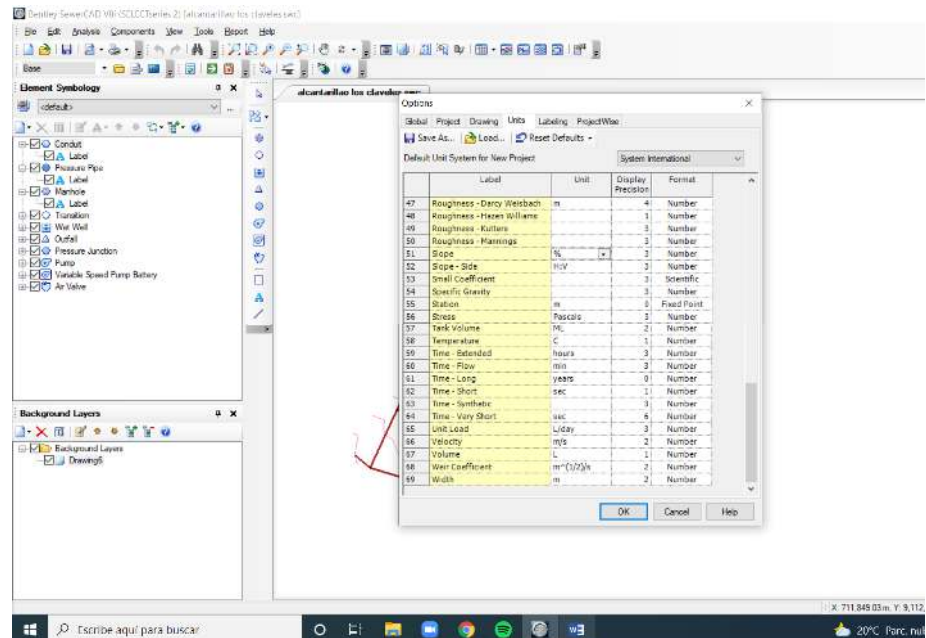


**Figura 63.** Asignando características de elevación en la ventana TRex Wizard

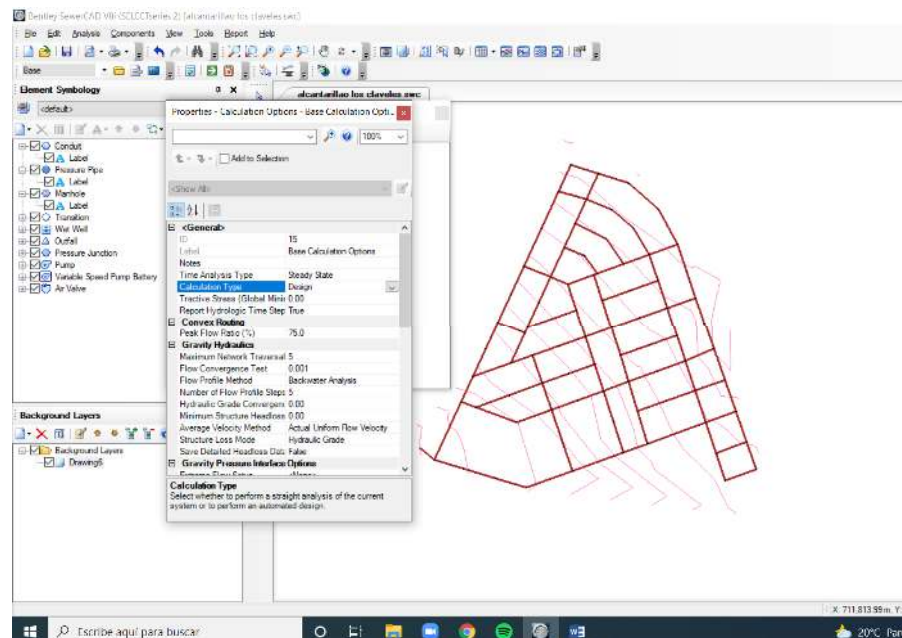


**Figura 64.** Elevaciones asignadas a cada buzón (manhole)

Se configura en opciones que la pendiente se muestre en porcentaje (%), y en opciones de cálculo indicamos que el tipo de cálculo es de diseño.

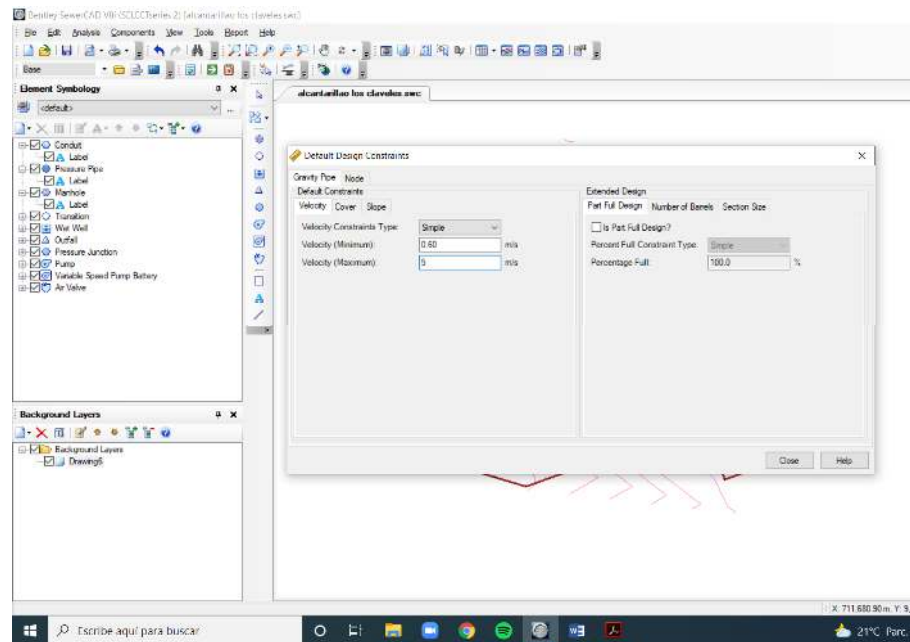


**Figura 65.** Seleccionando en opciones que la pendiente se muestre en porcentaje (%)

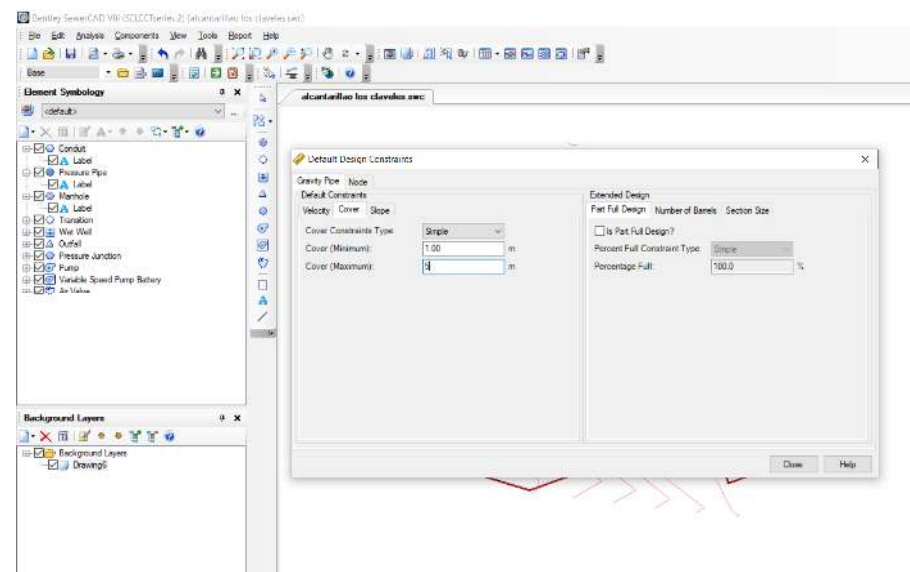


**Figura 66.** Seleccionando diseño en tipo de cálculo

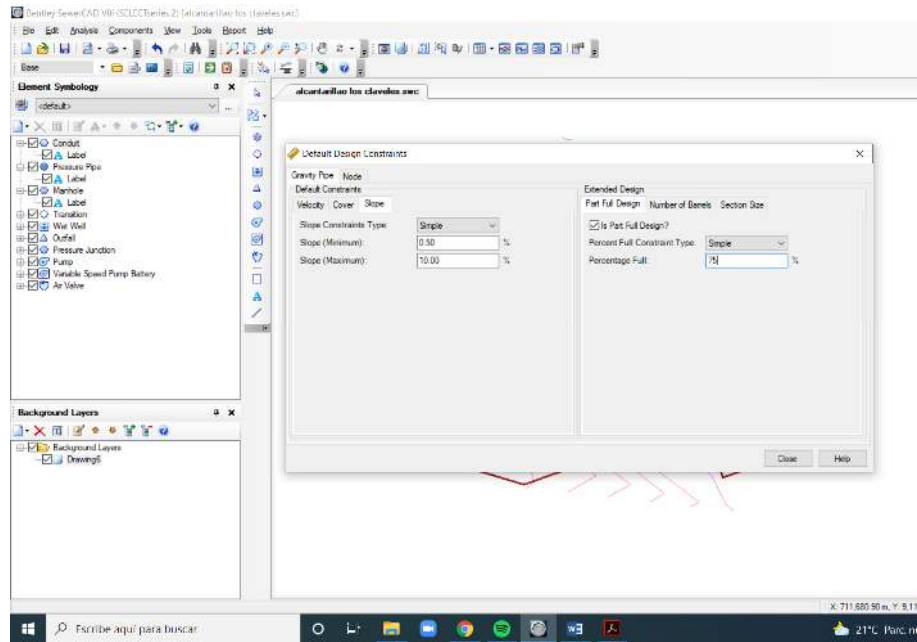
Ingresamos las restricciones al modelo donde le indicamos que la velocidad mínima a considerar en el diseño es de 0.60 m/s y la velocidad máxima es de 5 m/s según (OS. 070 Redes de aguas residuales), así como un recubrimiento mínimo de 1 m y tirante máximo de 75% del diámetro.



