

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



**DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN  
VILLA HERMOSA DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ,  
CHICLAYO 2019**

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

**AUTOR**

**JHORDEN GARCIA BECERRA**

**ASESOR**

**JOAQUIN HERNAN ROJAS OBLITAS**

<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>

**Chiclayo, 2021**

**DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO  
JOVEN VILLA HERMOSA DEL DISTRITO DE JOSÉ  
LEONARDO ORTIZ, CHICLAYO 2019**

PRESENTADA POR  
**JHORDEN GARCIA BECERRA**

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

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Wilmer Moises Zelada Zamora  
PRESIDENTE

Wilson Martín García Vera  
SECRETARIO

Joaquin Hernan Rojas Oblitas  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera de una manera satisfactoria.

A mi madre; Maribel, por el apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi padre; Flavio y a mi abuela; Duvelina, porque a pesar de ya no estar físicamente conmigo, sé que me cuidan desde el cielo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por la vida de mi familia, también porque cada día nos bendice con la oportunidad de estar y disfrutar a lado de las personas que más me aman.

A mis padres, son la motivación para concretar mis objetivos; a mi madre por estar dispuesta a apoyarme durante los años de carrera y después de esta; a mi padre por los consejos brindados, deseando lo mejor para mi vida.

A mi asesor de tesis, el Ing. Joaquín Rojas Oblitas, por los conocimientos y orientación brindada en cada asesoría.

A las autoridades de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque EPSEL S.A. por permitirme tomar las muestras necesarias y así poder desarrollar los análisis planteados en esta tesis, en especial al Ing. Miguel Fanzo Niquen; por todo el apoyo brindado para hacer posible estos procedimientos.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma han contribuido para el desarrollo de esta investigación, muchas gracias.

## RESUMEN

El Pueblo Joven Villa Hermosa cuenta con el servicio de agua potable y alcantarillado administrados por EPSEL; sin embargo, se han presentado inconvenientes: no se cuenta con agua potable de manera continua, además de la baja presión del servicio, a esto se suma los colapsos de los buzones; constituyendo así un problema permanente para los pobladores, quienes no pueden desarrollar sus actividades cotidianas de manera integral. El presente estudio tiene como objetivo realizar un diagnóstico del estado actual de la red de agua potable y alcantarillado de los sectores 1 y 2 del PJ. Villa Hermosa, con el fin de tener una base para futuras alternativas de mejoramiento. Esta investigación es aplicada, cuantitativa, no experimental-descriptiva. Se realizó el análisis de agua del pozo tubular N° 01 ubicado en la zona de estudio; medida de presiones de servicio siguiendo una muestra de 260 viviendas. Asimismo, se inspeccionaron los buzones y se desarrolló un levantamiento topográfico de las estructuras existentes en la zona. Entre los resultados obtenidos, se tiene que el agua del pozo tubular N° 01 no es apta para el consumo humano. Además, se verificó que el 82.31% de conexiones domiciliarias en los sectores 1 y 2 de Villa Hermosa no cumple con la presión mínima (10 mca). Por su parte, la red de agua potable presenta una condición operativa óptima. Finalmente, respecto a la red de alcantarillado, se determinó que esta no cumple con los requerimientos mínimos establecidos por la norma OS. 070, hecho que, junto al mal uso de las estructuras, entre ellas, las cámaras de inspección, generan los problemas existentes en la red.

**PALABRAS CLAVE:** Diagnóstico, red, agua potable, alcantarillado, Villa Hermosa.

## **ABSTRACT**

The shantytown Villa Hermosa has the potable water and sewerage service administered by EPSEL; however, there have been drawbacks: there is no continuous drinking water, in addition to the low service pressure; thus, constituting a permanent problem for the residents, who cannot carry out their daily activities in an integral way. The objective of this study is to carry out a diagnosis of the current state of the drinking water and sewerage network in sectors 1 and 2 of Villa Hermosa, in order to have a basis for future improvement alternatives. This research is applied, quantitative, not experimental-descriptive. The water analysis of the bore-hole No. 01 located in the study area was performed; measurement of service pressures following a sample of 260 homes. Likewise, a topographic survey of the existing structures in the area was developed; all in the corresponding formats. In addition, it has been verified that the 82.31% of the home connections of the drinking water system in the area, doesn't fulfill the minimal pressure (10 mca). Finally, with respect to the sewage system, it must be said that it does meet the minimum requirements established by the standard, so it could be affirmed that the existing problems are caused by the misuse of structures, among them, the inspection cameras.

**KEYWORDS:** Diagnosis, network, drinking water, sewer, Villa Hermosa.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1	Antecedentes del problema.....	6
2.1.1	Antecedentes Internacionales .....	6
2.1.2	Antecedentes Nacionales .....	8
2.1.3	Antecedentes Locales .....	10
2.2	Bases Teórico Científicas .....	11
2.2.1	Bases Teórico Científicas - Red de Agua Potable.....	11
2.2.2	Bases Teórico Científicas – Análisis del Agua .....	17
2.2.3	Bases Teórico Científicas – Parámetros Básicos de la Red de Agua Potable .....	21
2.2.4	Bases Teórico Científicas - Red de Alcantarillado.....	24
2.2.5	Bases Teórico Científicas – Parámetros Básicos de la Red de Alcantarillado .....	29
2.2.6	Bases Teórico Científicas – Topografía .....	30
III.	METODOLOGÍA .....	37
3.1	Tipo y nivel de investigación.....	37
3.2	Diseño de investigación.....	37
3.2.1	Hipótesis .....	37
3.2.2	Diseño de contrastación de hipótesis.....	37
3.3	Población, muestra y muestreo .....	38
3.3.1	Población .....	38
3.3.2	Muestra y muestreo .....	38
3.4	Criterios de selección.....	39
3.4.1	Topografía .....	39
3.4.2	Estudio de calidad del agua .....	39
3.4.3	Medida de presiones de servicio en la red de agua potable.....	39
3.4.4	Red de agua potable.....	39
3.4.5	Red de alcantarillado .....	40
3.4.6	Modelo en WaterCad.....	40
3.4.7	Modelo en SewerCad.....	40
3.5	Operacionalización de variables .....	41
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	41

3.7	Procedimientos .....	42
3.7.1	Topografía .....	42
3.7.2	Estudio de calidad del agua .....	42
3.7.3	Presiones de servicio .....	42
3.7.4	Red de agua potable.....	43
3.7.5	Red de alcantarillado .....	43
3.7.6	Modelo en WaterCad.....	44
3.7.7	Modelo en SewerCad.....	45
3.8	Plan de procesamiento y análisis de datos .....	46
3.9	Matriz de consistencia .....	47
3.10	Consideraciones éticas.....	47
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	48
V.	CONCLUSIONES .....	57
VI.	RECOMENDACIONES .....	58
VII.	REFERENCIAS.....	59
VIII.	ANEXOS .....	62
	Anexo 01: Topografía .....	62
	Anexo 02: Estudio de calidad del agua .....	96
	Anexo 03: Presiones de servicio en la red de agua potable.....	132
	Anexo 04: Red de agua potable.....	145
	Anexo 05: Red de alcantarillado .....	153
	Anexo 06: Memoria de cálculo .....	161
	Anexo 07: Modelamiento en WaterCAD.....	180
	Anexo 08: Modelo en SewerCAD .....	221
	Anexo 09: Instrumentos de recolección de datos .....	232
	Anexo 11: Autorización de la entidad competente .....	236
	Anexo 12: Planos .....	237

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> Dotaciones de Agua para Viviendas Unifamiliares.....	22
<b>Tabla N° 02:</b> Dotaciones de Agua para Locales Educativos .....	22
<b>Tabla N° 03:</b> Separación Máxima entre Buzones .....	26
<b>Tabla N° 04:</b> Resultados de Caudales y Velocidades en Tuberías de Agua Potable .....	50
<b>Tabla N° 05:</b> Resultados de Presiones en Nodos de la Red de Agua Potable.....	51
<b>Tabla N° 06:</b> Variación de los Niveles de Agua en el Reservorio .....	52
<b>Tabla N° 07:</b> Variación de Flujo en la Bomba.....	53
<b>Tabla N° 08:</b> Verificación de los Parámetros Hidráulicos de la Red de Alcantarillado-EBAR- Colectores Panamá y Alambear .....	55
<b>Tabla N° 09:</b> Verificación de los Parámetros Hidráulicos de la Red de Alcantarillado-Colector Panamá .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Titular del diario La República referente a la discontinuidad del servicio de agua potable en el P.J. Villa Hermosa. 24 de julio 2018.....	2
<b>Figura N° 2:</b> Titular del programa RPP Noticias referente a la calidad del agua potable en el P.J. Villa Hermosa. 28 de agosto 2014. ....	3
<b>Figura N° 3:</b> Área de desarrollo de la investigación, 1° y 2° sector del P.J. Villa Hermosa. ...	4
<b>Figura N° 4:</b> Acuífero Libre.....	32
<b>Figura N° 5:</b> Acuífero Confinado .....	33
<b>Figura N° 6:</b> Acuífero Semiconfinado .....	33
<b>Figura N° 7:</b> Resistividad de las Rocas.....	34
<b>Figura N° 8:</b> Sondeos Eléctricos Verticales.....	36
<b>Figura N° 9:</b> Catastro urbano de los sectores 1 y 2 del P.J. Villa Hermosa.....	38
<b>Figura N° 10:</b> Red de Alcantarillado-Sectores 1 y 2 del P.J. Villa Hermosa .....	45
<b>Figura N° 11:</b> Red de Agua Potable-Reservorio de 3000m <sup>3</sup> -Sectores 1 y 2 de Villa Hermosa .....	49
<b>Figura N° 12:</b> Gráfico de los Niveles de Agua en el Reservorio .....	52
<b>Figura N° 13:</b> Gráfico de Flujo en la Bomba.....	53

## I. INTRODUCCIÓN

El servicio básico de agua potable y alcantarillado del PJ. Villa Hermosa es administrada por la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque (EPSEL); en un inicio la continuidad del agua potable era mínima, a esto se sumaba la baja presión con la que llegaba a los domicilios. Además, el servicio de alcantarillado era deficiente. Estos factores generaban un constante malestar en los pobladores ya que no podían desarrollar normalmente actividades cotidianas referidas a la alimentación, aseo, limpieza, entre otros. Posteriormente, en el año 2011 se desarrolló un proyecto enfocado al mejoramiento del agua potable y alcantarillado de 10 pueblos jóvenes cuya población en gran parte se encontraba bien consolidada. Entre ellos, Villa Hermosa, uno de los dos pueblos jóvenes que contaban con saneamiento físico legal definitivo. Sin embargo, luego de culminados los trabajos, se encontraron algunas deficiencias.

Según Vega [1], el Ministerio Público en sus documentos indica que el consorcio IOTA construyó tres pozos tubulares a 40 m de profundidad, sin tener en cuenta el estudio de prospección geoelectrica que recomendaba solo hasta una profundidad de 31 m; lo que ocasionó la contaminación del agua a distribuir con agua mineralizada. Esto tuvo como consecuencia el cierre del también recientemente construido reservorio, siendo los pobladores los más perjudicados, quienes solo recibían 3 horas de agua al día (Figura N° 01). El reservorio es del tipo elevado con una capacidad de 1000 m<sup>3</sup>; tal como se indica, actualmente no está operando; pero cuando estuvo en funcionamiento, era abastecido por los pozos tubulares N° 01, N° 02 y N° 03. Sin embargo, el agua extraída de estos pozos generó gran alarma en la población, al presentar un sabor salado y color amarillento oscuro.

La salud humana depende no sólo de la cantidad de agua suministrada, sino también de la calidad de la misma; según Fernández [2]. Por lo tanto, la entidad responsable estaba en la obligación de darle una solución inmediata a este problema. En ese sentido, EPSEL consideró emplear el reservorio de 3000 m<sup>3</sup> ubicado en el mercado Moshoqueque (intersección de la calle Ecuador y Av. Venezuela). Esta estructura también fue construida en el proyecto de mejoramiento antes mencionado con el fin de abastecer a la zona norte de la ciudad de Chiclayo teniendo como límite a la calle Las Tunas, en el PPJJ. Villa Hermosa. La zona que continúa sería abastecida por el reservorio de 1000 m<sup>3</sup>. Sin embargo, hasta la actualidad, el reservorio de mayor capacidad abastece a la localidad en mención y en efecto al área de influencia de este estudio.

Otra dificultad que aqueja al PJ. Villa Hermosa son los colapsos frecuentes de las cámaras de inspección, esto da lugar a la emanación de malos olores, formación de focos contaminantes y proliferación de enfermedades teniendo como potenciales víctimas a los mismos pobladores.

**Figura N° 1:** Titular del diario La República referente a la discontinuidad del servicio de agua potable en el PJ. Villa Hermosa. 24 de julio 2018.



**Fuente:** La República

Como lo indica RPP noticias [3], de acuerdo a los pobladores, el agua de origen subterránea que se les abastece, está sucia y produce alergias y enfermedades en los niños y adultos. Estas enfermedades podrían desencadenar una serie de infecciones gastrointestinales, que, de no ser tratadas adecuadamente, provocarían la pérdida de muchas vidas. (Figura N° 02). Después de los reclamos realizados a EPSEL, como lo sostiene el presidente del pueblo joven Villa Hermosa, Dilberto Tarrillo Sánchez, el servicio de agua potable mejoró de manera parcial, aumentando a 6 las horas de servicio por día. No obstante, el servicio seguía presentando discontinuidad y la presión con la que llega a gran parte de los domicilios aún es deficiente.

Según manifiesta el Ministerio de Economía y Finanzas [4] el gran reto es lograr que los servicios de agua potable y saneamiento que se deriven de los proyectos de inversión pública sean realmente sostenibles, y para ello son fundamentales las acciones en educación sanitaria, capacitación para la población y fortalecimiento de las entidades encargadas de la operación y mantenimiento.

**Figura N° 2:** Titular del programa RPP Noticias referente a la calidad del agua potable en el PJ. Villa Hermosa. 28 de agosto 2014.

## **Chiclayo: pobladores de Villa Hermosa protestan por calidad de agua**

De acuerdo a los pobladores, el líquido vital del pozo tubular que los abastece, está sucia y produce alérgias y enfermedades en los niños y adultos.

28 de agosto del 2014 - 5:55 PM | Redacción



**Fuente:** RPP Noticias

El conocimiento sobre este tema de estudio es deficiente, porque si bien los pobladores ahora cuentan con 6 horas de servicio de agua potable al día, la mayoría desconoce la red integral de agua potable y más aún el estado actual en el que se encuentra, a esto se suma el desconocimiento de la calidad del agua que suministran los pozos construidos en el proyecto antes mencionado. Lo mismo pasa con la red de desagüe, ya que, si bien los pobladores manifiestan su continuo malestar por los frecuentes colapsos de buzones, desconocen la causa principal de este problema.

El servicio básico adecuado de agua potable y de alcantarillado permite reducir las enfermedades de origen hídrico y elevan las condiciones de vida de la población [4]. En ese sentido, se plantea realizar un diagnóstico de la red de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa, con un área de estudio de 10.73 ha y un perímetro de 2Km. que a su vez comprende 22 Mzs. (Figura N° 03). Esto con miras a que los datos obtenidos en esta investigación, sirvan como información base para implantar alternativas de mejoramiento, ya que como explica Rodríguez [5], un uso eficiente del agua implica la utilización de mejores sistemas de extracción, conducción y almacenamiento de agua; además del campo de la forma de pensar de los usuarios del recurso.

**Figura N° 3:** Área de desarrollo de la investigación, 1° y 2° sector del P.J. Villa Hermosa.



**Fuente:** Google Earth

A partir de los antecedentes presentados, surgió la interrogante ¿Las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa se encuentran en una óptima condición operativa? Para responderla, se ha creído conveniente desarrollar este trabajo de investigación, el cual servirá a las autoridades y pobladores del pueblo joven Villa Hermosa para conocer el estado actual de la red de agua potable y alcantarillado, los cuales constituyen necesidades fundamentales para la vida de la comunidad; representando un tema de suma importancia, puesto que como beneficiarios, todos los pobladores deben tener conocimientos básicos respecto a la calidad del agua que se les abastece y la red de distribución de agua potable. Del mismo modo, la condición de la red de alcantarillado. El conocimiento de la situación actual de la red de agua potable y alcantarillado del pueblo joven Villa Hermosa que abarca el área de influencia de la presente investigación, dan lugar a la trascendencia de la misma: obtener información que servirá como base para el desarrollo de futuros proyectos de mejoramiento de los servicios básicos, que tengan influencia directa en una mejor calidad de vida para los pobladores del pueblo joven Villa Hermosa, preservando su salud y contribuyendo al óptimo desarrollo de sus actividades cotidianas.

El objetivo general de este trabajo es evaluar el estado actual de las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa. Para ello, se han considerado los objetivos específicos referidos a:

- Determinar la calidad del agua suministrada por el pozo tubular N° 01.
- Reconocer la distribución de la red de agua potable y modelar en el software WaterCad.
- Determinar la presión de servicio en las conexiones domiciliarias de agua potable.
- Comprobar el funcionamiento de la red de alcantarillado a través del modelamiento en el software SewerCad, verificando que la red en mención cumple tensión tractiva.
- Verificar que las redes de agua potable y alcantarillado cumplen con la normativa vigente.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del problema

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**Amézquita, Pérez y Torres [6] en el año 2014, realizaron el artículo “Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua”.** Esta investigación tiene como objetivos: proteger la integridad física, hidráulica y de calidad del agua del SDA para garantizar el aseguramiento del suministro del agua potable; evaluar el riesgo de manera integral y finalmente poder identificar las medidas más adecuadas para controlar los riesgos señalados. La metodología utilizada en este artículo parte de la conformación del equipo PSA y recopilación de información secundaria disponible; elaboración de la matriz de peligros y eventos peligrosos y finalmente la valoración del riesgo mediante la matriz semicuantitativa. Para estas fases los instrumentos de recolección de datos considerados fueron las visitas técnicas a la empresa prestadora del servicio y entidades como instituciones de salud, ambientales, educativas y de planeación municipal. También se utilizó una matriz semicuantitativa teniendo en cuenta aspectos relacionados con la calidad, cantidad y continuidad del servicio. Entre los resultados obtenidos: se identificaron un total de 38 eventos peligrosos. De los eventos peligrosos identificados el 58 % del total de estos están relacionados en su mayoría con problemas de mantenimiento, un 55 % del total de eventos con la operación y el 45 % del total con el diseño.

**La investigación desarrollada por Barjoveanu, Comandaru, Rodriguez, Hospido y Teodosiu [7] en el año 2014 y plasmada en su artículo “Evaluation of water services system through LCA. A case study for Iasi City, Romania”.** El objetivo principal de esta investigación es utilizar a la evaluación del ciclo de vida (ECV) como un medio para analizar el sistema de agua potable de Iasi, Rumania. Asimismo, se busca demostrar la utilidad del enfoque ECV, como un instrumento auxiliar para la gestión de los recursos hídricos. La metodología desarrollada inicia con el inventario de ciclo de vida (ICV) del sistema de agua de Iasi, teniendo en cuenta todos los componentes de la red de agua potable, así como su función relacionada con el ciclo de vida del uso del agua; es decir, los procesos que recorre el agua antes de llegar a los puntos de consumo y los procesos que constituyen la fase posterior al uso el recurso hídrico. Los instrumentos empleados en la recolección de datos fueron visitas técnicas y entrevistas a la compañía que opera el sistema de agua en Iasi, de aquí se obtienen los datos

de primer plano que describen los procesos de ICV. Por otro lado, los datos correspondientes a los procesos de fondo se obtuvieron de la base de datos Ecoinvent 2.0. La muestra de estudio está conformada por el sistema completo de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Iasi (Rumania). Los resultados señalan que, para este sistema de agua potable, la red anterior a los puntos de consumo genera mayores impactos que la red posterior a los puntos de consumo, esto debido al esfuerzo energético necesario para el abastecimiento de agua y las pérdidas de carga bastante altas en el sistema de distribución. Sin embargo, después de utilizada, la descarga de aguas residuales tratadas sigue siendo responsable de muchos de los impactos negativos relacionados con el agua, como la eutrofización o emisiones a cursos de agua superficiales. Además del enfoque de ECV, este estudio presenta varios aspectos para mejorar el desempeño ambiental de los servicios de agua, tales como: cambios de fuentes de agua, mejora del sistema de distribución y rediseño de la PTAR.

**Hai-Qin, Yan, Hong-Wu, Lu-Ming [8] en el año 2015, desarrollaron el artículo “Assessment of the service performance of drainage system and transformation of pipeline network based on urban combined sewer system model”.** Este artículo tiene como objetivo proporcionar una base para la planificación y el diseño de drenaje urbano. Para ello se evaluó la capacidad del sistema de drenaje; se realizó la simulación del efecto de transporte de la red de drenaje y la capacidad de carga de las instalaciones de drenaje. La metodología empleada, básicamente comprende el modelamiento del sistema integral de alcantarillado de la ciudad en cuestión, una vez analizado el desempeño, se puede realizar la evaluación de la red y su posterior diseño. Respecto a los instrumentos utilizados, este estudio adopta InfoWorks Integrated Catchment Management (ICM) para presentar los dos sistemas combinados de drenaje de alcantarillado en el distrito de Yangpu, Shanghái (China). El modelo puede ayudar al diseño del sistema de drenaje. La calibración del modelo se realiza en base a los eventos históricos de precipitación. El modelo calibrado se utiliza para evaluar el drenaje de salida y las cargas de tuberías para el escenario de tormenta actualmente existente o posiblemente en el futuro. La muestra de estudio está constituida por los dos sistemas de drenaje de alcantarillado en el distrito de Yangpu Shanghái: sistema de desagüe y sistema de drenaje pluvial. Finalmente, el estudio encontró que los resultados de simulación y análisis del modelo del sistema de drenaje eran confiables. Podrían representar completamente el desempeño del servicio del sistema de drenaje en el área de estudio y ser fuente confiable para la toma de decisiones en el mejoramiento de la red de tuberías.

**Chiguaque [9] en el año 2018, desarrolló la tesis “Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario para los Sectores Cuatro Caminos, El Cerrito y La Frontera, aldea El Pajón y Sistema de Agua Potable para la aldea El Pueblito y 0 calle de la cabecera municipal Santa Catarina Pinula, Guatemala”. Tesis de grado: Universidad de San Carlos de Guatemala.** Esta investigación tiene como principal objetivo realizar el diseño del sistema de red de alcantarillado sanitario en la aldea El Pajón y el sistema de red de distribución de agua potable en la aldea El Pueblito, para mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y finalmente, proveer a la municipalidad de Santa Catarina Pinula los diseños de la red de drenaje y agua potable. La metodología utilizada abarca los estudios de las necesidades que existen en el municipio, mismos que se han desarrollado en una investigación monográfica. Luego, para el proyecto de red de alcantarillado sanitario se tomaron como base las investigaciones monográficas y se realizaron estudios de la población futura de la aldea El Pajón. Por otro lado, para el proyecto de red de distribución de agua potable se realizó la topografía para determinar la longitud total del proyecto y finalmente se procedió a realizar el diseño hidráulico. Los instrumentos empleados fueron: para la fase de investigación monográfica se utilizaron como instrumentos las fichas de análisis; para las fases de diseño de sistema de agua potable y alcantarillado se utilizaron como instrumentos de recolección de datos: cuadros de los respectivos levantamientos topográficos, mismo que fueron realizados con estación total Top GTS-240. De los resultados obtenidos los más resaltantes son: El sistema de alcantarillado sanitario beneficiará a 10 142 habitantes de la aldea El Pajón, por lo cual este proyecto mejorará la calidad de vida de la población, disminuyendo los focos de enfermedades por medio de un adecuado manejo de las fuentes de agua. Asimismo, el sistema de red de distribución de agua potable beneficiará a 8 247 vecinos de la aldea El Pueblito.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

**Machado [10] en el año 2018, realizó la tesis “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Santiago, distrito de Chalaco, Morropon – Piura”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Piura.** Esta investigación tiene como principal objetivo realizar el diseño de la red de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Santiago, Distrito de Chalaco, utilizando el método del sistema abierto. Esto partiendo de un diagnóstico del área de influencia y área de estudio; elaborar el diseño de la captación, aplicando todos los criterios técnicos requeridos en la normatividad peruana, diseñar la red de conducción, red de aducción, la red de distribución, válvulas de purga de aire y barro, así como cámaras

rompe presión, teniendo en cuenta las normas nacionales como el RNE y otras afines; y finalmente presentar los cálculos correspondientes al diseño de abastecimiento de agua potable. La metodología empleada parte de la descripción del sistema existente; cálculo de la población actual y futura, como la descripción y el cálculo técnico del sistema proyectado, así como el modelado en el software WaterCad para su posterior comparación con el método abierto. Finalmente se presentan el metrado, presupuesto integral y análisis de costos unitarios del proyecto. Los instrumentos considerados son: fichas de análisis de datos y cuadros de presupuesto. Entre los resultados obtenidos, mediante el software WaterCad se simuló el diseño de la red de abastecimiento de agua potable coincidiendo en velocidades y presión con el método abierto. Asimismo, se ha determinado que el proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado Santiago es viable.

**Carhuapoma [11] en el año 2018, desarrolló la tesis “Diseño del Sistema de Agua Potable y eliminación de excretas en el sector Chiqueros, distrito Suyo, provincia Ayabaca, región Piura”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Piura.** Esta investigación tiene como objetivo realizar un diseño de sistema de agua potable y eliminación de excretas óptimo y que cumpla con los parámetros de diseño establecidos por las normas técnicas peruanas. La metodología parte de una evaluación socioeconómica de área en estudio, revisión de opciones técnicas para el sistema de abastecimiento de agua potable, se realizó un análisis de los parámetros de diseño tales como el periodo de diseño, el análisis poblacional, la determinación de la dotación y el cálculo de los caudales de diseño, se analizó la selección de captación usada, y el cálculo de sus elementos que la conforman. Asimismo, se analizaron las consideraciones básicas para la selección de tipo de almacenamiento a usar; también se analizó cada uno de los criterios técnicos normados para proceder con el diseño de la red de distribución. Además, se ha tenido en cuenta el desarrollo de una evaluación de impacto ambiental, a partir del cual fueron seleccionadas las medidas de mitigación, control, identificación y evaluación de vulnerabilidad del sistema de agua potable y eliminación de excretas. Entre los resultados obtenidos, el diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas cumple con los parámetros y normas vigentes de nuestro país; además, la selección de la fuente de captación tipo manantial en condiciones de salubridad aptas, garantizará que los pobladores de la localidad de Chiqueros, puedan consumir agua potable, erradicando con ello los problemas de salud.

**Un estudio similar fue realizado por Martínez [12] en el año 2018, en su tesis “Diseño del Sistema de Alcantarillado del Centro Poblado Huerequeque – La Unión - Piura”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Piura.** El objetivo principal de esta investigación es contribuir a la expansión de los servicios básicos en la población del distrito de Huerequeque elaborando el diseño de la red de alcantarillado como el punto de comienzo para mejorar la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo de este centro poblado del distrito de La Unión. La metodología empleada parte de la descripción del área de influencia del proyecto; cálculo de la población actual y futura. Además, se presenta el metrado, presupuesto integral, análisis de costos unitarios del proyecto y planos.

Entre los resultados obtenidos: el diseño hidráulico realizado permite concluir que el sistema diseñado es viable técnica y económicamente. Asimismo, las cotas obtenidas en el estudio topográfico muestran que el centro poblado Huerequeque tiene un terreno llano que no permitía llevar por gravedad las aguas residuales hasta el lugar de la planta de tratamiento, por lo que la cámara de bombeo es la opción más viable para transportar los desechos a un lugar que cumpla las distancias mínimas según la norma OS 0.90.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

**Torres y Lainez [13] en el año 2018, realizaron la investigación “Evaluación del Sistema de abastecimiento de Agua y Alcantarillado de la localidad de Vista Hermosa – Distrito de Ocumal -Provincia de Luya – Amazonas”. Tesis de grado: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.** Esta investigación tiene como objetivo principal Evaluar el Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado de la localidad de Vista Hermosa, Amazonas. Esta investigación también tiene como fin diseñar un sistema adecuado de abastecimiento de agua y alcantarillado considerando el presupuesto integral del proyecto. La metodología empleada parte de un diagnóstico del estado actual de los sistemas de agua potable y alcantarillado, para ello el instrumento empleado fue la aplicación de una entrevista. Luego se realizó el estudio topográfico de la zona, los datos obtenidos fueron procesados con el programa AutoCAD Civil 2017 para luego obtener los planos en planta georreferenciados. Asimismo, se realizó el estudio de suelos a través de la ejecución de 3 calicatas, de donde se extrajeron las muestras para su posterior análisis en laboratorio. Los resultados obtenidos evidencian que la localidad Vista Hermosa actualmente cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable en mal estado: la fuente de agua no abastece de agua en

temporada de estiaje, la red de conducción y distribución se encuentra en mal estado y deteriorado; por otro lado, en lo que respecta al sistema de alcantarillado, se cuenta con sistema de saneamiento básico a base de letrinas construidas rústicamente y sin ningún mecanismo de tratamiento de aguas residuales.

**Almestar y Ravines [14] en el año 2019, desarrollaron la tesis “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”. Tesis de grado: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.** Este trabajo de investigación tiene como objetivo disminuir las enfermedades de origen hídrico: diarreas agudas (EDAs) y parasitarias en la población del distrito de Puerto Eten. La metodología empleada parte del diagnóstico de la situación actual de los sistemas de agua potable y alcantarillado, para ello el instrumento empleado fue la revisión de documentación proporcionada por la Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales. Luego se realizó el levantamiento topográfico de la zona, para ello se utilizaron los equipos del laboratorio de Topografía de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. A continuación, se realizó la exploración y muestreo de suelos a través de la ejecución de 15 calicatas. Finalmente se realiza el cálculo de los componentes de los Sistemas de Saneamiento y Alcantarillado. Entre los resultados: se amplió la red de distribución de agua potable para el periodo de diseño, obteniéndose diámetros de 4” y 6”; se verificó la presión mínima en todos los tramos de la red de distribución, siendo estas mayores a la mínima determinada por el reglamento nacional de edificaciones. En el caso del sistema de alcantarillado, se amplió la red de alcantarillado para el periodo de diseño, obteniéndose diámetros de 8”, 10” y 12”. Asimismo, Se verificó la tensión tractiva en todos los tramos de la red de alcantarillado, siendo estas mayores a la mínima determinada por el reglamento nacional de edificaciones.

## **2.2 Bases Teórico Científicas**

### **2.2.1 Bases Teórico Científicas - Red de Agua Potable**

2.2.1.1. AGUA: Para Prieto [15] el agua es un componente ambiental que da lugar a la formación de la hidrósfera, la cual a su vez es entendida como una de los factores abióticos que rodean el globo terráqueo. El punto más importante en esta definición radica en que, la vida empieza en el agua: el agua es depósito de calor y fuente de frío, permite el transporte de los

alimentos a cada célula del cuerpo, es un gran conductor de la electricidad y materia prima para la formación de plantas. Es decir, el agua es parte esencial de los seres vivos: hombre, animal y vegetal, cuyos cuerpos se componen de aproximadamente un 72% de agua.

2.2.1.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE: Según lo indica [15], para conseguir el abastecimiento de agua potable, previamente debe realizarse un estudio al lugar de obtención, dicho estudio debe evaluar su calidad y sanidad para evitar enfermedades de orden hídrico. Asimismo, [15] considera que se debe tener en cuenta la capacidad de la fuente, conducción y almacenamiento con base en un gasto mínimo de 25 a 30 litros diarios por persona. Por otro lado, Fair, Geyer y Okun [16] afirman que los sistemas municipales de aguas generalmente comprenden: 1) obras de captación, 2) obras de purificación, 3) obras de conducción y 4) obras de distribución. Los componentes descritos a continuación serán en torno a las fases antes mencionadas.

2.2.1.2.1. FUENTE: Para Gray [17] existen dos tipos de fuentes:

- a. Agua superficial: Término referido a cualquier tipo de agua que se encuentra discurriendo o estancada en la superficie tales como arroyos, ríos, estanques, lagos y embalses.
- b. Fuentes de agua subterránea: Generalmente referidas a los acuíferos, los cuales son estratos subterráneos de roca porosa que contiene agua a través de la cual el agua puede circular después de que ha pasado hacia abajo (infiltración) desde las capas superiores del suelo.

Como se mencionó en [15], es fundamental garantizar que el agua de la fuente tenga una calidad óptima, para ello, se debe realizar el análisis de todos sus parámetros: físicos, químicos y microbiológicos. Asimismo, se debe evaluar si la cantidad de agua que contiene la fuente es capaz de asegurar el caudal máximo diario aún en época de estiaje.

2.2.1.2.2. OBRAS DE CAPTACIÓN: Según [17], en la última mitad del siglo XX, se ha explotado la captación desde los ríos junto con los recursos de las aguas subterráneas. En el caso de las fuentes superficiales, la captación está enfocada a la construcción de presas o el uso de pontones flotantes. Para [15], en la captación de aguas de ríos existen tres casos:

- a. Si la cantidad de agua por utilizar es muy pequeña, basta construir a uno o dos metros de la orilla del río una caja o tanque que tenga su base a un metro más abajo que el nivel

mínimo de las aguas en estiaje y épocas de máxima sequía. En el caso de que el agua debe elevarse, se instalarán en la orilla bombas de instalación.

- b. Por otro lado, si el agua no es tomada directamente del río, sino de excavaciones en terrenos aledaños constituidos por materiales con propiedades filtrantes, se excavan pozos. Aquí se encontrará abundante agua a poca profundidad con la ventaja que presenta mayor grado de pureza que la que contienen los ríos.
- c. Finalmente, en el caso de tratarse de grandes abastecimientos de agua, como también lo indica [17], se debe recurrir al embalse de aguas, mediante la construcción de una presa o gran muro de contención sobre el cauce del río e instalando la toma en el interior del mismo.

En lo que respecta a fuentes subterráneas, [15] sostiene que la captación se realiza mediante pozos, siendo los convencionales aquellos que son excavados a cielo abierto, de sección circular con o sin galerías transversales de captación, el cual consiste en hacer una fosa hasta el nivel freático del agua para alcanzar mayor superficie de aportación de los filetes líquidos. Es importante tener en cuenta que antes de perforar un pozo se debe hacer una investigación de la profundidad de la capa acuífera, constitución de las diversas capas del terreno y calidad de las aguas.