**Figura 67.** Restricciones de velocidad



**Figura 68.** Restricciones de recubrimiento



**Figura 69.** Restricción de tirante máximo

Una vez configurado el sewerCAD tanto las unidades, opciones de cálculo y restricciones, procedemos a ingresar los caudales; el caudal de aporte del agua potable lo repartimos proporcionalmente a cada tubería excepto la tubería que conecta la red con la salida, luego asignamos a cada buzón el caudal de la tubería que sale de cada buzón.

**Tabla 36**

*Caudal calculado de cada tubería*

Tubería	Longitud (m)	Caudal (l/s)
TUB-1	6.71	0.0184
TUB-2	12.5	0.0343
TUB-3	28.96	0.0795
TUB-4	0.0000	0.0000
TUB-6	39.62	0.1088
TUB-8	41.45	0.1138
TUB-9	46.33	0.1272
TUB-10	47.24	0.1297

TUB-12	47.85	0.1313
TUB-13	48.46	0.1330
TUB-14	48.46	0.1330
TUB-16	49.38	0.1355
TUB-18	49.3800	0.1355
TUB-19	49.6800	0.1364
TUB-20	49.6800	0.1364
TUB-22	49.9900	0.1372
TUB-23	49.9900	0.1372
TUB-24	50.2900	0.1380
TUB-25	50.2900	0.1380
TUB-26	50.2900	0.1380
TUB-28	50.6000	0.1389
TUB-30	50.6000	0.1389
TUB-31	50.6000	0.1389
TUB-32	50.9000	0.1397
TUB-33	50.9000	0.1397
TUB-34	50.9000	0.1397
TUB-35	50.9000	0.1397
TUB-36	50.9000	0.1397
TUB-37	50.9000	0.1397
TUB-38	51.2100	0.1406
TUB-40	51.5100	0.1414
TUB-42	51.5100	0.1414
TUB-43	51.5100	0.1414
TUB-48	52.7300	0.1447
TUB-49	52.7300	0.1447
TUB-50	53.0400	0.1456
TUB-51	54.2500	0.1489
TUB-56	53.9500	0.1481
TUB-58	54.2500	0.1489
TUB-59	54.2500	0.1489
TUB-60	54.2500	0.1489

TUB-62	54.5600	0.1498
TUB-63	54.5600	0.1498
TUB-64	54.5600	0.1498
TUB-65	54.5600	0.1498
TUB-67	54.8600	0.1506
TUB-68	54.8600	0.1506
TUB-69	55.7800	0.1531
TUB-71	55.4700	0.1523
TUB-73	56.3900	0.1548
TUB-74	56.3900	0.1548
TUB-75	56.6900	0.1556
TUB-77	56.6900	0.1556
TUB-78	56.6900	0.1556
TUB-79	57.0000	0.1565
TUB-81	57.6100	0.1581
TUB-82	59.1300	0.1623
TUB-83	58.8300	0.1615
TUB-84	58.5200	0.1606
TUB-86	58.5200	0.1606
TUB-88	58.8300	0.1615
TUB-89	58.8300	0.1615
TUB-91	59.4400	0.1632
TUB-93	59.1300	0.1623
TUB-94	59.7400	0.1640
TUB-95	59.7400	0.1640
TUB-97	59.7400	0.1640
TUB-99	59.4400	0.1632
TUB-101	42.6700	0.1171
TUB-106	44.8100	0.1230
CO-1	49.6800	0.1364
CO-2	53.6400	0.1472
CO-3	53.9500	0.1481
CO-4	49.0700	0.1347

CO-6	51.5100	0.1414
CO-7	50.6000	0.1389
CO-10	54.2500	0.1489
CO-11	59.1300	0.1623
CO-12	55.7800	0.1531
CO-15	53.3400	0.1464
CO-16	49.3800	0.1355
CO-17	57.6100	0.1581
CO-18	51.5100	0.1414
CO-19	53.6400	0.1472
CO-20	58.5200	0.1606
CO-22	53.3400	0.1464
CO-24	57.6100	0.1581
CO-25	59.1300	0.1623
CO-26	59.1300	0.1623
CO-27	54.5600	0.1498
CO-28	58.5200	0.1606
CO-29	34.1400	0.0937
CO-30	47.2400	0.1297
CO-31	50.6000	0.1389
CO-32	59.1300	0.1623
CO-33	58.8300	0.1615
CO-35	39.9300	0.1096
CO-36	52.1200	0.1431
CO-37	52.4300	0.1439
CO-38	52.7300	0.1447
CO-39	52.4300	0.1439
TUB-112	45.4200	0.1247
TUB-113	53.0400	0.1456
TUB-114	41.4500	0.1138
TUB-115	47.5500	0.1305
TUB-116	58.5200	0.1606
TUB-117	57.3000	0.1573



TUB-118	39.3200	0.1079
TUB-119	39.0100	0.1071
TUB-120	35.3600	0.0971
TUB-121	38.1000	0.1046
TUB-122	46.6300	0.1280
TUB-123	57.9100	0.1590
TUB-124	43.2800	0.1188
TUB-125	42.0600	0.1154
TUB-126	32.6100	0.0895
TUB-127	35.0500	0.0962
TUB-128	46.9400	0.1288
TUB-129	39.0100	0.1071
TUB-130	28.6500	0.0786
TUB-131	35.0500	0.0962
TOTAL	6048.7200	16.6027

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 37**

*Caudal asignado a cada buzón*

Buzón	Tubería que sale del buzón	Caudal asignado al buzón (l/s)
BZ-52	TUB-1	0.0184
BZ-49	TUB-26	0.1380
BZ-21	TUB-2	0.0343
BZ-19	TUB-95	0.1640
BZ-5	TUB-3	0.0795
BZ-4	TUB-116	0.1606
BZ-1	TUB-4	0.0000
BZ-40	TUB-20	0.1364
BZ-37	TUB-34	0.1397
BZ-56	TUB-6	0.1088
BZ-50	TUB-88	0.1615

BZ-14	TUB-120	0.0971
BZ-17	TUB-8	0.1138
BZ-30	TUB-9	0.1272
BZ-23	TUB-112	0.1247
BZ-28	TUB-10	0.1297
BZ-35	TUB-42	0.1414
BZ-63	TUB-13	0.1330
BZ-71	TUB-12	0.1313
BZ-26	TUB-25	0.1380
BZ-33	TUB-14	0.1330
BZ-45	TUB-49	0.1447
BZ-57	TUB-16	0.1355
BZ-58	TUB-68	0.1506
BZ-66	TUB-62	0.1498
BZ-70	TUB-18	0.1355
BZ-75	TUB-75	0.1556
BZ-68	TUB-19	0.1364
BZ-62	TUB-32	0.1397
BZ-65	TUB-48	0.1447
BZ-74	TUB-22	0.1372
BZ-36	TUB-23	0.1372
BZ-13	TUB-126	0.0895
BZ-18	TUB-24	0.1380
BZ-73	TUB-79	0.1565
BZ-15	TUB-124	0.1188
BZ-20	TUB-28	0.1389
BZ-27	TUB-37	0.1397
BZ-32	TUB-35	0.1397
BZ-42	TUB-30	0.1389
BZ-8	TUB-31	0.1389
BZ-29	TUB-33	0.1397
BZ-22	TUB-36	0.1397
BZ-78	TUB-38	0.1406

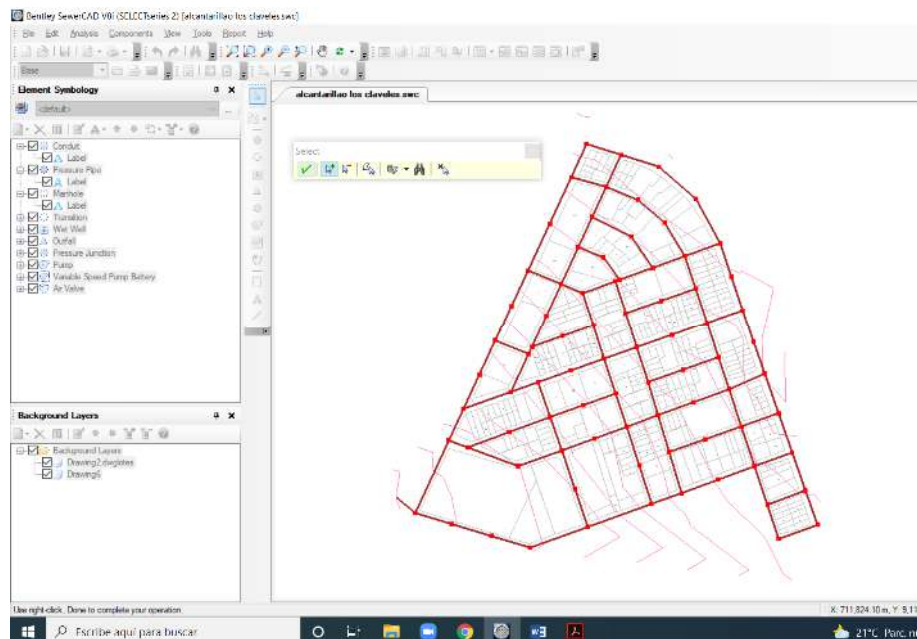
BZ-72	TUB-40	0.1414
BZ-76	TUB-65	0.1498
BZ-39	TUB-43	0.1414
BZ-44	TUB-89	0.1615
BZ-34	TUB-77	0.1556
BZ-16	TUB-63	0.1498
BZ-77	TUB-50	0.1456
BZ-67	TUB-122	0.1280
BZ-61	TUB-58	0.1489
BZ-54	TUB-82	0.1623
BZ-47	TUB-51	0.1489
BZ-59	TUB-56	0.1481
BZ-53	TUB-59	0.1489
BZ-46	TUB-60	0.1489
BZ-12	TUB-64	0.1498
BZ-64	TUB-99	0.1632
BZ-43	TUB-67	0.1506
BZ-2	TUB-69	0.1531
BZ-41	TUB-71	0.1523
BZ-55	TUB-97	0.1640
BZ-31	TUB-130	0.0786
BZ-48	TUB-73	0.1548
BZ-38	TUB-74	0.1548
BZ-24	TUB-78	0.1556
BZ-69	TUB-94	0.1640
BZ-80	TUB-81	0.1581
BZ-60	TUB-83	0.1615
BZ-25	TUB-84	0.1606
BZ-11	TUB-86	0.1606
BZ-9	TUB-114	0.1138
BZ-3	TUB-93	0.1623
BZ-6	TUB-91	0.1632
BZ-10	TUB-101	0.1171