2.2.1.2.3. PLANTA DE TRATAMIENTO: Para [16], la calidad de algunas aguas procedentes ya sea de fuentes superficiales o subterráneas en su estado natural es satisfactoria para todos los usos comunes, incluyendo su necesaria desinfección. No obstante, existen aguas con sustancias que deben removerse, reducir a límites tolerables, destruirse o alterar sus características previo a la distribución hacia el consumidor. Las obras de purificación más comunes son:

- a. Plantas de filtración: Después de los procesos de coagulación y sedimentación, estas plantas se encargan de remover el calor, turbidez, bacterias y otros organismos potencialmente nocivos, mediante filtración, haciendo uso de arena u otras sustancias granulares.
- b. Plantas supresoras de hierro y manganeso: Se encargan de remover las cantidades excesivas de estos metales; primero los oxidan y luego son convertidos en flóculos insolubles, estos finalmente son removidos por sedimentación y filtración.
- c. Plantas suavizadoras: Su función es remover la cantidad excesiva de ingredientes que consumen jabón, primordialmente concentraciones de calcio y magnesio haciendo uso de dos diferentes métodos. El primero consiste en adicionar cal y carbonato sódico, los

cuales precipitan al calcio como carbonato y al magnesio como hidróxido; el segundo método implica permitir el paso del agua a través de un medio de intercambio catiónico que sustituye los iones de calcio y magnesio por iones sódicos que se regeneran a sí mismos mediante salmuera.

Según [17], con excepción de las aguas subterráneas puras concretas, todas las aguas suministradas requieren purificación; lamentablemente, aunque en teoría el agua más sucia puede purificarse hasta tener la calidad del agua potable, en la práctica incluso el tratamiento de agua relativamente pura para obtener agua final de una calidad estable y en suficiente volumen es técnicamente muy complicado. El tratamiento de agua comprende una serie de procesos que generalmente operan en serie, estos son: tamizado preliminar, almacenamiento, filtrado y microfiltración, aireación, coagulación, floculación, clarificación, filtración, ajuste de pH, desinfección, ablandamiento, y eliminación de lodos. Cabe resaltar que es poco común que todos los procesos se realicen en una sola planta de tratamiento. Las operaciones más caras en los tratamientos convencionales son la sedimentación y la filtración, mientras que operaciones más especializadas para ablandamiento del agua o la eliminación de contaminantes específicos tales como nitratos y pesticidas pueden ser muy caros.

2.2.1.2.4. LÍNEAS DE CONDUCCIÓN: Según [17], constituyen la primera categoría en las conducciones de agua. Son las conducciones principales, presentan longitudes mayores y no tienen ramificaciones o conexiones a tuberías de servicio. Se utilizan para transportar grandes volúmenes de agua desde la fuente hasta la planta de tratamiento, desde la planta hasta los depósitos de servicio o almacenamiento y desde un depósito de servicio a otro.

Cabe resaltar que la capacidad de esta estructura debe permitir conducir el caudal correspondiente al máximo anual de la demanda diaria. En lo que corresponde a los tipos de conducción, existen dos: por gravedad (canales) y por presión (tuberías).

2.2.1.2.5. DEPÓSITO DE SERVICIO O RESERVORIO: [17] afirma que son estructuras necesarias, principalmente porque los recursos de agua y generalmente la planta de tratamiento están a considerable distancia del centro de las poblaciones. En el caso que la fuente sea subterránea, el agua debe ser bombeada al ritmo de los máximos y no al valor medio de la demanda. En ese sentido, los depósitos de servicio garantizan que se cumplirá con todos los máximos de demanda de agua, mientras que las bombas pequeñas y las conducciones principales se pueden utilizar para satisfacer la demanda media diaria de caudal en lugar de las

demandas máximas que pueden ser entre 50-80% más altas. También tiene otras funciones importantes tales como proveer una capacidad de almacenamiento de reserva en caso de problemas en la planta de tratamiento o en las conducciones principales.

Para [16], los depósitos de servicio deben tener agua suficiente para: 1) satisfacer las variaciones por hora en el consumo de agua excedentes al influente (volumen de regulación); 2) suministrar agua suficiente para combatir fuertes incendios (volumen contra incendio) y 3) permitir el cierre de las líneas de alimentación para su inspección y reparaciones menores (volumen para reserva).

**2.2.1.2.6. OBRAS DE DISTRIBUCIÓN:** Para [17], es el sistema que comprende la línea matriz o de alimentación, seguido de la red de distribución y las tuberías de servicio o acometida domiciliaria. La red de distribución consiste en tuberías de diferentes tamaños desde 450 mm (18") e incluso mayores, hasta de 50 mm (2"), siendo también comunes 75 mm (3"), 100 mm (4") y 150 mm (6"). Las tuberías vienen en materiales variados, siendo el más utilizado el hierro (fundido, dúctil o colado), PVC (cloruro de polivinilo sin plastificante), MDPE (polietileno de media densidad) y el progresivamente desfasado cemento de asbestos. Finalmente, la tubería de servicio, es aquella que lleva el agua desde las redes de distribución hasta las casas de los consumidores. Para viviendas sencillas, estas es una tubería pequeña de menos de 25 mm de diámetro, que aumenta en proporción al número de niveles o nivel de importancia que tenga la edificación, pudiendo llegar a ser incluso del mismo diámetro que la conducción de distribución cuando se suministra a grandes complejos industriales.

### **2.2.1.3. NORMAS TÉCNICAS PERUANAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Según el Ministerio de Vivienda [18] por D.S. N°-011-2006-Vivienda se aprueban 66 Normas Técnicas, dentro de las cuales se encuentra el Título II: Obras de Saneamiento y el Título III: Instalaciones Sanitarias, siendo 12 de ellas las referentes al Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado como son:

#### **2.2.1.3.1. NORMA OS.010: CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Esta norma tiene como objetivo fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano. Asimismo, el alcance de esta norma es

fijar los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores a 2 000 habitantes.

#### 2.2.1.3.2. NORMA OS.020: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

Como se indica en [18], el objeto de esta norma es establecer criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano, el alcance de esta norma es a nivel nacional.

#### 2.2.1.3.3. NORMA OS.030: ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

La finalidad de esta norma parte de que los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en calidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo, deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento. Esta norma tiene como alcance señalar los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano. Todo esto de acuerdo a lo indicado en [18].

#### 2.2.1.3.4. NORMA OS.040: ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

Como lo indica [18], las estaciones de bombeo tienen como función transportar el agua mediante el empleo de equipos de bombeo. Esta norma señala los requisitos mínimos que deben realizar los sistemas hidráulicos y electromecánicos de bombeo de agua para consumo humano.

#### 2.2.1.3.5. NORMA OS.050: REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

Según [18], esta norma tiene como objetivo fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano. Asimismo, esta norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2 000 habitantes.

## 2.2.2 Bases Teórico Científicas – Análisis del Agua

Para Romero [19], el análisis del agua comprende tres etapas: análisis físico, análisis químico y análisis bacteriológico.

2.2.2.1. ANÁLISIS FÍSICO DEL AGUA: Como lo indica [19], el análisis físico del agua comprende los siguientes parámetros:

2.2.2.1.1. TURBIDEZ: Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbidez en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas. Se expresa en unidades de turbidez nefelométrica (UTN).

2.2.2.1.2. COLOR: Es una propiedad del agua que está en función del contenido de hierro y manganeso coloidal o en solución, además por el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, maderas, etc., y la presencia de ácido húmico y algunos residuos industriales. La unidad de color es el color producido por un mg/L de platino, en la forma de ion cloroplatinato [19].

2.2.2.1.3. OLOR Y SABOR: Según [19], son propiedades principalmente causadas por la presencia de materia orgánica en solución, H<sub>2</sub>S, cloruro de sodio sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc. La determinación del olor y el sabor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor. Estas propiedades se expresan en número detectable (ND) de olor o de sabor.

2.2.2.1.4. TEMPERATURA: Para [19] la determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, tal es su alcance que, en estudio de polución de ríos, estudios limnológicos y en la identificación de la fuente de suministro de pozos, la temperatura constituye un dato necesario. Generalmente, la temperatura se expresa en °C o °F.

2.2.2.1.5. SÓLIDOS: Este parámetro está enfocado a toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida [19]. Es necesario cuantificar la cantidad de material sólido contenido en las diferentes sustancias líquidas y semilíquidas, las cuales van

desde aguas potables hasta aguas residuales, residuos industriales y lodos resultantes del proceso de tratamiento.

2.2.2.1.6. CONDUCTIVIDAD: Según [19], es la capacidad del agua para transportar una corriente eléctrica, que está en función de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Se expresa en  $\mu\text{mho}/\text{cm}$ .

2.2.2.2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA: Para [19], el análisis químico del agua comprende los siguientes parámetros:

2.2.2.2.1. ALCALINIDAD: Es la capacidad que tiene un agua para neutralizar ácidos, reaccionar con iones hidrógeno, aceptar protones o como la medida total de sustancias alcalinas. En el caso de aguas naturales, la alcalinidad está en función a la presencia de tres clases de compuestos: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

2.2.2.2.2. ACIDEZ: Se entiende como la capacidad de un agua para neutralizar bases o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. Como señala [19], dentro del ámbito de la ingeniería sanitaria, la determinación de la acidez es de suma importancia, dado que es necesario conocer las características corrosivas de las aguas ácidas para estimar el costo que supone la remoción y control de las sustancias que producen corrosión.

2.2.2.2.3. DUREZA: Según [19], son aquellas aguas que requieren grandes cantidades de jabón para generar espuma y producen incrustaciones en las unidades en las que se incrementa la temperatura del agua. Se expresa en mg/L.

2.2.2.2.4. GRUPO DEL NITRÓGENO: Los compuestos del nitrógeno constituyen un tema de gran interés para los ingenieros ambientales debido a su importancia en el proceso vital de las plantas y los animales [19].

2.2.2.2.5. GRUPO DEL AZUFRE: Para [19], es un compuesto que puede encontrarse en sus diferentes formas químicas, tanto en la purificación de aguas como en el tratamiento de aguas residuales. Entre los más comunes está el ion sulfato, entendido como uno de los aniones que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas naturales. Se expresa en mg/L.

2.2.2.2.6. CLORUROS: Es una de las especies de cloro más importante en las aguas. Los cloruros están presentes en todas las aguas naturales en concentraciones que varían

ampliamente. En las aguas de mar el nivel de cloruros es muy elevado, siendo en promedio 19000 mg/L; por el contrario, su contenido es generalmente menor que el de los bicarbonatos y sulfatos [19].

2.2.2.2.7. FLUORUROS: La determinación de estos compuestos son de suma importancia por dos motivos según [19]: el primero tiene que ver con su participación en el diseño y operación de unidades de tratamiento para la remoción de cantidades excesivas de fluoruros; y el segundo es porque a partir de este dato se puede efectuar la adición de dosis óptimas a los suministros de agua.

2.2.2.2.8. HIERRO Y MANGANESO: Para [19], ambos compuestos representan problemas para el abastecimiento de agua. Generalmente estos problemas son más comunes en aguas de fuentes subterráneas y lagos estratificados; sin embargo, en algunos casos también se encuentran en fuentes superficiales tales como ríos o embalses.

2.2.2.2.9. SÍLICE: Es el elemento más abundante en la corteza terrestre, el mayor porcentaje de sílice disuelta en agua, tiene como origen la descomposición de los silicatos en los procesos de metamorfismo o meteorización [19]. Se expresa en términos de su óxido,  $\text{SiO}_2$ .

2.2.2.2.10. FÓSFORO: Es un elemento esencial para el crecimiento de plantas y animales. Como indica [19], en el caso de algunos suministros de agua, se usan polifosfatos como medio de control de corrosión. Las aguas subterráneas al presentar menor contenido de fosfatos, son utilizados como trazadores.

2.2.2.2.11. OXÍGENO DISUELTO: Es un factor que se presenta en el agua en cantidades variables; su presencia está en función de la concentración y estabilidad del material orgánico, por lo cual constituye un componente fundamental en la autopurificación de los ríos. Según [19], las concentraciones de oxígeno disuelto en aguas son bajas y disminuyen con la temperatura. Asimismo, el oxígeno disuelto acompañado de  $\text{CO}_2$  es un agente de corrosión del hierro y el acero.

2.2.2.2.12. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO): Es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas en un periodo de cinco días y a 20 °C. En el caso de las aguas residuales domésticas, el valor de la DBO representa aproximadamente de 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable [19].

2.2.2.2.13. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DBO): Representa un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte [19].

2.2.2.2.14. SODIO: Es un metal cuyas sales son muy solubles en agua, motivo por el cual es muy común encontrar aguas con sodio. Según [19], en los ríos el contenido de sodio es muy variable, estando en el rango de 10 a 100 mg/L; por otro lado, en las aguas subterráneas se pueden encontrar elevadas concentraciones de sodio.

2.2.2.2.15. POTASIO: Es un elemento muy activo que reacciona con el oxígeno y el agua. Por lo general, en aguas superficiales la concentración de potasio es menor de 15 mg/L, en el caso de aguas subterráneas, menor de 10 mg/L y en aguas de manantiales cálidos puede superar los 100 mg/L [19].

2.2.2.2.16. CORROSIVIDAD: Para [19], en los sistemas de abastecimiento de agua potable es recomendable suministrar agua no corrosiva, de lo contrario se estaría limitando severamente la vida útil de las tuberías, e incluso existe el riesgo de incorporar al agua metales como plomo, cobre, hierro, etc.

2.2.2.2.17. GRASAS Y ACEITES: Son un conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua [19]. En el caso de las aguas residuales, las grasas y los aceites son muy complicados de transportar en las tuberías de alcantarillado puesto que reducen la capacidad de flujo de los conductos, son difíciles de atacar biológicamente y por lo general es necesaria su remoción en plantas de tratamiento.

2.2.2.2.18. DETERGENTES: Son compuestos de materiales orgánicos superficialmente activos en soluciones acuosas. Como indica [19], las moléculas de estos compuestos son grandes de tal manera que un extremo de la molécula es muy soluble en agua y el otro soluble en aceites.

2.2.2.2.19. MATERIA ORGÁNICA NATURAL (MON): Son las sustancias húmicas provenientes del suelo y producidas en aguas naturales mediante procesos químicos y biológicos de descomposición de vegetación y otros materiales orgánicos [19].

2.2.2.3. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA: Como lo indica [19], el análisis bacteriológico del agua es indispensable en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua, sin embargo, el examen bacteriológico de abastecimiento de agua no implica la búsqueda directa de los gérmenes patógenos. Este examen generalmente involucra dos ensayos: la estimación del número de bacterias de acuerdo con el conteo total en la placa o conteo heterotrófico en la placa y la determinación de la presencia y ausencia de miembros del grupo coliforme.

2.2.2.3.1. CONTEO TOTAL EN LA PLACA O CONTEO HETEROTRÓFICO EN LA PLACA: [19] indica que este ensayo es útil como prueba de control de la calidad de agua que ya ha pasado por los procesos de tratamiento, de esta manera evalúa también la eficiencia de los procesos básicos de tratamiento. Asimismo, este ensayo constituye un método para estimar la calidad sanitaria del agua abastecida.

2.2.2.3.2. ENSAYO DE PRESENCIA-AUSENCIA DE COLIFORMES: Según [19], después de aplicado este ensayo, obtener un resultado positivo implica que al menos un organismo coliforme estuvo presente en la muestra; si, por el contrario, se obtiene un resultado negativo se llegaría a la conclusión de que no había organismos coliformes. El resultado de este ensayo debe arrojar negativo en suministros de agua, de lo contrario se deberán ensayar más muestras, además de notificar preventivamente a los usuarios.

### **2.2.3 Bases Teórico Científicas – Parámetros Básicos de la Red de Agua Potable**

2.2.3.1. DOTACIÓN DE AGUA: Es la cantidad de agua asignada a un habitante por un día para cubrir sus necesidades. La dotación se expresa en la unidad: Lts/Hab/día.

2.2.3.1.1. Dotaciones de Agua para Viviendas Unifamiliares: Como lo indica [18], Norma IS. 010, estas dotaciones estarán en función al área del lote.

**Tabla N° 01:** Dotaciones de Agua para Viviendas Unifamiliares

Área total del lote en m2	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más de 100 L/d por cada 100 m2 de superficie adicional

**Fuente:** RNE-IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones

2.2.3.1.2. Dotación de agua para locales educacionales: Como señala [18], esta dotación depende del personal residente.

**Tabla N° 02:** Dotaciones de Agua para Locales Educacionales

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

**Fuente:** RNE-IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones

2.2.3.1.3. Dotación de agua para mercados y establecimientos: Será de 15 L/d por m2 de área del local, según [18].

2.2.3.1.4. Dotación de agua para áreas verdes: Según [18], la dotación para áreas verdes será de 2 L/d por m2. Además, no se requiere incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas.

2.2.3.2. VARIACIONES DE CONSUMO: Contiene los coeficientes de variabilidad de consumo, los cuales representan incrementos del consumo de agua, ya sea por meses del año o por horas del día. Según lo señalado por [18], los coeficientes de variabilidad son:

Coeficiente de Variabilidad Diaria (K1) = 1.3

Coeficiente de Variabilidad Horaria (K2) = 1.8-2.5

2.2.3.3. DIÁMETRO MÍNIMO: Como se expone en [18], Norma OS. 050, el diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial. En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

2.2.3.4. VELOCIDAD: Según [18], la velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

2.2.3.5. PRESIONES: Para [18], Norma OS. 050, la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

2.2.3.6. VÁLVULAS: Como se indica en [18], la red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud. Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Asimismo, las válvulas deberán ubicarse a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas en sus diferentes tipos, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Otro punto señalado en [18], es que toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

2.2.3.7. CONEXIÓN DOMICILIARIA: Según [18], se deberán proyectar conexiones domiciliarias simples o múltiples de manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control, el cual se ubicará a una distancia entre 0,30 m a 0,80 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio. Asimismo, el diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.