BZ-7	TUB-118	0.1079
BZ-79	TUB-128	0.1288
BZ-51	TUB-106	0.1230
MH-83	CO-1	0.1364
MH-84	CO-2	0.1472
MH-85	CO-3	0.1481
MH-86	CO-4	0.1347
MH-89	CO-6	0.1414
MH-90	CO-7	0.1389
MH-95	CO-10	0.1489
MH-96	CO-11	0.1623
MH-97	CO-12	0.1531
MH-102	CO-15	0.1464
MH-103	CO-16	0.1355
MH-105	CO-17	0.1581
MH-106	CO-18	0.1414
MH-107	CO-19	0.1472
MH-108	CO-20	0.1606
MH-111	CO-22	0.1464
MH-114	CO-24	0.1581
MH-115	CO-25	0.1623
MH-116	CO-26	0.1623
MH-117	CO-27	0.1498
MH-118	CO-28	0.1606
MH-119	CO-29	0.0937
MH-120	CO-30	0.1297
MH-121	CO-31	0.1389
MH-122	CO-32	0.1623
MH-123	CO-33	0.1615
MH-126	CO-35	0.1096
MH-127	CO-36	0.1431
MH-128	CO-37	0.1439
MH-129	CO-38	0.1447

MH-130	CO-39	0.1439
BZ-81	TUB-113	0.1456
BZ-82	TUB-115	0.1305
BZ-86	TUB-117	0.1573
BZ-87	TUB-119	0.1071
BZ-89	TUB-121	0.1046
BZ-90	TUB-123	0.1590
BZ-91	TUB-125	0.1154
BZ-92	TUB-127	0.0962
BZ-93	TUB-129	0.1071
BZ-95	TUB-131	0.0962
Total		16.6027

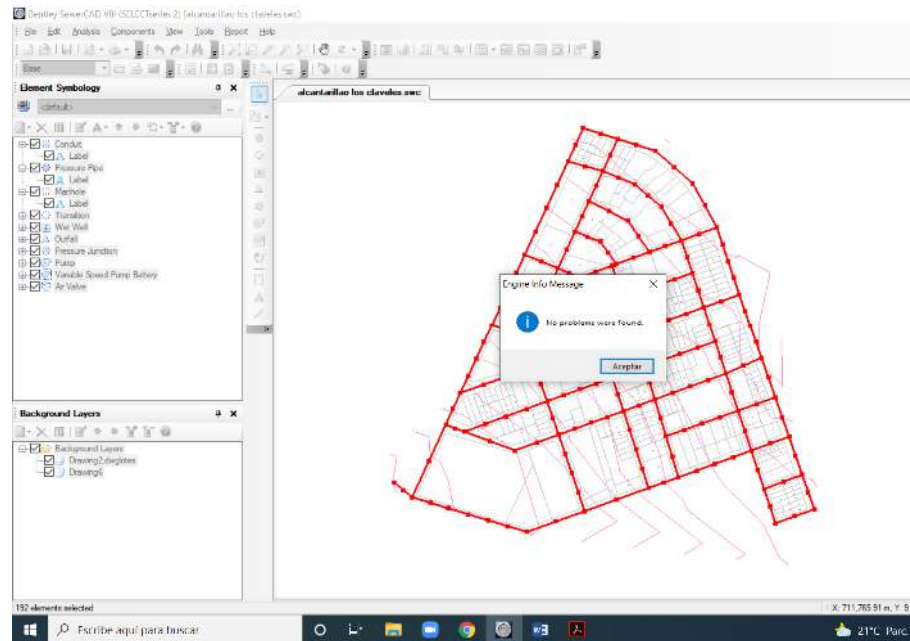
Fuente. Elaboración propia

Los caudales asignados a cada buzón los ingresamos al programa sewercad mediante el comando Sanitary Load Control Center en el cual seleccionamos todos los buzones y en la ventana que aparece ingresamos los caudales a cada buzón (manhole).

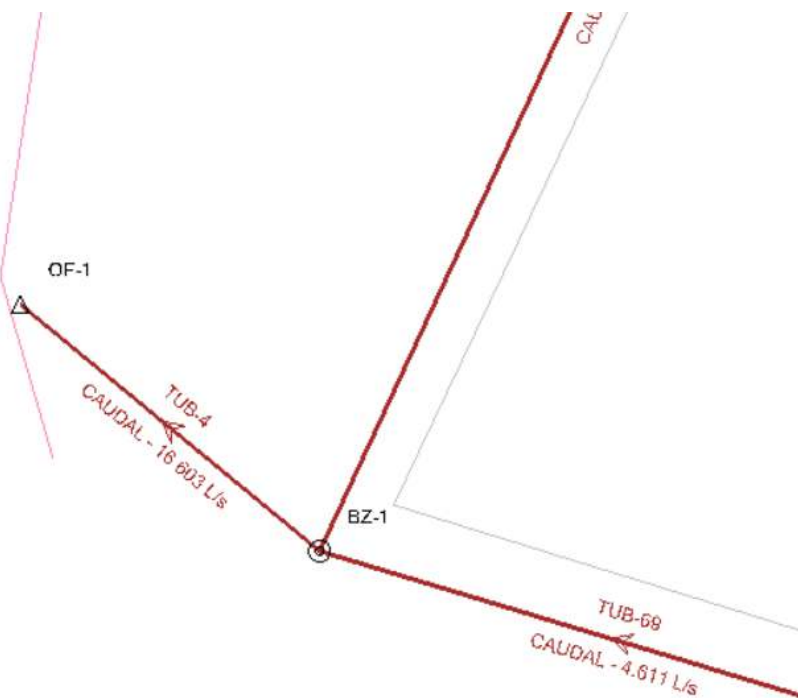


**Figura 70.** Seleccionando buzones para asignación de caudales

Ingresado los caudales a cada buzón ejecutamos el programa y verificamos que el caudal al final de la red coincida con nuestro caudal calculado.



**Figura 71.** Ejecutando el programa con caudales de aportación del agua potable



**Figura 72.** Verificamos que el caudal al final de la red es igual al caudal calculado

Ingresamos al programa los caudales de infiltración tanto de las tuberías como de los buzones; para las tuberías la tasa de infiltración es 0.5 (l/s) km y para los buzones la tasa de infiltración es 380 l/buzón/día.

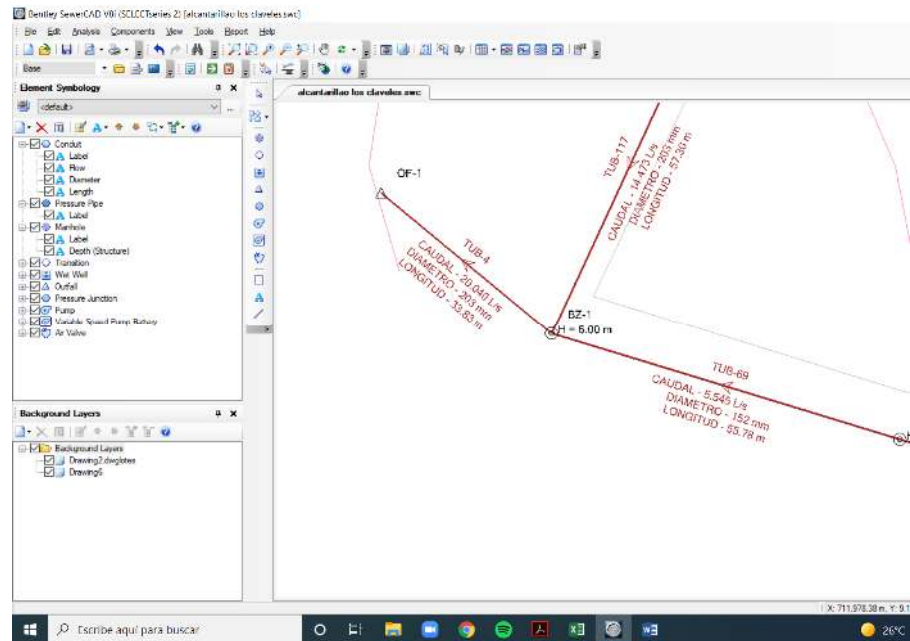
Conduit ID	Conduit Type	Conduit Shape	Material	Manning's n	Section Size (Catalog Conduit)	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (l/s)	Infiltration Load Type	Infiltration Loading Unit	Infiltration Rate per 1000m (l/s)	Rise (mm)
248: CO-1	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	49.88	0.361	Link Length	km	0.360	
251: CO-2	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	53.64	0.274	Link Length	km	0.360	
252: CO-3	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	53.95	0.279	Link Length	km	0.360	
252: CO-4	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	49.07	0.259	Link Length	km	0.360	
265: CO-5	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	55.11	0.267	Link Length	km	0.360	
262: CO-7	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	50.00	0.264	Link Length	km	0.360	
276: CO-15	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	54.25	0.276	Link Length	km	0.360	
272: CO-11	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	60.86	0.267	Link Length	km	0.360	
274: CO-12	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	55.97	0.260	Link Length	km	0.360	
282: CO-13	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	53.24	0.273	Link Length	km	0.360	
284: CO-15	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	49.36	0.256	Link Length	km	0.360	
287: CO-17	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	37.61	0.187	Link Length	km	0.360	
288: CO-18	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	31.21	0.167	Link Length	km	0.360	
291: CO-19	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	33.64	0.174	Link Length	km	0.360	
293: CO-20	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	38.52	0.196	Link Length	km	0.360	
298: CO-22	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	53.34	0.273	Link Length	km	0.360	
202: CO-24	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	36.63	0.184	Link Length	km	0.360	
305: CO-25	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	60.05	0.216	Link Length	km	0.360	
307: CO-26	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	38.12	0.192	Link Length	km	0.360	
308: CO-27	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	55.78	0.281	Link Length	km	0.360	
311: CO-28	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.013	6 inch	152	38.52	0.190	Link Length	km	0.360	
312: CO-29	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	34.14	0.111	Link Length	km	0.360	
315: CO-30	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	47.24	0.183	Link Length	km	0.360	
317: CO-31	Catalog Conduit	Circular Pipe	PVC	0.012	6 inch	152	30.01	0.164	Link Length	km	0.360	