## **2.2.4 Bases Teórico Científicas - Red de Alcantarillado**

2.2.4.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO: Según Báez [20] se define como sistema de alcantarillado al conjunto de alcantarillas utilizadas para la recolección y transporte de las aguas residuales desde la captación hasta su sitio de disposición final.

2.2.4.2. TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO: Para [20] según el tipo de agua transportada, los sistemas de alcantarillado se clasifican en tres tipos.

2.2.4.2.1. ALCANTARILLADO SANITARIO: Como lo sostiene [20], este tipo de alcantarillado transporta las aguas residuales que aporta una comunidad, las cuales a su vez están compuestas por las aguas residuales de origen doméstico, industrial, comercial e institucional.

2.2.4.2.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL: Según [20] el alcantarillado pluvial se encarga de la recolección y evacuación de aguas pluviales en áreas urbanas. Este proceso es muy importante dado que se debe garantizar el tráfico peatonal y vehicular, además del valor de las propiedades sujetas a daños por inundaciones. A diferencia del alcantarillado sanitario, este tipo de sistema puede proyectarse en canales abiertos o conductos cerrados, teniendo en cuenta consideraciones de orden económico.

2.2.4.2.3. ALCANTARILLADO COMBINADO: Según [20], es aquel sistema que realiza los procesos de recolección y evacuación tanto de aguas residuales como pluviales a través de un sistema unitario, siempre que en la localidad en cuestión resulte ser la mejor alternativa teniendo en cuenta todos los costos referidos a la disposición final de las aguas residuales y su eventual tratamiento.

2.2.4.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO: Para [16] los sistemas de aguas residuales normalmente comprenden: obras de captación, obras de tratamiento y obras de descarga o deposición.

2.2.4.3.1. OBRAS DE CAPTACIÓN: Es el sistema comprendido por el conjunto de tuberías subcolectoras, colectores principales, cámaras de inspección y emisores que colectan y conducen las aguas residuales hacia una Planta de Tratamiento de aguas residuales. Cabe resaltar que dentro de estas obras se puede incluir una cámara de bombeo cuando las condiciones topográficas del terreno lo condicionen para disponer las aguas servidas hasta su disposición final.

2.2.4.3.1.1. Conexiones domiciliarias: Comprende el tramo que enlaza o que une la caja de registro domiciliario con los subcolectores. Los diámetros utilizados están entre 4” a 6”, y las pendientes consideradas mínimas deben ser de 1.5%. Asimismo, como indica [18], Norma OS. 070, la conexión predial deberá ser ubicada a una distancia mínima de 1.20 m del límite izquierdo o derecho de la propiedad.

2.2.4.3.1.2. Subcolectores: Son las tuberías que captan las descargas de las conexiones domiciliarias. Pueden utilizarse diámetros que van desde 6” a 14”.

2.2.4.3.1.3. Colectores: Sistema de tuberías que reciben la descarga de los subcolectores. En este sistema no pueden descargar directamente las conexiones domiciliarias.

2.2.4.3.1.4. Colectores principales: Conjunto de tuberías que reciben la descarga de los colectores y al mismo tiempo son aportantes a los emisores.

2.2.4.3.1.5. Emisores: Son aquellos conductos que se encargan de conducir las aguas residuales provenientes de los colectores principales. Además, a lo largo de todo su recorrido ya no reciben aporte alguno hasta llegar a una PTAR.

2.2.4.3.1.6. Cámaras de inspección (buzones): Es una infraestructura que sirve para el mantenimiento del sistema colector; como señala [18] en la Norma OS. 070, los buzones de inspección se usan cuando la profundidad sea mayor de 1,0 m sobre la clave de la tubería. Además, su dimensionamiento está en función del diámetro de tuberías que llegan y salen del mismo. En ese sentido, [18] establece que el diámetro interior de los buzones de inspección será de 1,20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1,50 m para las tuberías de hasta 1200 mm. Para tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño especial. Los techos de los buzones contarán con una tapa de acceso de 0,60 m de diámetro.

a) Criterios de Inserción: Según [18], los buzones se proyectarán en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección, limpieza y en casos adicionales:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro.
- En los cambios de material de las tuberías.

b) Separación Máxima: Está en función al diámetro de las tuberías.

**Tabla N° 03:** Separación Máxima entre Buzones

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

**Fuente:** RNE-OS. 070 Redes de Aguas Residuales

c) Tipos de Buzones: Se pueden identificar tres tipos de buzones.

- Buzón tipo “A”: Buzón construido en concreto simple. Altura máxima de 2.50 m. Aquí se puede incluir el buzón de arranque, llamado así por ser el primero de una red de buzones y tiene una altura mínima de 1.20m.

- Buzón tipo “B”: A diferencia del tipo “A”, este buzón está construido en concreto armado y se caracteriza por tener una altura superior a 2.50m y menor a 3.50m.

- Buzón tipo “C”: Posee una altura superior a 3.5m.

d) Características Técnicas de los Buzones

- Canaletas Media Caña: Es el conducto ubicado en el fondo de las cámaras de inspección por el cual circulan las aguas residuales. Como se muestra por Quiroz y Wan [21], la media caña es diseñada en dirección del flujo considerando además una pendiente del 25% entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

- Dispositivos de caída: Para [18], Norma OS. 070 Redes de aguas residuales, en los buzones en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberán proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída con respecto al fondo de la cámara sea mayor a 1 m.

- Control de Remanso: Como indica [21], para evitar la formación de curvas de remanso, el fondo de las cámaras de inspección deberá contar con una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.

2.2.4.3.1.7. Cámaras de bombeo de aguas residuales: Infraestructura que recibe la descarga de un sistema colector que se encuentra topográficamente más abajo que el sistema existente para recibir la descarga. Este sistema hace posible que las aguas residuales lleguen a un buzón existente y posteriormente puedan seguir su curso por gravedad.

2.2.4.3.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: Para Orozco [22], el tratamiento integral de las aguas residuales comprende cinco etapas refiriéndose al grado de tratamiento obtenido: pre tratamiento, entendido como la etapa preliminar o de preparación; tratamiento primario, aquí se reduce el contenido de DBO hasta el 50%; tratamiento secundario, la eficiencia supera el 80% de remoción de DBO; en lo que respecta al tratamiento terciario se enfoca en la remoción de Nitrógeno y Fósforo. Finalmente, el tratamiento avanzado se refiere a la eliminación de sustancias de interés sanitario.

Además de las etapas, el tratamiento de aguas residuales comprende tres procesos: proceso físico, proceso químico y proceso biológico.

2.2.4.3.2.1. Proceso físico: Según Burton [23] este proceso comprende las operaciones en las que los cambios en las características y propiedades del agua residual se realizan mediante la aplicación de fuerzas físicas. El proceso físico comprende las siguientes operaciones: medición de caudales, desbaste, dilaceración, homogeneización de caudales, mezclado, sedimentación, sedimentación acelerada, flotación, filtración, transferencia de gases y volatilización y arrastre de gases.

2.2.4.3.2.2. Proceso químico: Para [23] es el conjunto de procesos en los que el tratamiento de las aguas residuales se realiza mediante reacciones químicas. El proceso químico se lleva a cabo en combinación con el proceso físico y biológico.

2.2.4.3.2.3. Proceso biológico: Como lo afirma [23] generalmente con un análisis y control adecuados del entorno es posible tratar por vía biológica la totalidad de las aguas residuales. El tratamiento biológico del agua residual tiene como objetivo la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. En el caso del agua residual doméstica y aguas de retorno a usos agrícolas el principal objetivo es la eliminación de nitrógeno y fósforo.

2.2.4.3.3. DEPOSICIÓN FINAL: Para [16] los métodos de deposición final incluyen el uso de los lodos de aguas cloacales como fertilizantes y desarrolladores de suelos; descarga del lodo al mar y relleno de terrenos bajos. Un requerimiento básico a tener en cuenta es que únicamente los lodos secados por calor y los lodos almacenados durante muchos deberán entrar en contacto con cultivos, alimentación o forrajes.

#### 2.2.4.4. NORMAS TÉCNICAS PERUANAS PARA ALCANTARILLADO

Según [18] las normas establecidas para alcantarillado son:

##### 2.2.4.4.1. NORMA OS.060: DRENAJE PLUVIAL URBANO.

Según [18], esta norma tiene como objeto establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana. Asimismo, se aclara que son responsables de la aplicación de esta norma el Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado PRONAP, el Programa de Apoyo al Sector de Saneamiento Básico PASSB, delegando su autoridad para el ejercicio de su función en donde corresponda, a sus respectivas Unidades Técnicas.

##### 2.2.4.4.2. NORMA OS.070: REDES DE AGUAS RESIDUALES.

Como señala [18] esta norma tiene como objetivo fijar las condiciones exigibles en la realización del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre. En el caso de conducción a presión de deberá considerar lo señalado en la norma de líneas de conducción. Asimismo, esta norma contiene los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria para localidades mayores a 2 000 habitantes.

##### 2.2.4.4.3. NORMA OS.080: ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.

Las estaciones de bombeo tienen como objetivo trasladar las aguas residuales mediante el empleo de equipos de bombeo. Asimismo, esta norma señala los requisitos mínimos que deben cumplir las estaciones de bombeo de aguas residuales y pluviales, referidos al sistema hidráulico, electromecánico y de preservación del medio ambiente; tal como lo indica [18].

##### 2.2.4.4.4. NORMA OS.090: PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Según [18] el objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamientos de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo. Asimismo, esta norma está relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

#### 2.2.4.4.5. NORMA OS.100: CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIAS

Como lo sostiene [18], esta norma tiene como objeto brindar las pautas necesarias para realizar el diseño de los componentes del sistema de agua potable, así como las inspecciones básicas de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los principales elementos del sistema de alcantarillado, con miras a lograr el buen funcionamiento y la prolongación de la vida útil de dichos elementos.

### 2.2.5 Bases Teórico Científicas – Parámetros Básicos de la Red de Alcantarillado

2.2.5.1. CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN AL DESAGUE: Conforme lo señala [18] en la Norma OS. 070, el caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal de agua potable consumida.

2.2.5.2. DIÁMETRO MÍNIMO: El diámetro mínimo en un sistema colector será 4”.

2.2.5.3. VELOCIDADES PERMISIBLES: Las velocidades del flujo en el sistema de alcantarillado se ubicarán entre 0.6 m/s y 5m/s.

2.2.5.4. TENSION TRACTIVA: Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Como lo establece [18], Norma OS. 070, cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media ( $\sigma_t$ ) con un valor mínimo ( $\sigma_t$ ) = 1,0 Pa, calculada para el caudal inicial ( $Q_i$ ), valor correspondiente para un coeficiente de Manning  $n = 0,013$ .

Un punto a tener en cuenta en el dimensionamiento hidráulico, es la pendiente mínima que satisface la condición anterior; este parámetro puede ser calculado con la siguiente expresión:

$$S_{0min} = 0.0055Q_i^{-0.47}$$

Donde,  $S_{0min}$  es la pendiente mínima (m/m); y  $Q_i$  es el caudal inicial (L/s).

Como señala [18], se debe considerar que la altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final ( $Q_f$ ), igual o inferior a 75% del diámetro del colector.

## **2.2.6 Bases Teórico Científicas – Topografía**

2.2.6.1. DEFINICIÓN: Según Mendoza [24], la topografía es una rama de la ingeniería que tiene como fin determinar la posición relativa de los puntos, a través de la recopilación y procesamiento de la información de una determinada extensión de terreno. Es decir, la topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña para posteriormente representar su superficie en un plano. A partir de aquí, se demuestra la importancia de la topografía, puesto que interviene en muchas de las etapas de una obra civil, desde el estudio, hasta su posterior ejecución.

### **2.2.6.2. DIVISIÓN DE LA TOPOGRAFÍA:**

Como se indica en [24], la topografía se divide en tres partes:

2.2.6.2.1. PLANIMETRÍA: Se aplica para obtener la representación gráfica de una porción de tierra, sin considerar los desniveles o diferentes alturas de los puntos contenidos en dicho terreno. Para esto se proyectan a la horizontal todas las longitudes inclinadas que intervienen en la determinación del plano.

Existen redes de apoyo planimétricos, tales como el método de la poligonal, la cual se genera a partir de un conjunto de líneas consecutivas, es así que el trabajo de campo consiste en medir ángulos acimutales y longitudes de los lados formados. Existen dos tipos: poligonal cerrada y poligonal abierta.

2.2.6.2.2. ALTIMETRÍA: Según [24], la altimetría permite representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre respecto a una superficie de referencia. En altimetría se deben tener en cuenta las definiciones de cota y B.M.

2.2.6.2.2.1. Cota: Es la altitud de un punto respecto a un plano horizontal de referencia.

2.2.6.2.2.2. B.M. (Bench Mark): Como señala [24] Los bancos de marca están ubicados en toda la extensión del globo terrestre y son establecidos por instituciones especializadas en cada país; en el Perú es el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Para monumentar un B.M. se inicia instalando la placa de bronce en el lugar elegido, luego se realiza una nivelación geométrica partiendo de un B.M. existente, cuyos datos son conocidos.

2.2.6.2.3. TOPOGRAFÍA INTEGRAL: Representa gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, a partir de su posición (planimetría) y su altitud (altimetría).

2.2.6.3. TAQUIMETRÍA: Como se muestra en [24], es un procedimiento de medida que permite obtener de manera simultánea, pero de forma indirecta la distancia horizontal y desnivel entre dos puntos. Se disponen de diversos equipos para la aplicación de este método; sin embargo, en la actualidad los más empleados son el teodolito, la estación total y los GPS navegador y diferencial.

2.2.6.4. CURVAS DE NIVEL: Es una línea imaginaria que une los puntos con la misma elevación respecto a un plano de referencia, generalmente el N.M.M. (nivel medio del mar). Las curvas de nivel permiten representar el relieve de un terreno con gran precisión, puesto que en conjunto representan de manera integral las elevaciones, depresiones y accidentes del terreno. Es importante considerar que las curvas de nivel no se cortan, además son siempre líneas cerradas, aunque no se cierren en el área representada en el plano.

## **2.2.7 Bases Teórico Científicas – Conceptos Básicos de Hidrogeología**

2.2.7.1. ACUÍFERO: Para [25], es la formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente viables para cubrir diversas necesidades. En función de las características de las rocas, se puede hacer la siguiente clasificación:

- Acuífugo: Carece de capacidad de circulación. No retiene agua.
- Acuicludo: Se encuentra saturado; sin embargo, no transmite el agua que contiene.
- Acuitardo: Contiene agua, pero la transmite muy lentamente.
- Acuífero: Tiene la capacidad de almacenar agua en los poros y circula con facilidad por ellos.

### **2.2.7.1.1. ZONAS DE UN ACUÍFERO**

Una de las vías por las cuales los acuíferos reciben agua, es a través de la precipitación, bajo esta idea, [25] afirma que se pueden definir tres zonas: zona de alimentación, zona de circulación y zona de descarga. La zona de alimentación es aquella por donde el agua de precipitación se infiltra, por su parte la zona de descarga es por donde el agua sale del acuífero, como es el caso de un manantial, el mar o un río. Finalmente, la zona de circulación es la parte comprendida entre la zona de alimentación y la zona de descarga.

#### 2.2.7.1.2. TIPOS DE ACUÍFEROS

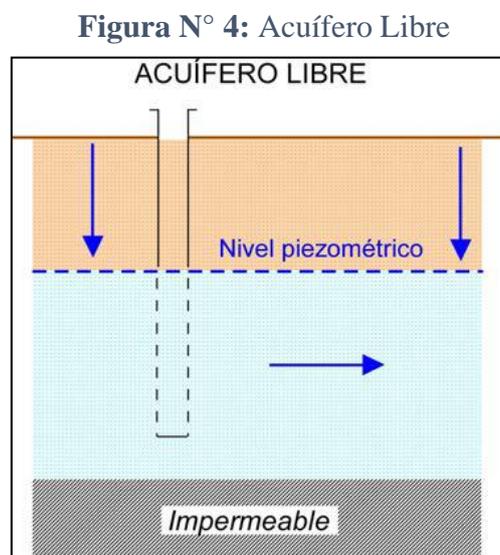
Existen diferentes clasificaciones:

- Según las características litológicas: detríticos, carbonatados, etc.
- Según el tipo de huecos: poroso, kárstico, fisurado.
- Según la presión hidrostática: libres, confinados y semiconfinados

##### 2.2.7.1.2.1 Acuíferos libres

También denominados freáticos o no confinados. En estos existe una superficie libre de agua encerrada, que está en contacto con la presión atmosférica. Según [25] el nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. No obstante, su posición varía en función de las épocas lluviosas o de estiaje.

Según [26], estas aguas libres se ubican hasta los 50 y 80 m de profundidad.

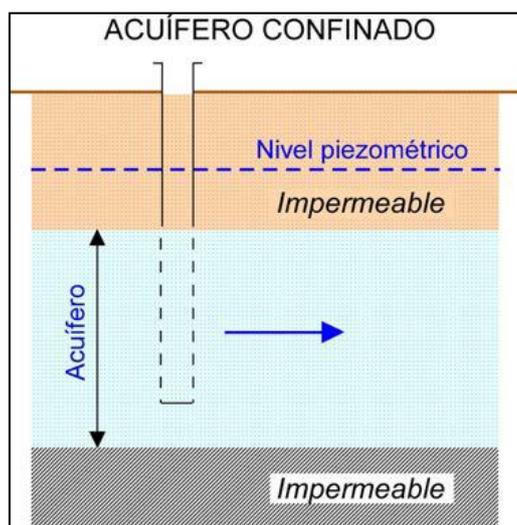


**Fuente:** Manual técnico para la ejecución de pozos

##### 2.2.7.1.2.2 Acuíferos confinados

Conocidos también como acuíferos cautivos, a presión o en carga. El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa la totalidad de los poros o huecos de la formación geológica. A diferencia de los acuíferos libres, aquí no existe zona no saturada. Según [25], si se perfora, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga.

**Figura N° 5:** Acuífero Confinado



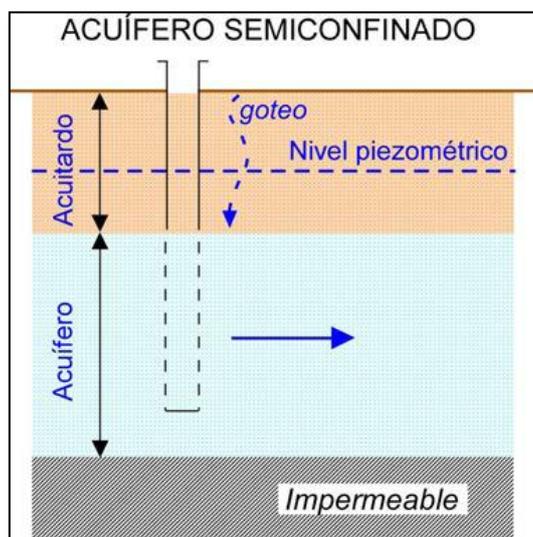
**Fuente:** Manual técnico para la ejecución de pozos

### 2.2.7.1.2.3 Acuíferos semiconfinados

En estos acuíferos, el muro y/o techo son parcialmente permeables; es decir son acuitardos y permiten la filtración vertical del agua. Por lo tanto, pueden recargarse o perder agua a través del techo o de la base. Como indica [25], este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

Un mismo acuífero puede ser libre, confinado y semiconfinado según sectores.

**Figura N° 6:** Acuífero Semiconfinado



**Fuente:** Manual técnico para la ejecución de pozos

### 2.2.7.1.3. FUNCIONAMIENTO DE LOS ACUÍFEROS COSTEROS

Un gran porcentaje de los pozos tubulares se ejecutan en zonas relativamente cercanas a la costa para aprovechar las denominadas aguas basales, interponiéndose al flujo de agua subterránea que se descarga en el mar.

Es importante tener en cuenta que los acuíferos costeros pueden ser de muy diversa naturaleza, tanto en rocas consolidadas como no consolidadas (acuíferos detríticos) y que también pueden ser libres, confinados o semiconfinados [25].

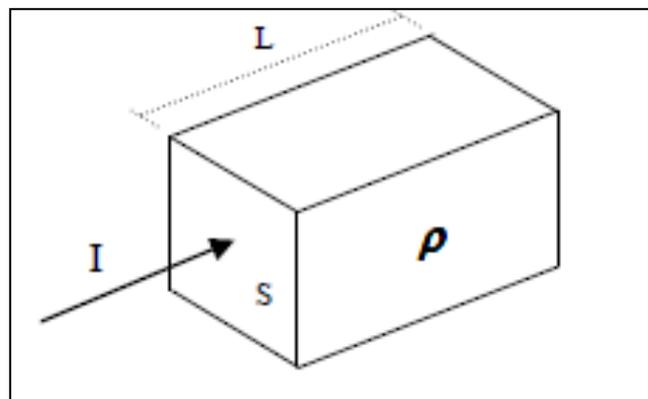
### 2.2.7.2. PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

Para determinar la profundidad en la que se ubican acuíferos que sirvan como fuente de agua potencial para el consumo humano, se cuentan con diferentes métodos, entre ellos el estudio de prospección geoelectrica.

Como lo indica Estrada [27], este método consiste en interpretar los distintos materiales que conforman el subsuelo, a partir de las variaciones de la resistividad en función al paso de la corriente eléctrica. Existen dos categorías de métodos geoelectricos, dependiendo si la corriente es generada o proviene de una fuente existente: Corrientes Artificiales y Corrientes Naturales. Además, estas dos categorías se subdividen: Corriente Continua y los de Corriente Alterna.

2.2.7.2.1. LA RESISTIVIDAD: Es la propiedad más importante de las rocas. Según [27] es la resistencia medida en Ohmios, entre dos caras opuestas de un cubo de material con dimensiones unitarias.

**Figura N° 7:** Resistividad de las Rocas



**Fuente:** Apuntes de Prospección Eléctrica

$$\rho = RS/L (\Omega \text{ m}).$$

Donde:

$\rho$ : Resistividad

R: Resistencia

L: Longitud

S: Área de las caras

Como señala [27], la ley en la que se basa toda la geoelectrica es la **Ley de Ohm**, esta relaciona el Voltaje con la Intensidad de Corriente I y la Resistencia R del medio por el cual circula la corriente:

$$V = IR$$

2.2.7.2.2. LA CONDUCTIVIDAD: Es la inversa de la Resistividad. Existen dos clases de conductividad: La **electrónica**, es la que tienen todos los materiales metálicos que pueden transportar electrones, y la **electrolítica**, referida a los minerales y rocas aislantes que conducen la electricidad a través del agua de impregnación que llena los poros [27]. Es decir, la corriente se da por circulación de iones, y la conductividad se encuentra en función de la cantidad de agua y sales ionizadas disueltas en ella.

#### 2.2.7.2.3. METODO DE RESISTIVIDAD

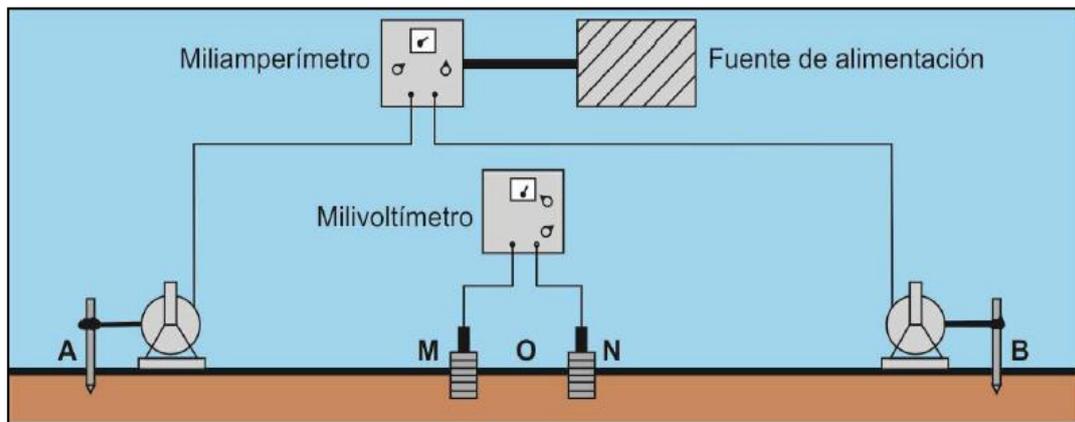
Dentro de los Métodos Geoelectricos de Corrientes Artificiales se ubica el Método de Resistividades (SEV), método de corriente continua que consta de generadores tipo baterías o pequeños motores a combustión [27]. Es el más utilizado para investigaciones, especialmente para la búsqueda de acuíferos.

Este método se presenta con la modalidad de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV). Una batería genera corriente y se transmite mediante cables aislados dispuestos sobre el suelo y en sus extremos se conectan a electrodos, que se clavan para cerrar el circuito eléctrico. Adicionalmente, se emplean dos electrodos que miden la tensión resultante empleando un voltímetro.

El desarrollo del método consiste en determinar la variación de la resistividad con la profundidad en un punto **O** ubicado en el centro de los electrodos de corriente **AB**, lo cual se logra ampliando la separación entre **AB** hasta seis veces desde dicho centro, de esta forma, la corriente alcanza mayor profundidad. Los sucesivos valores de  $\rho$  determinados corresponden a

distintas profundidades bajo el punto central **O**. Este proceso se realiza manteniendo fijos los electrodos **MN**, pero cuando la tensión en el voltímetro es muy pequeña por la distancia a los electrodos de corriente, se expanden los **MN** y se realizan dos mediciones con las dos últimas posiciones de los **AB**, para asegurar el ensamble de todos los tramos [27].

**Figura N° 8:** Sondeos Eléctricos Verticales



**Fuente:** Apuntes de Prospección Eléctrica

### **III. METODOLOGÍA**

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

De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis: Este estudio es no experimental porque no se manipulará deliberadamente variable alguna; asimismo porque no se tratará de establecer relaciones causales directas entre dos variables o entre dos elementos. De los tipos de investigación no experimental, esta es una investigación descriptiva, ya que, en base a los resultados obtenidos del análisis de calidad del agua suministrada por el pozo tubular ubicado en el área de influencia, las características de las tuberías empleadas, la medición de presiones en las conexiones domiciliarias y las características de las cámaras de inspección (buzones), se determinará el estado actual de las redes de agua potable y alcantarillado estudiados.

De acuerdo a las características de información que se utiliza: Es un estudio transversal, puesto que las redes de agua potable y alcantarillado serán evaluadas solo en un momento determinado, sin considerar la evolución del objeto de estudio.

#### **3.2 Diseño de investigación**

##### **3.2.1 Hipótesis**

“Las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa no se encuentran en una óptima condición operativa”.

##### **3.2.2 Diseño de contrastación de hipótesis**

De acuerdo al fin que persigue: Es un estudio aplicado, debido a que se busca conocer una realidad problemática, en este caso: el estado actual de las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, existiendo la posibilidad de que, a partir de esta información, se puedan plantear alternativas para la preservación o mejoramiento de estos servicios.

De acuerdo a los datos analizados: Es un estudio cuantitativo, puesto que a lo largo de toda la investigación se realizarán procesos de recolección y análisis de datos, además de observación y medición numérica, para finalmente probar la hipótesis.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población

Entre las actividades orientadas a determinar el estado actual de la red de agua potable y alcantarillado, está la que compete a realizar la medida de presiones de servicio en la red de agua potable, en ese sentido se consideró el cálculo de una muestra para concretar el objetivo específico referido a este punto. El objeto de estudio son las conexiones domiciliarias de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, encontradas a la fecha del desarrollo de la investigación. La población a considerar para determinar las presiones de servicio está conformada por las viviendas de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, las cuales suman un total de 606 viviendas.

#### 3.3.2 Muestra y muestreo

Se realizó un muestreo probabilístico del tipo aleatorio simple para medir la presión del servicio de agua potable en las viviendas de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa. Si bien la muestra obtenida fue 235 viviendas, se ha creído conveniente incrementar un 10% más, con lo cual ahora se tiene 259 viviendas. Finalmente se considerarán 260 viviendas, para asignar equitativamente una muestra de 130 viviendas para cada sector respectivamente.

**Figura N° 9:** Catastro urbano de los sectores 1 y 2 del P.J. Villa Hermosa



**Fuente:** Elaboración propia

### **3.4 Criterios de selección**

#### **3.4.1 Topografía**

En esta fase, se evaluaron distintos métodos para realizar el levantamiento topográfico; sin embargo, teniendo en cuenta la ubicación, el alcance y el costo del proyecto, finalmente se optó por una poligonal abierta, la cual será base para el desarrollo del proyecto. Se planteó realizar un reconocimiento previo de campo con el fin de plantear una ruta estratégica para, trasladar el punto geodésico hasta el área del proyecto, y posteriormente realizar el levantamiento topográfico de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa.

#### **3.4.2 Estudio de calidad del agua**

Dentro de la zona de estudio, se ubica el Pozo N° 01, el cual fue construido para abastecer de agua potable a la población de Villa Hermosa y otros pueblos jóvenes, pero actualmente no está funcionando a pesar de presentar un estado relativamente nuevo. A partir de esto, se planteó extraer una muestra para determinar la calidad del agua obtenida de la Fuente Subterránea “Pozo N°01”, de esta manera se conocerá si esta agua no afecta la salud humana y cumple con los límites máximos permisibles establecidos en el DS N° 031-2010-SA y el DS N°004-2017-MINAM.

#### **3.4.3 Medida de presiones de servicio en la red de agua potable**

Las medidas de las presiones de servicio de agua potable se tomaron en el primer punto de consumo, asegurando que el recurso hídrico proceda directamente de la red y no del tanque elevado de algunas viviendas que forman parte de la muestra. Con excepción de una de las viviendas ubicada a la entrada del área de influencia de esta investigación. Aquí se tomó la presión directamente en la caja de registro para estimar con qué presión llega el servicio al área en estudio.

#### **3.4.4 Red de agua potable**

Para determinar el estado actual de la red de agua potable, se creyó necesario partir del reconocimiento de campo para conocer como está conformada la red de agua potable de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa, aquí se hizo énfasis en el reservorio, las tuberías, conexiones domiciliarias y demás componentes para determinar el estado actual de la red de agua potable comprendida en esta investigación.

### **3.4.5 Red de alcantarillado**

La evaluación de la red de alcantarillado estuvo enfocada al reconocimiento en campo del estado actual de los buzones, las tuberías y las conexiones domiciliarias que forman parte de la red de alcantarillado de los sectores 1 y 2 de Villa Hermosa. Los datos esperados correspondían a profundidad y niveles de colmatación de buzones; así como la profundidad de las tuberías para establecer las pendientes y determinar el correcto funcionamiento de la red.

### **3.4.6 Modelo en WaterCad**

Para el desarrollo del modelo en WaterCad se consideró la situación actual a partir del uso de un reservorio de 3000 m<sup>3</sup> y otro modelo con el tanque de 1000 m<sup>3</sup> operativo en periodo extendido, teniendo en cuenta la información brindada de las características técnicas del reservorio, la bomba y las tuberías de la red.

### **3.4.7 Modelo en SewerCad**

Para el modelo en Sewercad se analizó previamente el sentido del flujo, para después realizar el modelo correspondiente. Se encontraron dos puntos de descarga (outfall); por ello se dividió la red en dos, considerando los caudales de contribución al desagüe correspondientes.

### 3.5 Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTOS
RED DE AGUA POTABLE	CALIDAD DEL AGUA	Parámetros de Calidad Organoléptica	Indicada	Ensayo Organoléptico
		Parámetros Químicos Inorgánicos	mg/L	Ensayo Químico Inorgánico
		Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	Indicada	Ensayo Microbiológico y Parasitológico
	TUBERÍAS	Material	-	Informes Técnicos
		Diámetro	mm	Informes Técnicos
		Longitud	m	Informes Técnicos
	VÁLVULAS	Material	-	Informes Técnicos
		Tipo	-	Informes Técnicos
		Diámetro	mm	Informes Técnicos
	GRIFOS CONTRA INCENDIO	Material	-	Observación
Diámetro		mm	Informes Técnicos	
CONEXIONES DOMICILIARIAS	Presión de servicio	mca	Manómetro	
RED DE ALCANTARILLADO	TUBERÍAS	Material	-	Observación
		Diámetro	mm	Observación
		Longitud	m	Informes Técnicos
	BUZONES	Profundidad	m	Levantamiento topográfico
		Nivel de colmatación	m	Levantamiento topográfico

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Formato	Elemento de la población
Análisis de Calidad Organoléptica	Formato de Parámetros de Calidad Organoléptica (Anexo N°08-Tabla N°01)	Agua del Pozo N° 01
Análisis Químico Inorgánico	Formato de Parámetros Químicos Inorgánicos (Anexo N°08-Tabla N°02)	Agua del Pozo N° 01
Análisis Microbiológico y Parasitológico	Formato de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos (Anexo N°08-Tabla N°03)	Agua del Pozo N° 01
Análisis documental	Ficha de características técnicas de las tuberías de agua potable (Anexo N°08-Tabla N°04)	Tuberías de agua potable
Análisis documental	Ficha de características técnicas de las válvulas de agua potable (Anexo N°08-Tabla N°05)	Válvulas
Análisis documental	Ficha de características técnicas de los grifos contra incendio (Anexo N°08-Tabla N°06)	Grifos contra incendio
Medida de presiones de servicio	Formato de presiones domiciliarias (Anexo N°08-Tabla N°07)	Conexiones domiciliarias de agua potable
Observación	Ficha de características técnicas de las tuberías de alcantarillado (Anexo N°08-Tabla N°08)	Tuberías de alcantarillado
Observación	Ficha de características técnicas de los buzones (Anexo N°08-Tabla N°09)	Buzones
Levantamiento Topográfico	Formato de Estudio Topográfico (Anexo N°08-Tabla N°10)	Estructuras existentes

Fuente: Elaboración propia

## **3.7 Procedimientos**

### **3.7.1 Topografía**

Como se indica el Anexo 01, se realizó el reconocimiento de campo, identificándose un BM situado en el kilómetro 1.5 de la carretera a Ferreñafe. Este BM fue trasladado hasta el área de investigación llegando con una cota de 30.353 m.s.n.m. A partir de este punto se desarrolló el estudio topográfico empleando estación total, el cual abarcó el levantamiento de estructuras existentes tales como, manzanas y lotes; también se tomaron puntos correspondientes a las calles (puntos en vereda, en ancho de calle y en el eje); de modo similar, se tomaron los puntos correspondientes a las cotas de tapa de las cámaras de inspección; así como la ubicación de cajas de registro de conexiones de agua potable y alcantarillado. Durante el procedimiento se colocaron BM's a lo largo de toda el área correspondiente a este proyecto.