Figura 73. Asignando caudal de infiltración a las tuberías

Manhole ID	Label	Inflow Type	Fixed Load (l/day)
63	150 B2-15	Fixed Load	380.000
64	151 B2-15	Fixed Load	380.000
65	152 B2-11	Fixed Load	380.000
66	154 B2-48	Fixed Load	380.000
67	157 B2-38	Fixed Load	380.000
68	162 B2-24	Fixed Load	380.000
69	166 B2-69	Fixed Load	380.000
70	168 B2-80	Fixed Load	380.000
71	170 B2-40	Fixed Load	380.000
72	173 B2-35	Fixed Load	380.000
73	176 B2-11	Fixed Load	380.000
74	177 B2-3	Fixed Load	380.000
75	183 B2-3	Fixed Load	380.000
76	184 B2-5	Fixed Load	380.000
77	194 B2-10	Fixed Load	380.000
78	197 B2-7	Fixed Load	380.000
79	199 B2-79	Fixed Load	380.000
80	203 B2-51	Fixed Load	380.000

Figura 74. Asignando caudal de infiltración a los buzones

Volvemos a ejecutar el programa y verificamos que el caudal total del alcantarillado calculado es igual al caudal ejecutado por el programa.



**Figura 75.** Verificamos que el caudal ejecutado por el programa es igual al caudal total calculado

Según la norma (OS. 070 Redes de aguas residuales) establece que “El valor mínimo del caudal a considerar será de 1,5 L/s” por lo tanto a nuestras velocidades menores que 1.5 L/s se le asigna el valor de 1.5 L/s; los nuevos caudales se les asigna a los buzones del que sale cada tubería.

**Tabla 38**

*Asignando caudal mínimo de 1.5 L/s a las tuberías*

Tubería	Caudal (L/s)	Caudal Asignando (L/s)
TUB-1	1.696	1.696
TUB-2	2.181	2.181
TUB-3	4.445	4.445
TUB-4	20.04	20.04



TUB-6	0.133	1.5
TUB-8	4.755	4.755
TUB-9	3.572	3.572
TUB-10	0.311	1.5
TUB-12	0.688	1.5
TUB-13	1.047	1.5
TUB-14	2.075	2.075
TUB-16	0.339	1.5
TUB-18	0.325	1.5
TUB-19	1.18	1.5
TUB-20	2.03	2.03
TUB-22	0.167	1.5
TUB-23	0.696	1.5
TUB-24	2.752	2.752
TUB-25	2.585	2.585
TUB-26	1.864	1.864
TUB-28	0.333	1.5
TUB-30	2.076	2.076
TUB-31	9.644	9.644
TUB-32	1.541	1.541
TUB-33	1.825	1.825
TUB-34	1.656	1.656
TUB-35	4.446	4.446
TUB-36	4.616	4.616
TUB-37	0.343	1.5
TUB-38	0.362	1.5
TUB-40	0.339	1.5
TUB-42	2.201	2.201
TUB-43	0.363	1.5
TUB-48	0.337	1.5
TUB-49	0.689	1.5
TUB-50	0.347	1.5
TUB-51	0.18	1.5

TUB-56	0.355	1.5
TUB-58	1.037	1.5
TUB-59	1.218	1.5
TUB-60	0.356	1.5
TUB-62	0.52	1.5
TUB-63	1.913	1.913
TUB-64	2.094	2.094
TUB-65	0.661	1.5
TUB-67	1.217	1.5
TUB-68	1.034	1.5
TUB-69	5.545	5.545
TUB-71	0.365	1.5
TUB-73	2.472	2.472
TUB-74	2.66	2.66
TUB-75	0.513	1.5
TUB-77	1.373	1.5
TUB-78	1.561	1.561
TUB-79	0.354	1.5
TUB-81	0.191	1.5
TUB-82	0.377	1.5
TUB-83	0.962	1.5
TUB-84	0.384	1.5
TUB-86	0.384	1.5
TUB-88	1.375	1.5
TUB-89	0.751	1.5
TUB-91	5.164	5.164
TUB-93	5.36	5.36
TUB-94	0.39	1.5
TUB-95	2.379	2.379
TUB-97	0.572	1.5
TUB-99	0.197	1.5
TUB-101	0.935	1.5
TUB-106	1.016	1.5

CO-1	0.161	1.5
CO-2	0.174	1.5
CO-3	0.175	1.5
CO-4	0.159	1.5
CO-6	0.167	1.5
CO-7	0.164	1.5
CO-10	0.176	1.5
CO-11	0.192	1.5
CO-12	0.181	1.5
CO-15	0.173	1.5
CO-16	0.16	1.5
CO-17	0.187	1.5
CO-18	0.167	1.5
CO-19	0.174	1.5
CO-20	0.19	1.5
CO-22	0.173	1.5
CO-24	0.187	1.5
CO-25	0.192	1.5
CO-26	0.192	1.5
CO-27	0.177	1.5
CO-28	0.19	1.5
CO-29	0.111	1.5
CO-30	0.153	1.5
CO-31	0.164	1.5
CO-32	0.192	1.5
CO-33	0.191	1.5
CO-35	0.13	1.5
CO-36	0.169	1.5
CO-37	0.17	1.5
CO-38	0.171	1.5
CO-39	0.17	1.5
TUB-112	4.108	4.108
TUB-113	4.285	4.285

TUB-114	4.808	4.808
TUB-115	4.966	4.966
TUB-116	14.283	14.283
TUB-117	14.473	14.473
TUB-118	3.28	3.28
TUB-119	3.411	3.411
TUB-120	7.253	7.253
TUB-121	7.381	7.381
TUB-122	0.673	1.5
TUB-123	0.866	1.5
TUB-124	0.652	1.5
TUB-125	0.793	1.5
TUB-126	3.03	3.03
TUB-127	3.148	3.148
TUB-128	0.349	1.5
TUB-129	0.48	1.5
TUB-130	0.64	1.5
TUB-131	0.758	1.5

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 39**

*Asignando caudal mínimo de 1.5 L/s a los buzones*

Buzón	Tubería que sale del buzón	Caudal asignado (L/s)
BZ-52	TUB-1	1.696
BZ-49	TUB-26	1.864
BZ-21	TUB-2	2.181
BZ-19	TUB-95	2.379
BZ-5	TUB-3	4.445
BZ-4	TUB-116	14.283
BZ-1	TUB-4	20.04
BZ-40	TUB-20	2.03

BZ-37	TUB-34	1.656
BZ-56	TUB-6	1.5
BZ-50	TUB-88	1.5
BZ-14	TUB-120	7.253
BZ-17	TUB-8	4.755
BZ-30	TUB-9	3.572
BZ-23	TUB-112	4.108
BZ-28	TUB-10	1.5
BZ-35	TUB-42	2.201
BZ-63	TUB-13	1.5
BZ-71	TUB-12	1.5
BZ-26	TUB-25	2.585
BZ-33	TUB-14	2.075
BZ-45	TUB-49	1.5
BZ-57	TUB-16	1.5
BZ-58	TUB-68	1.5
BZ-66	TUB-62	1.5
BZ-70	TUB-18	1.5
BZ-75	TUB-75	1.5
BZ-68	TUB-19	1.5
BZ-62	TUB-32	1.541
BZ-65	TUB-48	1.5
BZ-74	TUB-22	1.5
BZ-36	TUB-23	1.5
BZ-13	TUB-126	3.03
BZ-18	TUB-24	2.752
BZ-73	TUB-79	1.5
BZ-15	TUB-124	1.5
BZ-20	TUB-28	1.5
BZ-27	TUB-37	1.5
BZ-32	TUB-35	4.446
BZ-42	TUB-30	2.076
BZ-8	TUB-31	9.644