### **3.7.2 Estudio de calidad del agua**

Para cumplir con el objetivo orientado a determinar la calidad del agua del Pozo Tubular N° 01, previo permiso correspondiente (Anexo 08), se procedió a tomar una muestra del recurso hídrico subterráneo. Primero, el operario aperturó la válvula inmediata al pozo tubular propiamente dicho; se consideró un tiempo prudente previo a la extracción de la muestra. Luego, mediante el empleo de dos frascos de vidrio de 1ltr y 0.5 ltrs se tomaron las muestras necesarias para los análisis físico-químicos y bacteriológicos respectivamente. Para finalizar, las muestras fueron trasladadas hasta el laboratorio LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo.

### **3.7.3 Presiones de servicio**

Para medir las presiones de servicio en las viviendas de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa, se consideró emplear un manómetro cuyas unidades son: bar y psi; previa verificación de su funcionamiento, se inició tomando la medida de presión en una de las viviendas situadas a la entrada del área de influencia del proyecto, de esta manera se podía tener el valor de la presión con la cual llega el agua a esta localidad. Luego, se continuó con las demás viviendas, procurando aquellas ubicadas en las intersecciones de calles y a la mitad de cada cuadra; es así como se tomaron las medidas hasta completar la muestra calculada.

Posteriormente, las presiones tomadas en campo (bar) fueron transformadas a mca. Después de obtener el valor de presión, se adicionó la altura respectiva hasta el punto de abastecimiento, dato que también fue tomado durante el desarrollo de las actividades.

#### **3.7.4 Red de agua potable**

Se consideró la información recolectada y antecedentes respecto a proyectos realizados en el sector de Villa Hermosa. Esta información fue empleada específicamente para las tuberías de la red de agua potable. Para complementar, se hizo un reconocimiento al pozo tubular, el reservorio, las válvulas de la red, los grifos contra incendios y las conexiones domiciliarias. Para las válvulas, se realizó una verificación en campo, a fin de conocer su ubicación real en el caso de aquellas que se sitúan en la zona pavimentada, y estableciendo una medida aproximada para estimar la ubicación de aquellas que se extienden por toda la red pero que se encuentran debajo del nivel de terreno natural. Se siguió la secuencia descrita en el Anexo 4, Sec. 5. En lo que respecta al número de conexiones domiciliarias, este fue corroborado durante el desarrollo de la topografía.

#### **3.7.5 Red de alcantarillado**

Para evaluar el estado de la red existente de alcantarillado, se desarrolló una inspección de buzones: Primero, se hizo un reconocimiento de campo para determinar el número de buzones en el área de estudio; a continuación, se enumeraron y, haciendo uso de una varilla de acero de ½” se determinó la altura de los mismos; así como también el nivel de colmatación. Del mismo modo, la varilla de acero fue empleada para determinar la altura desde el nivel de tapa hasta la clave y el pelo de agua de las tuberías de llegada o salida, según estaban dispuestas. Es así, que las características de las tuberías de la red de alcantarillado se determinaron a partir de la observación y medidas, a la par con la inspección de buzones. Después de la apertura y revisión, las cámaras de inspección fueron enumeradas con spray; esto para que cuando se desarrolle la topografía, fueran reconocidas y se tome el valor de cota de tapa.

Las conexiones domiciliarias de la red de alcantarillado, al igual que las de agua potable, fueron estudiadas a partir de dos fuentes: información técnica existente y la verificación en campo teniendo como soporte el levantamiento topográfico.

### 3.7.6 Modelo en WaterCad

Se utilizó el software SewerCAD V8i para realizar el modelamiento de la red de agua potable en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa. En ese sentido, se desarrollaron dos modelos: modelo de la red de agua potable actual y otro modelo considerando el reservorio de Villa Hermosa en estado operativo. Para ambos modelos se han tenido en cuenta las características reales de las tuberías (material, diámetro y clase), reservorios, y demás componentes de la red.

La red actual se extiende desde el Reservorio elevado circular de 3000 m<sup>3</sup> ubicado en la intersección de la calle Ecuador y la Av. Venezuela, en el distrito de José Leonardo Ortiz. Para hacer esto posible, como lo indica [28], se cuenta con una línea de reforzamiento de agua potable, que abarca el tramo comprendido entre la intersección de la calle Ecuador con la Av. México, hasta la calle 27 de Julio con Av. Chiclayo para finalmente abastecer a la zona de estudio de la presente investigación. A partir de estos datos, se ha desarrollado un modelo estático (Anexo 06, Sec. 1).

Por su parte, la red que considera al reservorio del área de estudio en estado operativo, fue representada por un modelo en periodo extendido. Los caudales asignados a cada nodo se calcularon a partir de las conexiones domiciliarias, esto en base a lo que establece la norma IS 010-Instalaciones sanitarias para edificaciones; específicamente lo correspondiente a las dotaciones, en este caso para viviendas unifamiliares, áreas verdes, mercados y locales educacionales. La población que comprende este proyecto es de 3030 habitantes, por lo tanto, en el modelo se consideró que a partir de un consumo estimado de 150 ltrs, se tiene un volumen de agua requerido de 160 m<sup>3</sup>. A continuación, se realizó la configuración para que la bomba opere abasteciendo al reservorio solo hasta el volumen considerado. Esto es, especificando en la variación del nivel de agua en el tanque, un nivel máximo de 5.5 m y un nivel mínimo de 4.94 m.

### 3.7.7 Modelo en SewerCad

Para modelar la red de alcantarillado de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa, se tuvo como base la inspección de buzones (Anexo 05, Sec. 2) y la información acerca de las cotas de tapa obtenidas con la topografía, esto para conocer el sentido del flujo en la red. Después de establecer el sentido del flujo, se identificaron los puntos de descarga, en este caso: la estación de bombeo, que mediante dos líneas de impulsión conduce las aguas residuales hasta dos buzones, cada uno da inicio a los colectores Panamá y Alambear respectivamente.

**Figura N° 10:** Red de Alcantarillado-Sectores 1 y 2 del P.J. Villa Hermosa



**Fuente:** Elaboración propia

En base a los dos puntos de descarga, se dividió la red de alcantarillado en dos: Una red que descarga a la EBAR para llegar finalmente a los colectores Panamá y Alambear; y otra red considerando la zona cuyas aguas residuales van directamente al colector Panamá.

Los caudales de contribución al desagüe ingresados en los buzones de ambos modelos fueron calculados como el 80% del caudal estimado por el método de conexiones domiciliarias. Asimismo, se asignaron las características de las tuberías encontradas en campo, además de la información de los colectores de descarga.

### **3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos**

#### **FASE I**

1. Coordinación con las autoridades locales y entidades competentes
2. Identificación de la zona de estudio a través de visitas técnicas.
3. Recopilación de información bibliográfica y antecedentes.
4. Revisión de la normativa nacional vigente.

#### **FASE II**

5. Reconocimiento de la red de agua potable a partir de la información recopilada.
6. Reconocimiento en campo de válvulas y grifos contra incendio que forman parte de la red de agua potable.
7. Estudio de la calidad del agua abastecida por el pozo tubular N°01.
8. Medir las presiones de servicio en las conexiones domiciliarias, empleando un manómetro.
9. Modelamiento de la red de agua potable en WaterCad.

#### **FASE III**

10. Inspección de buzones para obtener su profundidad y nivel de colmatación; así como determinar el tipo de material, profundidad y diámetro de las tuberías de alcantarillado.
11. Levantamiento topográfico de las estructuras existentes y elaboración de planos.
12. Modelamiento de la red de alcantarillado en SewerCad.

#### **FASE IV**

13. Elaboración de planos: Red de agua potable, red alcantarillado y diagrama de presiones.
14. Organización de datos obtenidos en campo.
15. Análisis de resultados en gabinete.
16. Elaboración de informe final.
17. Conclusiones y recomendaciones.

### 3.9 Matriz de consistencia

<b>TÍTULO</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, CHICLAYO 2019</b>
<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	¿Las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa se encuentran en una óptima condición operativa?
<b>FORMULACIÓN DE HIPOTESIS</b>	“Las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa no se encuentran en una óptima condición operativa”.
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Evaluar el estado actual de las redes de agua potable y alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	Determinar la calidad del agua suministrada por el pozo tubular N° 01.
	Reconocer la distribución de la red de agua potable y modelar en el software WaterCad.
	Determinar la presión de servicio en las conexiones domiciliarias de agua potable.
	Comprobar el funcionamiento de la red de alcantarillado a través del modelamiento en el software SewerCad, verificando que la red en mención cumple tensión tractiva.
	Verificar que las redes de agua potable y alcantarillado cumplan con la normativa vigente.

### 3.10 Consideraciones éticas

- La información respecto a las características de las tuberías de agua potable, ubicación de válvulas en la zona no pavimentada, y características técnicas de los reservorios elevados y pozos tubulares fue proporcionada por la entidad competente.
- En lo que respecta a las actividades desarrolladas en campo y gabinete, se evidencian con fotografías y procedimientos detallados respectivamente, en los anexos de la presente investigación.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

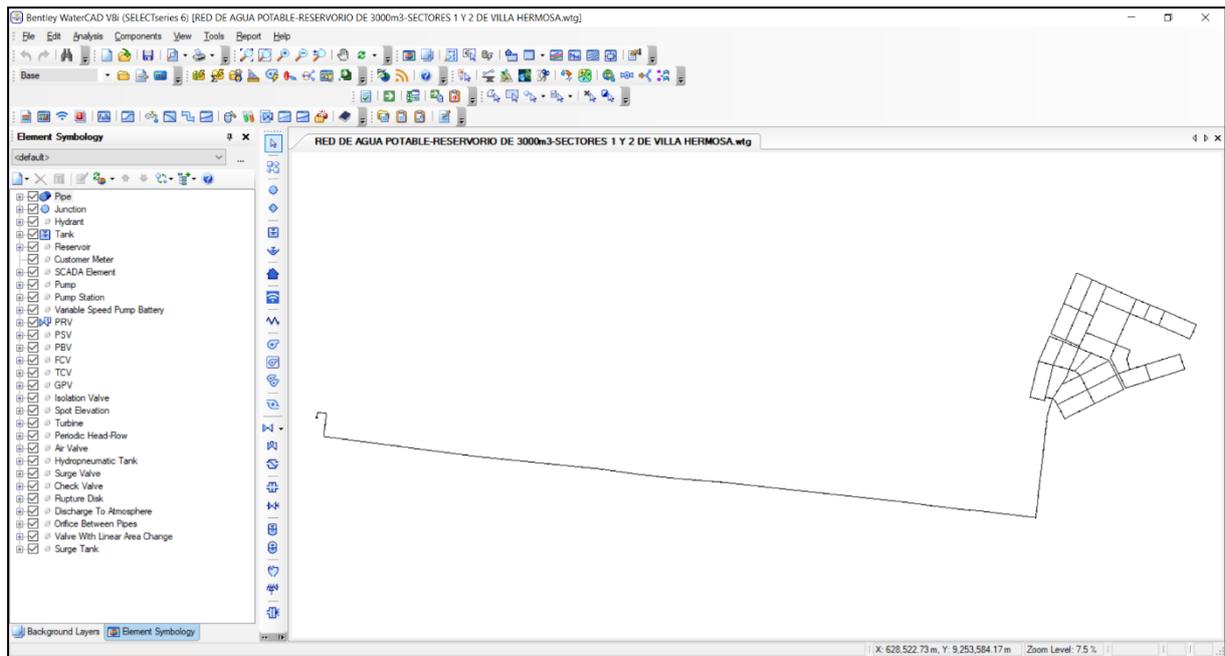
Después de haberse realizado el estudio de la calidad del agua suministrada por el pozo N° 01 y compararse con los indicadores establecidos en los decretos supremos DS N° 031-2010-SA y DS N°004-2017-MINAM, se determina que existen parámetros organolépticos, químicos inorgánicos, así como microbiológicos y parasitológicos, con valores elevados. Dentro de los parámetros organolépticos, se encontró un elevado contenido de sólidos disueltos totales, el cual es un indicador de la concentración de las sales orgánicas como calcio, magnesio y potasio, que se encuentran disueltas en el agua. Sin embargo, como se indicó en el Anexo 02, las concentraciones del parámetro en mención no son peligrosas para la salud, pero deben ser reducidas mediante la aplicación de algún tratamiento. Entre los que pertenecen al segundo grupo, está el antimonio, que si bien no es un elemento muy abundante en la naturaleza, como lo indica [29], ingerir grandes cantidades puede causar vómitos, e irritaciones en la piel si no se remueve prontamente. Otro parámetro elevado es el hierro; a pesar de ser esencial para la vida, su concentración excesiva en el agua puede generar un color y sabor desagradables, aun así, al hierro no se le conocen efectos nocivos para la salud (Anexo 02). Asimismo, se registra la presencia de arsénico, sin embargo, la coagulación con sulfato de aluminio en dosis de 30 mg/l, con una concentración inicial de arsénico menor a 1, hace posible una remoción  $\geq 90\%$ , resultado que también depende del pH [30]. En lo que respecta a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, los coliformes totales y coliformes termotolerantes presentan valores superiores a los límites máximos permisibles.

A partir de los resultados expuestos, se proponen dos alternativas para optimizar el agua obtenida del pozo N° 01. La primera está referida al tratamiento por Ósmosis Inversa (Anexo 02, Sec. 7.1), permitiendo conducir al servicio más del 70% del agua cruda que ingresa al sistema. La planta de Ósmosis Inversa debe trabajar con un caudal de 42.79 m<sup>3</sup>/hr, lo cual tiene un costo que asciende a \$ 623564.21. Sin embargo, dicho valor puede disminuir a \$ 373564.21 considerando un costo hundido; esto es, suponiendo que la planta de tratamiento procedería de una donación o pudiera ser proporcionada por otra entidad. La segunda alternativa está enfocada a la profundización del Pozo N° 01 hasta el estrato situado entre 84.03 a 180m, para aprovechar el acuífero confinado que allí se encuentra. Esto a partir de los datos obtenidos del SEV 02, desarrollado como parte del estudio de prospección geoelectrica con fines de evaluación de las condiciones hidrogeológicas (Anexo 02, Sec. 7.2). Esta alternativa tiene un costo aproximado de \$ 241128.37, con lo cual representaría la opción técnica y económicamente más viable.

Respecto a la red de agua potable, presenta un estado relativamente nuevo, ya que fue instalada en un proyecto ejecutado en el año 2011, sin embargo, el pozo tubular no se encuentra funcionando, y por lo tanto el reservorio elevado de la zona tampoco. A raíz de esto, actualmente la red de agua potable en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa, es abastecida por el reservorio de 3000 m<sup>3</sup> a través de una línea de reforzamiento. El recurso llega a la zona con una presión menor al valor mínimo (10mca) establecida por la norma OS.050, con excepción de las viviendas que se ubican a la entrada de la zona de estudio (Anexo 03). Esta idea fue reforzada después de realizar el modelo hidráulico de la red actual de agua potable (Anexo 05, Sec. 1), a partir del cual se encontró una presión igual a 7.38 mca. Asimismo, las velocidades obtenidas son mucho menores a 0.6m/s.

Ante la situación anterior se consideró la posibilidad de poner en marcha la estación de bombeo ubicada en la zona de estudio, para analizar en qué medida se puede mejorar el abastecimiento de agua potable. Esto se realizó a partir de un modelo hidráulico en periodo extendido, haciendo uso del software WaterCAD.