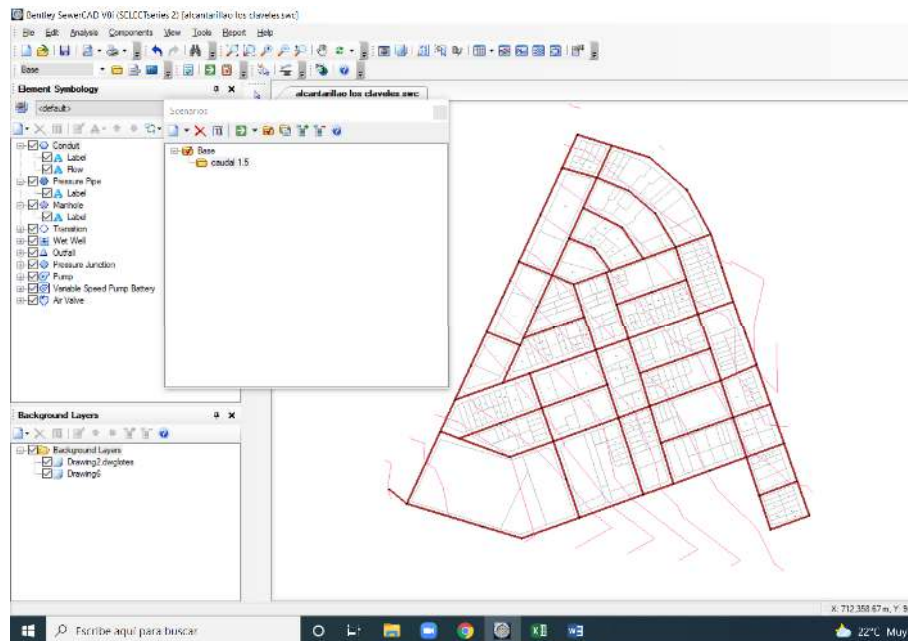
BZ-29	TUB-33	1.825
BZ-22	TUB-36	4.616
BZ-78	TUB-38	1.5
BZ-72	TUB-40	1.5
BZ-76	TUB-65	1.5
BZ-39	TUB-43	1.5
BZ-44	TUB-89	1.5
BZ-34	TUB-77	1.5
BZ-16	TUB-63	1.913
BZ-77	TUB-50	1.5
BZ-67	TUB-122	1.5
BZ-61	TUB-58	1.5
BZ-54	TUB-82	1.5
BZ-47	TUB-51	1.5
BZ-59	TUB-56	1.5
BZ-53	TUB-59	1.5
BZ-46	TUB-60	1.5
BZ-12	TUB-64	2.094
BZ-64	TUB-99	1.5
BZ-43	TUB-67	1.5
BZ-2	TUB-69	5.545
BZ-41	TUB-71	1.5
BZ-55	TUB-97	1.5
BZ-31	TUB-130	1.5
BZ-48	TUB-73	2.472
BZ-38	TUB-74	2.66
BZ-24	TUB-78	1.561
BZ-69	TUB-94	1.5
BZ-80	TUB-81	1.5
BZ-60	TUB-83	1.5
BZ-25	TUB-84	1.5
BZ-11	TUB-86	1.5
BZ-9	TUB-114	4.808

BZ-3	TUB-93	5.36
BZ-6	TUB-91	5.164
BZ-10	TUB-101	1.5
BZ-7	TUB-118	3.28
BZ-79	TUB-128	1.5
BZ-51	TUB-106	1.5
MH-83	CO-1	1.5
MH-84	CO-2	1.5
MH-85	CO-3	1.5
MH-86	CO-4	1.5
MH-89	CO-6	1.5
MH-90	CO-7	1.5
MH-95	CO-10	1.5
MH-96	CO-11	1.5
MH-97	CO-12	1.5
MH-102	CO-15	1.5
MH-103	CO-16	1.5
MH-105	CO-17	1.5
MH-106	CO-18	1.5
MH-107	CO-19	1.5
MH-108	CO-20	1.5
MH-111	CO-22	1.5
MH-114	CO-24	1.5
MH-115	CO-25	1.5
MH-116	CO-26	1.5
MH-117	CO-27	1.5
MH-118	CO-28	1.5
MH-119	CO-29	1.5
MH-120	CO-30	1.5
MH-121	CO-31	1.5
MH-122	CO-32	1.5
MH-123	CO-33	1.5
MH-126	CO-35	1.5

MH-127	CO-36	1.5
MH-128	CO-37	1.5
MH-129	CO-38	1.5
MH-130	CO-39	1.5
BZ-81	TUB-113	4.285
BZ-82	TUB-115	4.966
BZ-86	TUB-117	14.473
BZ-87	TUB-119	3.411
BZ-89	TUB-121	7.381
BZ-90	TUB-123	1.5
BZ-91	TUB-125	1.5
BZ-92	TUB-127	3.148
BZ-93	TUB-129	1.5
BZ-95	TUB-131	1.5

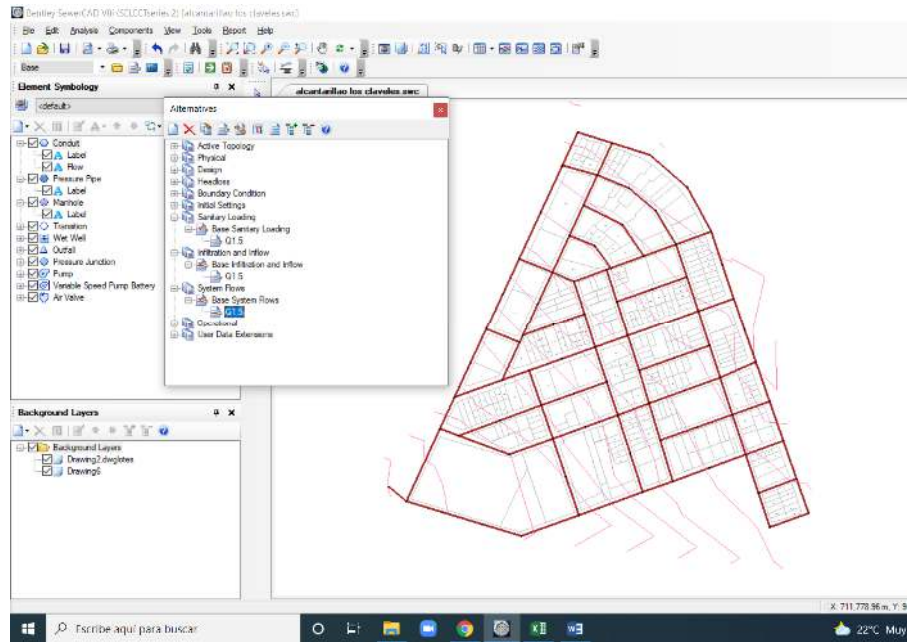
Fuente. Elaboración propia

Con estos caudales se genera un nuevo escenario en el cual el modelo trabajara con estos caudales.



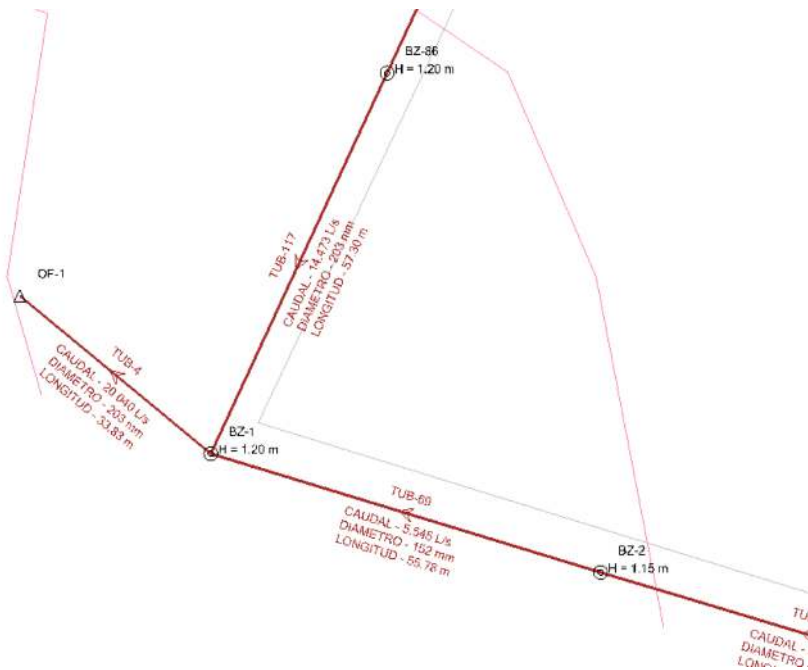
**Figura 76.** Nuevo escenario





**Figura 77.** Configurando el nuevo escenario

Se procede a ejecutar el nuevo escenario se verifica que los caudales generados sean igual a los calculado y se generan los reportes del diseño del alcantarillado realizado por el programa sewerCAD.



**Figura 78.** Verificamos que el caudal ejecutado por el programa sewerCAD es igual al calculado

**Tabla 40***Reporte de tuberías del diseño del sistema de alcantarillado*

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Material	Manning's n	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Tractive Stress (Calculated) (Pascals)	Slope (%)	Velocity (Average) (m/s)
CO-1	MH-83	109.38	BZ-65	108.73	PVC	0.013	152	49.68	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-2	MH-84	108.62	BZ-57	107.92	PVC	0.013	152	53.64	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-3	MH-85	109.05	BZ-59	108.25	PVC	0.013	152	53.95	1.5	2.52	1.48	0.63
CO-4	MH-86	107.79	BZ-45	107.15	PVC	0.013	152	49.07	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-6	MH-89	110.11	BZ-72	109.44	PVC	0.013	152	51.51	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-7	MH-90	105.78	BZ-20	104.75	PVC	0.013	152	50.6	1.5	3.24	2.04	0.7
CO-10	MH-95	108.21	BZ-46	107.49	PVC	0.013	152	54.25	1.5	2.32	1.32	0.6
CO-11	MH-96	109.85	BZ-69	109.08	PVC	0.013	152	59.13	1.5	2.3	1.31	0.6

CO-12	MH-97	107.94	BZ-41	107.06	PVC	0.013	152	55.78	1.5	2.65	1.58	0.64
CO-15	MH-102	106.23	BZ-27	105.53	PVC	0.013	152	53.34	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-16	MH-103	109.18	BZ-70	108.53	PVC	0.013	152	49.38	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-17	MH-105	109.4	BZ-55	107.5	PVC	0.013	152	57.61	1.5	4.72	3.3	0.83
CO-18	MH-106	103.93	BZ-13	103.26	PVC	0.013	152	51.51	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-19	MH-107	104.27	BZ-15	103.57	PVC	0.013	152	53.64	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-20	MH-108	105.34	BZ-25	104.57	PVC	0.013	152	58.52	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-22	MH-111	107.1	BZ-36	106.4	PVC	0.013	152	53.34	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-24	MH-114	108.25	BZ-55	107.5	PVC	0.013	152	57.61	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-25	MH-115	107.58	BZ-39	106.81	PVC	0.013	152	59.13	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-26	MH-116	107.92	BZ-44	106.13	PVC	0.013	152	59.13	1.5	4.4	3.02	0.81
CO-27	MH-117	106.28	BZ-31	105.57	PVC	0.013	152	54.56	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-28	MH-118	103.53	BZ-11	102.76	PVC	0.013	152	58.52	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-29	MH-119	107.04	BZ-37	106.59	PVC	0.013	152	34.14	1.5	2.3	1.31	0.6