**Figura N° 11:** Red de Agua Potable-Reservorio de 3000m<sup>3</sup>-Sectores 1 y 2 de Villa Hermosa



**Fuente:** Software WaterCAD

**Tabla N° 04: Resultados de Caudales y Velocidades en Tuberías de Agua Potable – Modelo Estático**

Tubería	Longitud (m)	Nudo de inicio	Nudo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-1	36.96	RESERVORIO	PRV-2	463.80	PVC	150.00	19.21	0.11
P-1	7.28	PRV-2	J-1	463.80	PVC	150.00	19.21	0.11
P-2	71.67	J-1	J-2	463.80	PVC	150.00	18.90	0.11
P-3	464.42	J-2	J-3	463.80	PVC	150.00	18.38	0.11
P-4	181.46	J-3	J-4	417.40	PVC	150.00	17.87	0.13
P-5	102.00	J-4	J-5	417.40	PVC	150.00	17.35	0.13
P-6	106.77	J-5	J-6	417.40	Hierro Dúctil	130.00	16.85	0.12
P-7	17.59	J-6	J-7	417.40	PVC	150.00	16.60	0.12
P-8	103.90	J-7	J-8	417.40	Hierro Dúctil	130.00	16.34	0.12
P-9	117.67	J-8	J-9	417.40	Hierro Dúctil	130.00	15.93	0.12
P-10	110.60	J-9	J-10	417.40	Hierro Dúctil	130.00	15.51	0.11
P-11	53.16	J-10	J-11	231.80	PVC	150.00	15.15	0.36
P-12	54.47	J-11	J-12	231.80	PVC	150.00	14.74	0.35
P-13	471.81	J-12	J-13	231.80	PVC	150.00	14.48	0.34
P-14	191.80	J-13	J-14	231.80	PVC	150.00	14.18	0.34
P-15	47.68	J-14	J-15	231.80	PVC	150.00	13.88	0.33
P-16	179.78	J-15	J-16	231.80	PVC	150.00	13.58	0.32
P-17	44.15	J-16	J-17	185.40	PVC	150.00	13.36	0.49
P-18	50.48	J-17	J-18	185.40	PVC	150.00	13.12	0.49
P-19	42.33	J-18	J-19	185.40	PVC	150.00	12.89	0.48
P-20	47.06	J-19	J-20	185.40	PVC	150.00	12.66	0.47
P-21	55.60	J-20	J-21	185.40	PVC	150.00	12.43	0.46
P-22	39.03	J-21	J-22	185.40	PVC	150.00	12.05	0.45
P-23	43.69	J-22	J-23	185.40	PVC	150.00	11.55	0.43
P-24	49.38	J-23	J-24	185.40	PVC	150.00	11.27	0.42
P-25	22.19	J-24	J-25	185.40	PVC	150.00	2.77	0.10
P-26	11.28	J-25	J-26	102.00	PVC	150.00	1.25	0.15
P-27	45.90	J-26	J-27	102.00	PVC	150.00	1.16	0.14
P-28	114.41	J-27	J-28	102.00	PVC	150.00	1.00	0.12
P-29	84.65	J-28	J-29	102.00	PVC	150.00	0.45	0.06
P-30	102.30	J-30	J-31	102.00	PVC	150.00	0.18	0.02
P-31	102.02	J-31	J-32	102.00	PVC	150.00	0.04	0.01
P-32	51.93	J-33	J-32	102.00	PVC	150.00	0.11	0.01
P-33	47.44	J-34	J-33	102.00	PVC	150.00	0.20	0.02
P-34	100.92	J-34	J-35	102.00	PVC	150.00	0.49	0.06
P-35	45.50	J-35	J-36	102.00	PVC	150.00	0.46	0.06
P-36	48.83	J-36	J-37	102.00	PVC	150.00	0.35	0.04
P-37	106.43	J-37	J-38	102.00	PVC	150.00	0.13	0.02
P-38	48.35	J-39	J-38	102.00	PVC	150.00	-0.03	0.00
P-39	104.60	J-40	J-39	102.00	PVC	150.00	0.13	0.02
P-40	50.05	J-41	J-40	102.00	PVC	150.00	0.35	0.04
P-41	45.73	J-42	J-41	102.00	PVC	150.00	0.51	0.06
P-42	99.73	J-43	J-42	102.00	PVC	150.00	0.50	0.06
P-43	52.20	J-44	J-43	185.40	PVC	150.00	1.69	0.06
P-44	54.56	J-45	J-44	185.40	PVC	150.00	2.41	0.09
P-45	15.90	J-45	J-46	185.40	PVC	150.00	2.48	0.09
P-46	83.96	J-46	J-47	185.40	PVC	150.00	2.33	0.09
P-47	46.64	J-47	J-48	102.00	PVC	150.00	0.33	0.04
P-48	29.15	J-48	J-49	102.00	PVC	150.00	0.25	0.03
P-49	34.33	J-49	J-50	102.00	PVC	150.00	0.18	0.02
P-50	49.52	J-50	J-51	102.00	PVC	150.00	0.21	0.03
P-51	111.41	J-51	J-52	102.00	PVC	150.00	0.07	0.01
P-52	48.74	J-53	J-52	102.00	PVC	150.00	0.13	0.02
P-53	110.88	J-54	J-53	185.40	PVC	150.00	0.29	0.01
P-54	79.68	J-55	J-54	185.40	PVC	150.00	0.65	0.02
P-55	99.55	J-57	J-56	102.00	PVC	150.00	0.50	0.06
P-56	103.20	J-58	J-57	102.00	PVC	150.00	1.11	0.14
P-57	49.41	J-59	J-58	185.40	PVC	150.00	1.26	0.05
P-58	24.28	J-24	J-59	185.40	PVC	150.00	2.68	0.10
P-59	101.29	J-25	J-60	102.00	Asbesto Cemento	140.00	1.33	0.16
P-60	78.86	J-60	J-61	185.40	Asbesto Cemento	140.00	2.19	0.08
P-61	101.71	J-62	J-63	148.40	PVC	150.00	0.67	0.04
P-62	102.78	J-63	J-33	148.40	PVC	150.00	0.31	0.02
P-63	56.70	J-24	J-64	185.40	Asbesto Cemento	140.00	5.71	0.21
P-64	48.70	J-64	J-65	185.40	Asbesto Cemento	140.00	4.52	0.17
P-65	72.08	J-65	J-66	102.00	PVC	150.00	2.19	0.27
P-66	6.02	J-66	J-67	102.00	PVC	150.00	6.45	0.79
P-67	47.24	J-67	J-45	185.40	PVC	150.00	5.01	0.19
P-68	49.89	J-43	J-34	185.40	PVC	150.00	0.94	0.03
P-69	74.80	J-68	J-69	102.00	PVC	150.00	1.25	0.15
P-70	60.33	J-64	J-70	102.00	PVC	150.00	1.00	0.12
P-71	100.83	J-70	J-71	102.00	PVC	150.00	0.65	0.08
P-72	44.18	J-47	J-72	185.40	PVC	150.00	1.35	0.05
P-73	104.93	J-47	J-42	102.00	PVC	150.00	0.45	0.05
P-74	48.18	J-42	J-35	102.00	PVC	150.00	0.18	0.02
P-75	47.65	J-41	J-36	102.00	PVC	150.00	0.04	0.00
P-76	48.45	J-40	J-37	102.00	PVC	150.00	-0.01	0.00
P-77	102.79	J-59	J-73	102.00	PVC	150.00	1.15	0.14
P-78	100.64	J-73	J-74	102.00	PVC	150.00	0.52	0.06
P-79	37.00	J-75	J-50	102.00	PVC	150.00	0.19	0.02
P-80	46.45	J-28	J-60	102.00	PVC	150.00	0.26	0.03
P-81	51.31	J-65	J-60	102.00	PVC	150.00	1.14	0.14
P-82	17.96	J-65	J-68	102.00	PVC	150.00	0.94	0.11
P-83	21.22	J-70	J-68	102.00	PVC	150.00	0.44	0.05
P-84	48.92	J-73	J-70	102.00	PVC	150.00	0.36	0.04
P-85	48.25	J-73	J-73	102.00	PVC	150.00	0.31	0.04
P-86	46.26	J-29	J-61	102.00	PVC	150.00	0.31	0.04
P-87	50.16	J-61	J-66	102.00	PVC	150.00	2.23	0.27
P-88	49.84	J-62	J-30	102.00	PVC	150.00	0.32	0.04
P-89	45.13	J-67	J-62	102.00	PVC	150.00	1.25	0.15
P-90	41.55	J-69	J-66	102.00	PVC	150.00	2.19	0.27
P-91	59.62	J-71	J-69	102.00	PVC	150.00	1.12	0.14
P-92	49.76	J-74	J-71	102.00	PVC	150.00	0.64	0.08
P-93	49.81	J-56	J-74	102.00	PVC	150.00	0.37	0.05
P-94	54.89	J-72	J-75	185.40	PVC	150.00	1.11	0.04
P-95	49.83	J-75	J-55	185.40	PVC	150.00	0.78	0.03
P-96	50.54	J-63	J-31	102.00	PVC	150.00	0.20	0.02
P-97	48.02	J-44	J-63	102.00	PVC	150.00	0.43	0.05
P-98	49.76	J-54	J-51	102.00	PVC	150.00	0.11	0.01

**Fuente:** Software WaterCAD

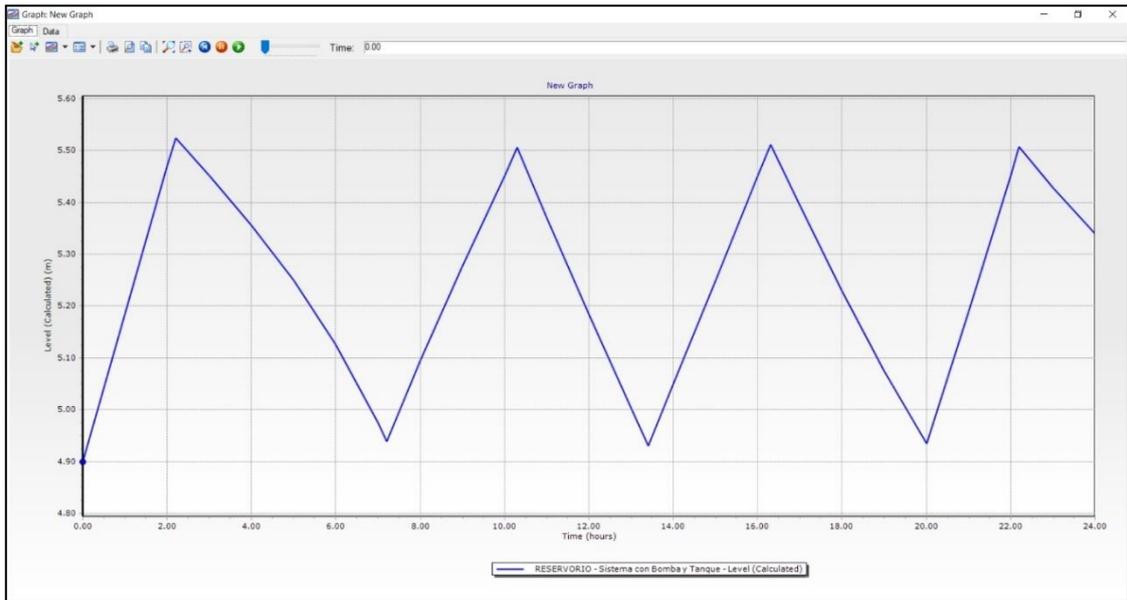
**Tabla N° 05:** Resultados de Presiones en Nodos de la Red de Agua Potable – Modelo Estático

Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Presión (m H2O)
J-24	29.99	0.11	8.40
J-25	29.94	0.19	8.44
J-26	29.97	0.09	8.40
J-27	29.99	0.17	8.37
J-28	29.66	0.28	8.68
J-29	29.93	0.15	8.41
J-30	30	0.15	8.25
J-31	30.01	0.33	8.24
J-32	30.22	0.15	8.03
J-33	30.33	0.41	7.92
J-34	30.46	0.25	7.79
J-35	30.64	0.20	7.61
J-36	30.72	0.15	7.52
J-37	30.59	0.21	7.65
J-38	30.86	0.10	7.38
J-39	30.52	0.17	7.72
J-40	30.56	0.23	7.68
J-41	30.58	0.11	7.66
J-42	30.37	0.25	7.88
J-43	30.29	0.26	7.96
J-44	29.9	0.29	8.35
J-45	30.02	0.12	8.23
J-46	29.95	0.15	8.30
J-47	30.11	0.21	8.14
J-48	30.35	0.07	7.90
J-49	30.26	0.07	7.99
J-50	30.21	0.15	8.04
J-51	30.46	0.25	7.79
J-52	30.51	0.21	7.74
J-53	30.46	0.16	7.79
J-54	30.47	0.25	7.78
J-55	30.43	0.13	7.82
J-56	30.38	0.13	7.97
J-57	30.39	0.30	7.96
J-58	30.21	0.15	8.17
J-59	30.1	0.27	8.28
J-60	29.99	0.54	8.36
J-61	30.08	0.26	8.26
J-62	30.05	0.25	8.20
J-63	30.16	0.60	8.09
J-64	29.98	0.19	8.39
J-65	29.89	0.25	8.46
J-66	30.09	0.16	8.20
J-67	30.04	0.19	8.23
J-68	29.96	0.13	8.40
J-69	30.1	0.19	8.23
J-70	29.79	0.27	8.56
J-71	30.12	0.17	8.22
J-72	30.15	0.24	8.10
J-73	30.06	0.58	8.30
J-74	30.13	0.25	8.22
J-75	30.16	0.13	8.09
J-1	26.22	0.31	13.07
J-2	26.43	0.52	12.86
J-3	27.09	0.52	12.19
J-4	27.49	0.52	11.78
J-5	27.52	0.50	11.75
J-6	27.53	0.24	11.73
J-7	27.71	0.26	11.55
J-8	27.89	0.42	11.37
J-9	27.91	0.41	11.34
J-10	28.14	0.36	11.11
J-11	28.17	0.41	11.05
J-12	28.25	0.26	10.94
J-13	28.95	0.30	10.02
J-14	29.56	0.30	9.32
J-15	29.48	0.30	9.38
J-16	30.37	0.22	8.41
J-17	29.82	0.24	8.91
J-18	29.62	0.22	9.04
J-19	29.76	0.24	8.86
J-20	29.33	0.22	9.23
J-21	29.5	0.39	9.01
J-22	29.73	0.50	8.74
J-23	29.61	0.28	8.81

**Fuente:** Software WaterCAD

A partir del modelo en periodo extendido, se presentan los resultados correspondientes a la operación del reservorio de 1000 m<sup>3</sup> y la bomba ubicados en el área de estudio.

**Figura N° 12:** Gráfico de los Niveles de Agua en el Reservorio – Modelo en Periodo Extendido



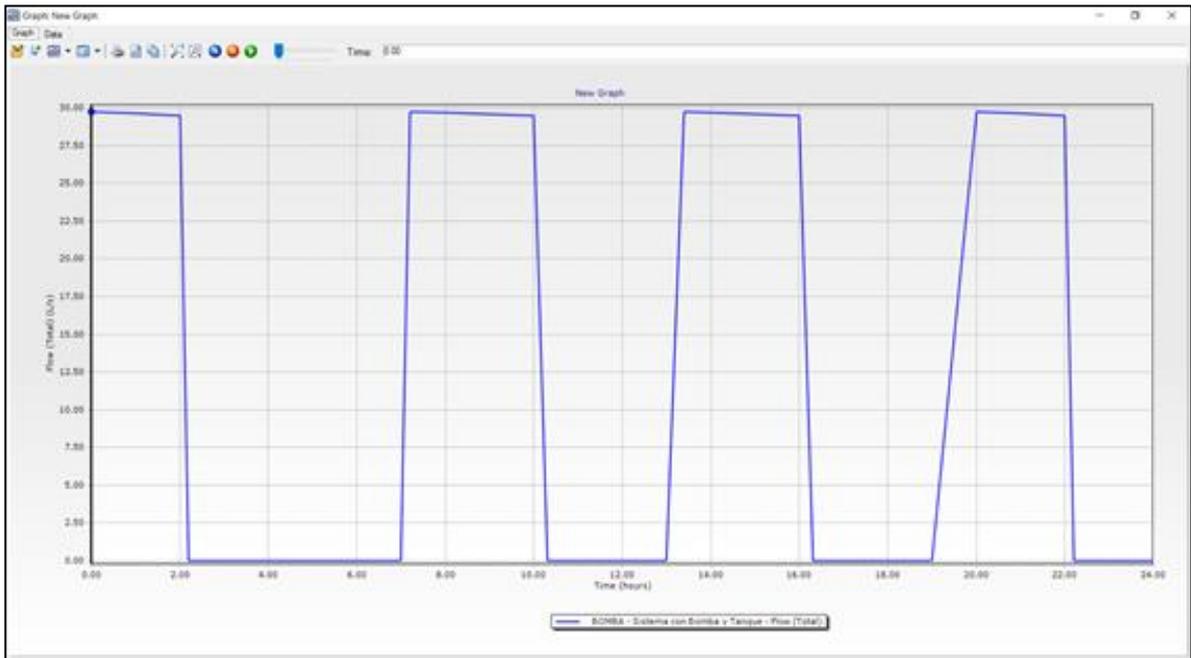
**Fuente:** Software WaterCAD

**Tabla N° 06:** Variación de los Niveles de Agua en el Reservorio – Modelo en Periodo Extendido

Element	Scenario	Timestep	Level (Calculated) (m)
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	00:00:00	4.90
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	01:00:00	5.19
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	02:00:00	5.47
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	02:12:00	5.52
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	03:00:00	5.45
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	04:00:00	5.36
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	05:00:00	5.25
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	06:00:00	5.13
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	07:00:00	4.97
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	07:12:00	4.94
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	08:00:00	5.10
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	09:00:00	5.28
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	10:00:00	5.45
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	10:18:00	5.51
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	11:00:00	5.37
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	12:00:00	5.18
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	13:00:00	5.00
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	13:24:00	4.93
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	14:00:00	5.05
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	15:00:00	5.25
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	16:00:00	5.45
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	16:18:00	5.51
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	17:00:00	5.39
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	18:00:00	5.23
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	19:00:00	5.07
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	20:00:00	4.93
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	21:00:00	5.19
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	22:00:00	5.45
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	22:12:00	5.51
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	23:00:00	5.43
RESERVORIO	Sistema con Bomba y Tanque	00:00:00	5.34

**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 13:** Gráfico de Flujo en la Bomba – Modelo en Periodo Extendido



**Fuente:** Software WaterCAD

**Tabla N° 07:** Variación de Flujo en la Bomba – Modelo en Periodo Extendido

Element	Scenario	Timestep	Flow (Total) (L/s)
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	00:00:00	29.76
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	01:00:00	29.62
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	02:00:00	29.48
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	02:12:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	03:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	04:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	05:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	06:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	07:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	07:12:00	29.74
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	08:00:00	29.67
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	09:00:00	29.58
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	10:00:00	29.49
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	10:18:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	11:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	12:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	13:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	13:24:00	29.75
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	14:00:00	29.69
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	15:00:00	29.59
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	16:00:00	29.49
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	16:18:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	17:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	18:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	19:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	20:00:00	29.74
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	21:00:00	29.62
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	22:00:00	29.49
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	22:12:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	23:00:00	0.00
BOMBA	Sistema con Bomba y Tanque	00:00:00	0.00

**Fuente:** Software WaterCAD

Se observa que, considerando la población de 3030 hbts. que comprende la presente investigación, el equipo de bombeo trabajaría durante 10.40 hrs en un día. Asimismo, al reservorio elevado le tomaría en total 13.60 hrs para que su nivel disminuya hasta el mínimo establecido (Anexo 06, Sec. 2). Además, se obtuvo una presión mínima en el punto más alejado de la red evaluada, igual a 25.54 mca. y velocidades superiores a 0.6 m/s.