CO-30	MH-120	106.67	BZ-28	105.8	PVC	0.013	152	47.24	1.5	3	1.84	0.68
CO-31	MH-121	109.77	BZ-73	109.11	PVC	0.013	152	50.6	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-32	MH-122	110.56	BZ-79	109.79	PVC	0.013	152	59.13	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-33	MH-123	108.89	BZ-62	107.3	PVC	0.013	152	58.83	1.5	4.03	2.7	0.78
CO-35	MH-126	107.98	BZ-52	106.66	PVC	0.013	152	39.93	1.5	4.73	3.31	0.83
CO-36	MH-127	106.81	BZ-34	106.13	PVC	0.013	152	52.12	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-37	MH-128	104.62	BZ-16	103.93	PVC	0.013	152	52.43	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-38	MH-129	109.5	BZ-67	108.81	PVC	0.013	152	52.73	1.5	2.3	1.31	0.6
CO-39	MH-130	110.34	BZ-77	109.65	PVC	0.013	152	52.43	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-1	BZ-52	106.66	BZ-49	106.58	PVC	0.013	152	6.71	1.696	2.22	1.17	0.6
TUB-2	BZ-21	104.84	BZ-19	104.62	PVC	0.013	152	12.5	2.181	3.4	1.75	0.75
TUB-3	BZ-5	101.33	BZ-4	101.17	PVC	0.013	152	28.96	4.445	1.84	0.55	0.6
TUB-4	BZ-1	100.07	OF-1	99.82	PVC	0.013	203	33.83	20.04	4.15	0.75	0.98
TUB-6	BZ-56	107.98	BZ-50	107.46	PVC	0.013	152	39.62	1.5	2.3	1.31	0.6

TUB-8	BZ-17	104.26	BZ-14	103.62	PVC	0.013	152	41.45	4.755	4.31	1.55	0.89
TUB-9	BZ-30	104.39	BZ-23	103.81	PVC	0.013	152	46.33	3.572	3.23	1.25	0.76
TUB-10	BZ-28	105.8	BZ-21	104.84	PVC	0.013	152	47.24	1.5	3.24	2.04	0.7
TUB-12	BZ-71	109.12	BZ-63	108.11	PVC	0.013	152	47.85	1.5	3.32	2.1	0.71
TUB-13	BZ-63	108.11	BZ-50	107.46	PVC	0.013	152	48.46	1.5	2.34	1.34	0.61
TUB-14	BZ-33	105.72	BZ-26	104.87	PVC	0.013	152	48.46	2.075	3.32	1.75	0.73
TUB-16	BZ-57	107.92	BZ-58	107.15	PVC	0.013	152	49.38	1.5	2.63	1.56	0.64
TUB-18	BZ-70	108.53	BZ-75	107.89	PVC	0.013	152	49.38	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-19	BZ-68	107.95	BZ-62	107.3	PVC	0.013	152	49.68	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-20	BZ-40	106.03	BZ-35	105.53	PVC	0.013	152	49.68	2.03	2.12	1	0.6
TUB-22	BZ-74	109.77	BZ-71	109.12	PVC	0.013	152	49.99	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-23	BZ-36	106.4	BZ-33	105.72	PVC	0.013	152	49.99	1.5	2.38	1.37	0.61
TUB-24	BZ-18	104.43	BZ-13	103.26	PVC	0.013	152	50.29	2.752	4.73	2.34	0.88
TUB-25	BZ-26	104.87	BZ-18	104.43	PVC	0.013	152	50.29	2.585	2.09	0.86	0.61

TUB-26	BZ-49	106.58	BZ-40	106.03	PVC	0.013	152	50.29	1.864	2.19	1.09	0.6
TUB-28	BZ-20	104.75	BZ-15	103.57	PVC	0.013	152	50.6	1.5	3.6	2.33	0.74
TUB-30	BZ-42	106.46	BZ-32	105.05	PVC	0.013	152	50.6	2.076	4.78	2.79	0.87
TUB-31	BZ-8	102.46	BZ-4	101.17	PVC	0.013	152	50.6	9.644	8.52	2.54	1.29
TUB-32	BZ-62	107.3	BZ-52	106.66	PVC	0.013	152	50.9	1.541	2.27	1.27	0.6
TUB-33	BZ-29	105.89	BZ-21	104.84	PVC	0.013	152	50.9	1.825	3.57	2.07	0.75
TUB-34	BZ-37	106.59	BZ-29	105.89	PVC	0.013	152	50.9	1.656	2.5	1.38	0.63
TUB-35	BZ-32	105.05	BZ-22	104.77	PVC	0.013	152	50.9	4.446	1.84	0.55	0.6
TUB-36	BZ-22	104.77	BZ-17	104.26	PVC	0.013	152	50.9	4.616	2.98	0.99	0.75
TUB-37	BZ-27	105.53	BZ-26	104.87	PVC	0.013	152	50.9	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-38	BZ-78	109.8	BZ-71	109.12	PVC	0.013	152	51.21	1.5	2.35	1.34	0.61
TUB-40	BZ-72	109.44	BZ-66	108.76	PVC	0.013	152	51.51	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-42	BZ-35	105.53	BZ-32	105.05	PVC	0.013	152	51.51	2.201	2.11	0.95	0.6
TUB-43	BZ-39	106.81	BZ-44	106.13	PVC	0.013	152	51.51	1.5	2.3	1.31	0.6

TUB-48	BZ-65	108.73	BZ-61	108.04	PVC	0.013	152	52.73	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-49	BZ-45	107.15	BZ-42	106.46	PVC	0.013	152	52.73	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-50	BZ-77	109.65	BZ-67	108.81	PVC	0.013	152	53.04	1.5	2.67	1.59	0.65
TUB-51	BZ-47	107.58	BZ-54	106.87	PVC	0.013	152	54.25	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-56	BZ-59	108.25	BZ-45	107.15	PVC	0.013	152	53.95	1.5	3.25	2.05	0.71
TUB-58	BZ-61	108.04	BZ-53	107.33	PVC	0.013	152	54.25	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-59	BZ-53	107.33	BZ-42	106.46	PVC	0.013	152	54.25	1.5	2.69	1.61	0.65
TUB-60	BZ-46	107.49	BZ-36	106.4	PVC	0.013	152	54.25	1.5	3.2	2	0.7
TUB-62	BZ-66	108.76	BZ-61	108.04	PVC	0.013	152	54.56	1.5	2.32	1.32	0.6
TUB-63	BZ-16	103.93	BZ-12	103.35	PVC	0.013	152	54.56	1.913	2.19	1.07	0.6
TUB-64	BZ-12	103.35	BZ-8	102.46	PVC	0.013	152	54.56	2.094	3.16	1.63	0.72
TUB-65	BZ-76	108.66	BZ-68	107.95	PVC	0.013	152	54.56	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-67	BZ-43	106.43	BZ-33	105.72	PVC	0.013	152	54.86	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-68	BZ-58	107.15	BZ-43	106.43	PVC	0.013	152	54.86	1.5	2.3	1.31	0.6

TUB-69	BZ-2	100.75	BZ-1	100.07	PVC	0.013	152	55.78	5.545	3.79	1.22	0.85
TUB-71	BZ-41	107.06	BZ-31	105.57	PVC	0.013	152	55.47	1.5	4.03	2.69	0.78
TUB-73	BZ-48	105.33	BZ-38	104.85	PVC	0.013	152	56.39	2.472	2.05	0.86	0.6
TUB-74	BZ-38	104.85	BZ-30	104.39	PVC	0.013	152	56.39	2.66	2.02	0.81	0.6
TUB-75	BZ-75	107.89	BZ-58	107.15	PVC	0.013	152	56.69	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-77	BZ-34	106.13	BZ-24	105.3	PVC	0.013	152	56.69	1.5	2.5	1.46	0.63
TUB-78	BZ-24	105.3	BZ-16	103.93	PVC	0.013	152	56.69	1.561	3.76	2.41	0.76
TUB-79	BZ-73	109.11	BZ-68	107.95	PVC	0.013	152	57	1.5	3.23	2.03	0.7
TUB-81	BZ-80	110.56	BZ-78	109.8	PVC	0.013	152	57.61	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-82	BZ-54	106.87	BZ-60	106.1	PVC	0.013	152	59.13	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-83	BZ-60	106.1	BZ-48	105.33	PVC	0.013	152	58.83	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-84	BZ-25	104.57	BZ-23	103.81	PVC	0.013	152	58.52	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-86	BZ-11	102.76	BZ-9	102	PVC	0.013	152	58.52	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-88	BZ-50	107.46	BZ-37	106.59	PVC	0.013	152	58.83	1.5	2.52	1.48	0.63



TUB-89	BZ-44	106.13	BZ-48	105.33	PVC	0.013	152	58.83	1.5	2.37	1.37	0.61
TUB-91	BZ-6	101.54	BZ-3	101.24	PVC	0.013	152	59.44	5.164	1.85	0.51	0.61
TUB-93	BZ-3	101.24	BZ-2	100.75	PVC	0.013	152	59.13	5.36	2.73	0.82	0.73
TUB-94	BZ-69	109.08	BZ-60	106.1	PVC	0.013	152	59.74	1.5	6.52	4.99	0.96
TUB-95	BZ-19	104.62	BZ-14	103.62	PVC	0.013	152	59.74	2.379	3.39	1.67	0.75
TUB-97	BZ-55	107.5	BZ-48	105.33	PVC	0.013	152	59.74	1.5	5.08	3.63	0.86
TUB-99	BZ-64	108.89	BZ-63	108.11	PVC	0.013	152	59.44	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-101	BZ-10	102.45	BZ-5	101.33	PVC	0.013	152	42.67	1.5	3.95	2.63	0.77
TUB-106	BZ-51	107.44	BZ-34	106.13	PVC	0.013	152	44.81	1.5	4.31	2.94	0.8
TUB-112	BZ-23	103.81	BZ-81	103.55	PVC	0.013	152	45.42	4.108	1.86	0.58	0.6
TUB-113	BZ-81	103.55	BZ-9	102	PVC	0.013	152	53.04	4.285	6.8	2.92	1.08
TUB-114	BZ-9	102	BZ-82	101.78	PVC	0.013	152	41.45	4.808	1.81	0.52	0.6
TUB-115	BZ-82	101.78	BZ-6	101.54	PVC	0.013	152	47.55	4.966	1.8	0.51	0.6
TUB-116	BZ-4	101.17	BZ-86	100.76	PVC	0.013	203	58.52	14.283	3.47	0.7	0.88

TUB-117	BZ-86	100.76	BZ-1	100.07	PVC	0.013	203	57.3	14.473	5.42	1.2	1.08
TUB-118	BZ-7	101.86	BZ-87	101.59	PVC	0.013	152	39.32	3.28	1.94	0.69	0.6
TUB-119	BZ-87	101.59	BZ-5	101.33	PVC	0.013	152	39.01	3.411	1.94	0.67	0.6
TUB-120	BZ-14	103.62	BZ-89	103.06	PVC	0.013	152	35.36	7.253	5.23	1.59	1.01
TUB-121	BZ-89	103.06	BZ-8	102.46	PVC	0.013	152	38.1	7.381	5.27	1.59	1.01
TUB-122	BZ-67	108.81	BZ-90	108.2	PVC	0.013	152	46.63	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-123	BZ-90	108.2	BZ-51	107.44	PVC	0.013	152	57.91	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-124	BZ-15	103.57	BZ-91	103	PVC	0.013	152	43.28	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-125	BZ-91	103	BZ-10	102.45	PVC	0.013	152	42.06	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-126	BZ-13	103.26	BZ-92	102.73	PVC	0.013	152	32.61	3.03	3.69	1.62	0.8
TUB-127	BZ-92	102.73	BZ-7	101.86	PVC	0.013	152	35.05	3.148	5.2	2.46	0.94
TUB-128	BZ-79	109.79	BZ-93	109.17	PVC	0.013	152	46.94	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-129	BZ-93	109.17	BZ-76	108.66	PVC	0.013	152	39.01	1.5	2.3	1.31	0.6
TUB-130	BZ-31	105.57	BZ-95	105.19	PVC	0.013	152	28.65	1.5	2.3	1.31	0.6

TUB-131	BZ-95	105.19	BZ-30	104.39	PVC	0.013	152	35.05	1.5	3.55	2.29	0.73
---------	-------	--------	-------	--------	-----	-------	-----	-------	-----	------	------	------

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 41**

*Reporte de buzones del diseño del sistema de alcantarillado*

Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Known) (L/s)	Flow (Total Out) (L/s)	Hydraulic Grade Line (In) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)
BZ-95	107.3	107.3	105.19	1.5	1.5	105.23	105.23
BZ-93	111.45	111.45	109.17	1.5	1.5	109.21	109.21
BZ-92	103.88	103.88	102.73	3.148	3.148	102.78	102.78
BZ-91	104.57	104.57	103	1.5	1.5	103.04	103.04
BZ-90	109.79	109.79	108.2	1.5	1.5	108.23	108.23
BZ-89	104.21	104.21	103.06	7.381	7.381	103.14	103.14
BZ-87	102.88	102.88	101.59	3.411	3.411	101.65	101.65

BZ-86	101.97	101.97	100.76	14.473	14.473	100.87	100.87
BZ-82	103.37	103.37	101.78	4.966	4.966	101.86	101.86
BZ-81	105.18	105.18	103.55	4.285	4.285	103.61	103.61
BZ-80	111.71	111.71	110.56	1.5	1.5	110.59	110.59
BZ-79	111.65	111.65	109.79	1.5	1.5	109.82	109.82
BZ-78	111.49	111.49	109.8	1.5	1.5	109.84	109.84
BZ-77	111.36	111.36	109.65	1.5	1.5	109.69	109.69
BZ-76	111.26	111.26	108.66	1.5	1.5	108.7	108.7
BZ-75	111	111	107.89	1.5	1.5	107.92	107.92
BZ-74	110.92	110.92	109.77	1.5	1.5	109.8	109.8
BZ-73	110.9	110.9	109.11	1.5	1.5	109.14	109.14
BZ-72	110.87	110.87	109.44	1.5	1.5	109.47	109.47
BZ-71	110.65	110.65	109.12	1.5	1.5	109.15	109.15

BZ-70	110.55	110.55	108.53	1.5	1.5	108.57	108.57
BZ-69	110.55	110.55	109.08	1.5	1.5	109.11	109.11
BZ-68	110.53	110.53	107.95	1.5	1.5	107.99	107.99
BZ-67	110.41	110.41	108.81	1.5	1.5	108.84	108.84
BZ-66	110.33	110.33	108.76	1.5	1.5	108.8	108.8
BZ-65	110.2	110.2	108.73	1.5	1.5	108.76	108.76
BZ-64	110.04	110.04	108.89	1.5	1.5	108.92	108.92
BZ-63	109.86	109.86	108.11	1.5	1.5	108.15	108.15
BZ-62	109.79	109.79	107.3	1.541	1.541	107.34	107.34
BZ-61	109.77	109.77	108.04	1.5	1.5	108.07	108.07
BZ-60	109.64	109.64	106.1	1.5	1.5	106.13	106.13
BZ-59	109.4	109.4	108.25	1.5	1.5	108.29	108.29
BZ-58	109.4	109.4	107.15	1.5	1.5	107.18	107.18

BZ-57	109.36	109.36	107.92	1.5	1.5	107.95	107.95
BZ-56	109.13	109.13	107.98	1.5	1.5	108.01	108.01
BZ-55	109.09	109.09	107.5	1.5	1.5	107.53	107.53
BZ-54	109.07	109.07	106.87	1.5	1.5	106.9	106.9
BZ-53	109.05	109.05	107.33	1.5	1.5	107.37	107.37
BZ-52	109.04	109.04	106.66	1.696	1.696	106.69	106.69
BZ-51	109.02	109.02	107.44	1.5	1.5	107.48	107.48
BZ-50	108.95	108.95	107.46	1.5	1.5	107.5	107.5
BZ-49	108.94	108.94	106.58	1.864	1.864	106.62	106.62
BZ-48	108.92	108.92	105.33	2.472	2.472	105.37	105.37
BZ-47	108.73	108.73	107.58	1.5	1.5	107.61	107.61
BZ-46	108.64	108.64	107.49	1.5	1.5	107.52	107.52
BZ-45	108.61	108.61	107.15	1.5	1.5	107.18	107.18

BZ-44	108.47	108.47	106.13	1.5	1.5	106.17	106.17
BZ-43	108.38	108.38	106.43	1.5	1.5	106.47	106.47
BZ-42	108.25	108.25	106.46	2.076	2.076	106.5	106.5
BZ-41	108.21	108.21	107.06	1.5	1.5	107.09	107.09
BZ-40	108.19	108.19	106.03	2.03	2.03	106.07	106.07
BZ-39	108.18	108.18	106.81	1.5	1.5	106.84	106.84
BZ-38	108.1	108.1	104.85	2.66	2.66	104.89	104.89
BZ-37	107.96	107.96	106.59	1.656	1.656	106.63	106.63
BZ-36	107.86	107.86	106.4	1.5	1.5	106.44	106.44
BZ-35	107.82	107.82	105.53	2.201	2.201	105.57	105.57
BZ-34	107.59	107.59	106.13	1.5	1.5	106.16	106.16
BZ-33	107.43	107.43	105.72	2.075	2.075	105.76	105.76
BZ-32	107.38	107.38	105.05	4.446	4.446	105.11	105.11

BZ-31	107.31	107.31	105.57	1.5	1.5	105.6	105.6
BZ-30	107.28	107.28	104.39	3.572	3.572	104.44	104.44
BZ-29	107.04	107.04	105.89	1.825	1.825	105.93	105.93
BZ-28	106.95	106.95	105.8	1.5	1.5	105.83	105.83
BZ-27	106.93	106.93	105.53	1.5	1.5	105.57	105.57
BZ-26	106.49	106.49	104.87	2.585	2.585	104.91	104.91
BZ-25	106.48	106.48	104.57	1.5	1.5	104.61	104.61
BZ-24	106.45	106.45	105.3	1.561	1.561	105.33	105.33
BZ-23	106.38	106.38	103.81	4.108	4.108	103.87	103.87
BZ-22	106.36	106.36	104.77	4.616	4.616	104.83	104.83
BZ-21	105.99	105.99	104.84	2.181	2.181	104.88	104.88
BZ-20	105.9	105.9	104.75	1.5	1.5	104.78	104.78
BZ-19	105.77	105.77	104.62	2.379	2.379	104.66	104.66



BZ-18	105.59	105.59	104.43	2.752	2.752	104.48	104.48
BZ-17	105.42	105.42	104.26	4.755	4.755	104.33	104.33
BZ-16	105.34	105.34	103.93	1.913	1.913	103.97	103.97
BZ-15	105.08	105.08	103.57	1.5	1.5	103.6	103.6
BZ-14	104.77	104.77	103.62	7.253	7.253	103.7	103.7
BZ-13	104.68	104.68	103.26	3.03	3.03	103.3	103.3
BZ-12	104.5	104.5	103.35	2.094	2.094	103.39	103.39
BZ-11	104.05	104.05	102.76	1.5	1.5	102.8	102.8
BZ-10	104.02	104.02	102.45	1.5	1.5	102.49	102.49
BZ-9	103.78	103.78	102	4.808	4.808	102.07	102.07
BZ-8	103.61	103.61	102.46	9.644	9.644	102.55	102.55
BZ-7	103.01	103.01	101.86	3.28	3.28	101.91	101.91
BZ-6	102.91	102.91	101.54	5.164	5.164	101.62	101.62

BZ-5	102.76	102.76	101.33	4.445	4.445	101.4	101.4
BZ-4	102.54	102.54	101.17	14.283	14.283	101.27	101.27
BZ-3	102.39	102.39	101.24	5.36	5.36	101.3	101.3
BZ-2	101.91	101.91	100.75	5.545	5.545	100.82	100.82
BZ-1	101.28	101.28	100.07	20.04	20.04	100.2	100.2

Fuente. Elaboración propia

## 4.2. Docimasia de hipótesis

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del sector Los Claveles C.P. El Milagro distrito de Huanchaco provincia de Trujillo departamento de La Libertad, se diseñaron en los programas Watercad y Sewercad teniendo en consideración la norma OS.050 (Redes de distribución de agua para consumo humano) y la norma OS.070 (Redes de aguas residuales), los reportes de la simulación del diseño de agua potable y alcantarillado cumplen con la normativa mencionada.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable la norma OS.050 establece una presión máxima de 50 m H<sub>2</sub>O, presión mínima de 10 m H<sub>2</sub>O, velocidad máxima 3 m/s; en nuestro diseño se obtuvo una presión máxima de 24 m H<sub>2</sub>O, presión mínima de 15 m H<sub>2</sub>O, velocidad máxima 2.255 m/s; cumpliendo con lo establecido en la norma OS.050.

Para el sistema de alcantarillado sanitario la norma OS.070 establece un caudal mínimo a considerar 1.5 L/s, velocidad máxima 5 m/s, tensión tractiva mínima de 1 Pa; en nuestro diseño se obtuvo caudal mínimo considerado de 1.5 L/s, velocidad máxima 1.29 m/s, tensión tractiva mínima de 1.81 Pa; cumpliendo con lo establecido en la norma OS.070.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- ✓ Para establecer el número de viviendas, lotización y manzaneo del sector Los Claveles se actualizó el plano catastral del sector debido a que dicho plano no figuraba todos los lotes y manzanas debido a que en el sector se han aperturado nuevas calles y subdividido la mayoría de lotes.
- ✓ El levantamiento topográfico del sector Los Claveles se realizó tomando puntos en todas las intersecciones de las calles ubicadas en el perímetro del sector así mismo en la calle principal del sector se tomaron puntos en todas sus intersecciones; toda la información levantada se procesó en el programa AutoCAD Civil 3D, obteniéndose una topografía semiplana.
- ✓ El periodo de diseño se determinó de acuerdo Programa Nacional de Saneamiento Urbano, Para el cálculo de la población futura se tomó datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el distrito de Huanchaco con estos datos se trabajó las proyecciones del sector Los Claveles, para las proyecciones se utilizaron el método aritmético y el método geométrico, el promedio de las proyecciones de estos dos métodos es nuestra población de diseño.
- ✓ Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Los Claveles en función a los caudales según su uso; en el sector hay lotes que son usados para vivienda otro son usados para granjas, depósitos, un local de entretenimiento, un jardín de niños y un parque; según su uso se les asignó su dotación; los lotes usados para granjas, depósitos y local de entretenimiento también son usados para vivienda, por lo cual a dichos lotes además de su dotación de acuerdo a su uso se les asignó también la dotación de vivienda; toda la información recolectada y calculada fueron modeladas en el programa watercad los resultados obtenidos de la simulación en dicho programa cumplen con la normativa vigente OS.050 (Redes de distribución de agua para consumo humano).

- ✓ Para el diseño del sistema de alcantarillado para el sector Los Claveles se realizó en base al caudal generado por la aportación del agua potable al alcantarillado y el caudal de infiltración tanto en las tuberías como en los buzones, los datos obtenidos fueron modelados en el programa sewercad, durante la modelación en puntos de intersección donde se había generado dos salidas del buzón para un tramo se trabajó como buzón de arranque para que el programa lo pueda simular debido que el sewercad trabaja los buzones con una salida pueden tener varias entradas pero solamente una sola salida por buzón; el punto de salida de la red de alcantarillado es un buzón del cual sale una tubería que va a conectar con la tubería principal que pasa por la vía de evitamiento. Los resultados obtenidos de la simulación en dicho programa Sewercad cumplen con la normativa vigente OS.070 (Redes de aguas residuales).

## CONCLUSIONES

- ✓ El sector Los Claveles cuenta con 31 manzanas y 317 lotes; de los cuales 291 son usados solamente como vivienda, 9 granjas, 14 depósitos, 1 local de eventos, 1 parque y 1 jardín de niños.
- ✓ El sector Los Claveles se encuentra ubicado entre las cotas 101 m y 112 m el terreno es semiplano ocupando un área de 179 811.9024 m<sup>2</sup>.
- ✓ El periodo de diseño es de 20 años de acuerdo a lo que establece el Programa Nacional de Saneamiento Urbano para proyectos de agua potable y alcantarillado. La población futura para el diseño de la red de agua potable y alcantarillado para el sector Los Claveles es 3810 habitantes.
- ✓ El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Los Claveles se realizó para un caudal de diseño de 20.7534 L/s se modeló utilizando el software watercad; obteniendo una red de tuberías de PVC de 5954 m, se obtuvo una presión máxima de 24 m H<sub>2</sub>O, presión mínima de 15 m H<sub>2</sub>O, velocidad máxima 2.255 m/s; cumpliendo con lo establecido en la norma OS.050 (Redes de distribución de agua para consumo humano).
- ✓ El diseño del sistema de abastecimiento de alcantarillado para el sector Los Claveles se realizó para un caudal de diseño de 20.04 L/s se modeló utilizando el software sewercad; obteniendo una red de tuberías de PVC de 6082.89 m y 90 buzones, se obtuvo caudal mínimo considerado de 1.5 L/s, velocidad máxima 1.29 m/s, tensión tractiva mínima de 1.81 Pa; cumpliendo con lo establecido en la norma OS.070 (Redes de aguas residuales).

## RECOMENDACIONES

- ✓ Las autoridades competentes deben realizar un estudio de la expansión urbana de la zona y establecer y ejecutar plan de la expansión urbana de la población.
- ✓ El levantamiento topográfico debe realizar con equipos adecuadamente calibrados y para el procesamiento de la información levantada se recomienda el uso del programa AutoCAD civil 3d, el cual nos permite generar las curvas de nivel.
- ✓ Establecer el periodo de diseño en base a fuentes confiables y calcular la población utilizando varios métodos de proyección de la proyección y en base a los resultados elegir lo que más se asemeje a la realidad.
- ✓ Se recomienda el uso del software watercad para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable debido a que es un software confiable que nos permite modelar las características del sistema, establecer restricciones, etc.; y nos brinda un diseño optimizado de la red de agua potable.
- ✓ Se recomienda el uso del software sewerCAD para el diseño del sistema de alcantarillado, debido a que es un software confiable que nos permite modelar las características de nuestro sistema de alcantarillado, nos permite generar diferentes escenarios, y determinar una solución óptima de la red de alcantarillado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Espejo, P. (2013). *Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá*. Tesis, Universidad Técnica Particular De Loja, Escuela de Ingeniería Civil, Loja - Ecuador.
- Álvarez Fernández, V. (2012 - 2013). *Proyecto de Mejora de la Red de Abastecimiento / Ejecución de acometida*. Curso de adaptación.
- Arteaga Rivera, G. A., & Prieto Rengifo, C. M. (2019). *Diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el distrito de Bolívar. Provincia Bolívar*. Tesis, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Trujillo - Perú.
- Barahona Ulloa, T. I., Rivera Cáliz, E. A., & Chévez Navarro, R. C. (2013). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Miramar, Nagarote, para un período de 20 años (2013 - 2033)*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Departamento de Construcción Facultad de Ciencias e Ingeniería, Managua - Nicaragua.
- Doroteo Calderón, F. R. (2014). *Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas watercad y sewercad*. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, facultad de Ingeniería Civil, Lima - Perú.
- Gobierno Regional La Libertad. (s.f.). *Plan Regional de Saneamiento de La Libertad 2018 – 2021*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *PERÚ: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, provincia y Distrito, 2018-2020*. Boletín Especial N°26, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. Lima.



Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). *Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/cuadros/dpto13.xlsx](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/cuadros/dpto13.xlsx)

(s.f.). *Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones*.

(s.f.). *OS. 070 Redes de aguas residuales*.

Palacios, G. P. (22 de Marzo de 2017). El agua es un bien escaso que el Perú no sabe administrar. *RPP Noticias*. Obtenido de <https://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969>

Poma Vilca, V. A., & Soto Quiñones, J. M. (2016). *Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de la hacienda – distrito de Santa Rosa – provincia de Jaén - departamento de Cajamarca*. Tesis, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Trujillo - Perú.

Programa Nacional de Saneamiento Urbano. (2016). *Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima.

Redes de distribución de agua para consumo (OS.050). (s.f.). En *Reglamento Nacional de Edificaciones*.

Rodríguez Ruiz, P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Instituto tecnológico de Oaxaca, departamento de ciencias de la tierra.

SENASA, S. N. (s.f.). *Guía para la implementación de buenas prácticas pecuarias (BPP) producción de pollo y pavo de engorde*.

## ANEXOS