Un dato importante es que, si bien la red de agua potable está compuesta por 4373.87 ml de tuberías de PVC con diámetros de 200 mm, 160 mm y 110 mm; se registraron 180.30 ml de tuberías de asbesto cemento en la calle Las Palmeras, con diámetros de 200 mm y 110 mm (Anexo 04, Sec. 4). Se verificó la presencia de 27 válvulas tipo compuerta de 200 mm y 110mm, además de un grifo contra incendio de 110 mm. Asimismo, se encontraron 457 conexiones domiciliarias.

La red de alcantarillado de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa está conformada por 72 buzones: 59 unidades tipo A, 6 unidades tipo B y 7 unidades tipo C, de los cuales uno se encuentra inoperativo (sellado). Asimismo, presenta una red de tuberías de PVC con diámetros de 315mm, 250mm y 200mm, cuyas longitudes son 313.45 ml, 96.21 ml y 3722.44 ml respectivamente, teniendo una longitud total de 4132.10 ml. Durante la inspección desarrollada (Anexo 05, Sec.2), se registró también una cantidad significativa de buzones colmatados; además de la ausencia de dispositivos de caída necesarios en tres buzones.

Las aguas residuales de la red estudiada convergen a dos puntos diferentes: una parte a la cámara de bombeo de aguas residuales ubicada en el parque principal de Villa Hermosa, para posteriormente ser impulsada a los dos colectores contiguos a la red en estudio: Panamá y Alambear. La otra parte es conducida directamente al colector Panamá (Anexo 05, Sec.6). Partiendo de esta información se realizaron dos modelos de la red de alcantarillado en el software SewerCAD, en donde se encontró que, si bien el tirante hidráulico no supera el 75% del diámetro de las tuberías, la mayoría de conductos no cumple con la pendiente mínima establecida en la norma OS 070. Asimismo, no se cumple con la velocidad mínima, esto genera que las aguas residuales no puedan fluir de manera continua por la red colectora. También se determinó que en la mayor parte de la red en estudio no se cumple con tensión tractiva, lo que supone un arrastre hidráulico del flujo deficiente, hecho que se evidencia a través de la colmatación de cámaras de inspección (buzones). En la red de alcantarillado se verificó la existencia de 515 conexiones domiciliarias, con una longitud aproximada de 8.00 ml (Anexo 05, Sec.7).

A partir del modelo y la respectiva comprobación manual, se realizó la comparación de los parámetros hidráulicos de la red de alcantarillado con lo establecido en la norma OS 070: Redes de aguas residuales.

**Tabla N° 08:** Verificación de los Parámetros Hidráulicos de la Red de Alcantarillado-EBAR-Colectores Panamá y Alambear

TUBERÍA	Buzón Inicio	Buzón Final	Cota a inicio de tubería (msnm)	Cota a final de tubería (msnm)	Pendiente (m/m)	DIÁMETRO (pulg)	LONGITUD (m)	MATERIAL	n	Q (L/s)	Q tubo lleno (L/s)	fq	fd	fv	Tirante real (m)	Velocidad a Tubo lleno (m/s)	V real (m/s)	Radio Hidráulico (m)	Tensión tractiva (Pa)	Pendiente mínima	Tirante	Velocidad	Tension tractiva
																					<= 75% D	(0.6 - 5 m/s)	>= 1 Pa
TUB-1	BZ-1	BZ-2	28.301	27.862	0.00844	8	52	PVC	0.01	1.65	40.912	0.04	0.130	0.41	0.026	1.261	0.52	0.013	1.11	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-2	BZ-2	BZ-3	27.862	27.443	0.008	8	49.77	PVC	0.01	1.7269	40.855	0.04	0.130	0.41	0.026	1.259	0.52	0.013	1.10	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-3	BZ-3	BZ-4	27.443	28.554	0.023	8	47.98	PVC	0.01	1.54535	67.756	0.02	0.080	0.30	0.016	2.088	0.63	0.008	1.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-13	BZ-14	BZ-15	28.005	27.952	0.001	8	50.2	PVC	0.01	1.57405	14.468	0.11	0.230	0.60	0.047	0.446	0.27	0.024	0.24	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-14	BZ-15	BZ-16	27.917	28.164	0.005	8	50.98	PVC	0.01	1.0227	30.993	0.03	0.100	0.31	0.020	0.955	0.30	0.009	0.42	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-15	BZ-17	BZ-16	28.164	28.201	0.001	8	51.2	PVC	0.01	0.8764	11.970	0.07	0.180	0.53	0.037	0.369	0.20	0.020	0.14	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-16	BZ-18	BZ-19	27.157	25.611	0.032	8	48.89	PVC	0.01	2.7755	79.179	0.04	0.130	0.41	0.026	2.440	1.00	0.013	4.14	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-17	BZ-19	BZ-20	25.611	26.414	0.015	8	52.48	PVC	0.01	14.6219	55.078	0.27	0.360	0.82	0.073	1.697	1.39	0.038	5.67	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-18	BZ-20	BZ-21	27.624	27.884	0.006	8	42.34	PVC	0.01	1.5236	34.892	0.04	0.130	0.41	0.026	1.075	0.44	0.013	0.80	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-19	BZ-22	BZ-20	28.024	28.071	0.001	8	53.73	PVC	0.01	1.5958	13.169	0.12	0.240	0.63	0.049	0.406	0.26	0.025	0.22	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-30	BZ-36	BZ-39	28.258	28.250	0.000	8	52.61	PVC	0.01	1.5608	5.491	0.28	0.370	0.83	0.075	0.169	0.14	0.038	0.06	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-31	BZ-40	BZ-39	28.150	28.163	0.000	8	48.47	PVC	0.01	1.8500	7.292	0.25	0.350	0.80	0.071	0.225	0.18	0.036	0.10	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-32	BZ-41	BZ-48	28.532	26.465	0.042	8	49.01	PVC	0.01	1.7370	91.442	0.02	0.080	0.30	0.016	2.818	0.85	0.008	3.46	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-33	BZ-42	BZ-47	28.023	27.620	0.008	10	48.88	PVC	0.01	3.4380	73.305	0.05	0.150	0.45	0.038	1.446	0.65	0.019	1.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-34	BZ-44	BZ-45	27.761	27.543	0.005	8	46.66	PVC	0.01	1.8620	30.435	0.06	0.160	0.48	0.033	0.938	0.45	0.017	0.77	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-65	BZ-35	BZ-22	28.316	28.071	0.005	8	50.83	PVC	0.01	1.5208	30.913	0.05	0.150	0.45	0.030	0.953	0.43	0.015	0.73	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-67	BZ-3	BZ-15	27.443	27.352	0.002	8	49.02	PVC	0.01	3.4603	19.185	0.18	0.300	0.72	0.061	0.591	0.43	0.031	0.57	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-68	BZ-15	BZ-20	27.352	26.974	0.008	8	49.82	PVC	0.01	6.3857	38.785	0.16	0.280	0.69	0.057	1.195	0.82	0.029	2.17	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-69	BZ-20	EBAR	25.374	20.810	0.105	8	43.62	PVC	0.01	24.3575	144.028	0.17	0.290	0.71	0.059	4.439	3.15	0.030	31.21	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-71	BZ-37	BZ-19	26.080	25.611	0.009	8	50.61	PVC	0.01	11.6983	42.863	0.27	0.360	0.82	0.073	1.321	1.08	0.038	3.43	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-72	BZ-37	BZ-39	26.080	26.260	0.004	10	44.62	PVC	0.01	11.5823	51.276	0.23	0.340	0.78	0.086	1.011	0.79	0.044	1.73	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-73	BZ-39	BZ-48	26.260	26.465	0.004	10	47.03	PVC	0.01	7.9527	53.301	0.15	0.270	0.68	0.069	1.051	0.71	0.036	1.52	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-74	BZ-47	BZ-48	26.690	26.465	0.005	12	48.48	PVC	0.01	5.9750	89.434	0.07	0.180	0.53	0.055	1.225	0.65	0.029	1.34	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-75	BZ-46	BZ-47	26.745	26.690	0.001	12	47.73	PVC	0.01	2.2963	44.564	0.05	0.150	0.45	0.046	0.610	0.27	0.023	0.26	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-76	BZ-45	BZ-46	26.893	26.745	0.003	8	49.08	PVC	0.01	2.0694	24.451	0.08	0.180	0.55	0.037	0.754	0.41	0.021	0.61	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-77	BZ-1	BZ-17	28.301	28.201	0.002	8	54.41	PVC	0.01	1.5000	19.089	0.08	0.180	0.55	0.037	0.588	0.32	0.021	0.37	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-78	BZ-17	BZ-18	28.201	27.157	0.022	8	48.49	PVC	0.01	0.8764	65.334	0.01	0.040	0.20	0.008	2.013	0.40	0.005	0.96	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-79	BZ-38	BZ-18	28.547	28.793	0.005	8	46.86	PVC	0.01	1.5898	32.261	0.05	0.150	0.45	0.030	0.994	0.45	0.015	0.79	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-80	BZ-38	BZ-40	28.953	28.163	0.017	8	47.56	PVC	0.01	1.5898	57.387	0.03	0.100	0.31	0.020	1.768	0.55	0.009	1.43	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-81	BZ-41	BZ-40	29.533	28.532	0.020	8	49.22	PVC	0.01	1.5000	63.499	0.02	0.080	0.30	0.016	1.957	0.59	0.008	1.67	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-82	BZ-41	BZ-42	28.882	28.833	0.001	8	48.11	PVC	0.01	1.5000	14.210	0.11	0.230	0.60	0.047	0.438	0.26	0.024	0.24	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-83	BZ-43	BZ-42	28.533	28.879	0.007	8	48.84	PVC	0.01	1.6778	37.477	0.04	0.130	0.41	0.026	1.155	0.47	0.013	0.93	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-84	BZ-43	BZ-44	29.239	28.791	0.010	8	47	PVC	0.01	1.5000	43.472	0.03	0.100	0.31	0.020	1.340	0.42	0.009	0.82	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 09:** Verificación de los Parámetros Hidráulicos de la Red de Alcantarillado-Colector Panamá

TUBERÍA	Buzón Inicio	Buzón Final	Cota a inicio de tubería (msnm)	Cota a final de tubería (msnm)	Pendiente (m/m)	DIÁMETRO (pulg)	LONGITUD (m)	MATERIAL	n	Q (L/s)	Q tubo lleno (L/s)	fq	fd	fv	Tirante real (m)	Velocidad a Tubo lleno (m/s)	V real (m/s)	Radio Hidráulico (m)	Tensión tractiva (Pa)	Pendiente mínima	Tirante	Velocidad	Tension tractiva
TUB-4	B24	B25	28.554	28.050	0.010	8	52.49	PVC	0.01	1.54535	43.631	0.04	0.130	0.41	0.026	1.345	0.55	0.013	1.26	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-5	B25	B26	28.050	28.312	0.005	8	48.39	PVC	0.01	1.5375	32.764	0.05	0.150	0.45	0.030	1.010	0.45	0.015	0.81	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-6	B26	B27	28.312	28.008	0.008	8	40.16	PVC	0.01	1.5375	38.740	0.04	0.130	0.41	0.026	1.194	0.49	0.013	0.99	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-7	B27	B28	28.008	28.296	0.005	8	53.82	PVC	0.01	1.6759	32.572	0.05	0.150	0.45	0.030	1.004	0.45	0.015	0.81	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-8	B28	B29	28.296	28.728	0.010	8	41.67	PVC	0.01	1.5889	45.336	0.04	0.130	0.41	0.026	1.397	0.57	0.013	1.36	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-9	B210	B211	27.523	27.582	0.001	8	55.74	PVC	0.01	12.0082	14.486	0.83	0.690	1.14	0.140	0.446	0.51	0.062	0.64	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-10	B211	B212	27.582	27.642	0.001	8	54.06	PVC	0.01	11.8369	14.834	0.80	0.680	1.13	0.138	0.457	0.52	0.061	0.66	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-11	B212	B213	27.642	27.701	0.001	8	82.05	PVC	0.01	6.6356	11.940	0.56	0.540	1.04	0.110	0.368	0.38	0.054	0.38	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-12	B213	B214	27.701	28.005	0.006	8	50.16	PVC	0.01	1.57405	34.664	0.05	0.150	0.45	0.030	1.068	0.48	0.015	0.91	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-20	B222	B223	28.071	28.011	0.001	8	47.59	PVC	0.01	1.595825	15.810	0.10	0.220	0.59	0.045	0.487	0.29	0.023	0.28	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-21	B223	B224	28.011	27.891	0.002	8	74.82	PVC	0.01	3.644025	17.832	0.20	0.310	0.75	0.063	0.550	0.41	0.033	0.52	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-22	B224	B225	27.891	27.848	0.001	8	34.78	PVC	0.01	5.447525	15.656	0.35	0.420	0.90	0.085	0.482	0.43	0.043	0.53	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-23	B225	B226	27.848	27.502	0.002	8	75.09	PVC	0.01	7.522525	18.239	0.41	0.460	0.95	0.093	0.562	0.53	0.047	0.77	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-24	B225	B227	27.748	27.858	0.003	8	43.99	PVC	0.01	1.9194	22.266	0.09	0.200	0.56	0.041	0.686	0.38	0.021	0.52	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-25	B227	B228	27.858	28.346	0.010	8	48.39	PVC	0.01	1.775	44.715	0.04	0.130	0.41	0.026	1.378	0.56	0.013	1.32	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-26	B228	B230	28.346	28.869	0.013	8	41.33	PVC	0.01	1.6343	50.088	0.03	0.100	0.31	0.020	1.544	0.48	0.009	1.09	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-27	B229	B232	27.941	28.391	0.006	8	76.85	PVC	0.01	1.5	34.072	0.04	0.130	0.41	0.026	1.050	0.43	0.013	0.77	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-28	B233	B234	28.047	28.105	0.001	8	44.51	PVC	0.01	3.30435	16.073	0.21	0.320	0.76	0.065	0.495	0.38	0.034	0.43	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-29	B234	B236	28.105	28.258	0.003	8	52.49	PVC	0.01	1.5608	24.039	0.06	0.160	0.48	0.033	0.741	0.36	0.017	0.48	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-35	B249	B250	28.137	28.048	0.004	8	24.44	PVC	0.01	1.6796	26.870	0.06	0.160	0.48	0.033	0.828	0.40	0.017	0.60	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-36	B250	B251	28.048	27.933	0.004	8	32.64	PVC	0.01	1.8018	26.430	0.07	0.180	0.53	0.037	0.814	0.43	0.020	0.68	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-37	B251	B252	27.933	27.948	0.000	8	47.77	PVC	0.01	2.0259	7.890	0.26	0.360	0.81	0.073	0.243	0.20	0.037	0.11	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-38	B252	B253	28.228	28.181	0.001	8	51.33	PVC	0.01	1.737	13.474	0.13	0.250	0.64	0.051	0.415	0.27	0.026	0.23	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-39	B253	B254	28.181	29.507	0.021	8	62.06	PVC	0.01	1.5	65.085	0.02	0.080	0.30	0.016	2.006	0.60	0.008	1.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-40	B254	B255	28.997	28.928	0.001	8	50.00	PVC	0.01	1.7111	16.541	0.10	0.220	0.59	0.045	0.510	0.30	0.023	0.31	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-41	B255	B256	28.928	28.253	0.002	8	53.39	PVC	0.01	1.8047	20.665	0.09	0.200	0.56	0.041	0.637	0.36	0.021	0.45	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-42	B256	B257	28.253	28.189	0.001	8	52.90	PVC	0.01	1.8797	15.487	0.12	0.240	0.63	0.049	0.477	0.30	0.025	0.30	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-43	B257	B259	28.189	28.125	0.002	10	42.65	PVC	0.01	2.0019	31.273	0.06	0.160	0.48	0.041	0.617	0.30	0.021	0.31	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-44	B259	B260	28.125	27.918	0.005	10	39.49	PVC	0.01	2.0788	58.450	0.04	0.130	0.41	0.033	1.153	0.47	0.017	0.86	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-45	B260	B261	27.918	27.881	0.001	8	56.84	PVC	0.01	2.2149	11.360	0.19	0.300	0.73	0.061	0.350	0.26	0.032	0.20	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-46	B261	B262	27.881	27.848	0.001	8	44.76	PVC	0.01	2.3056	12.090	0.19	0.300	0.73	0.061	0.373	0.27	0.032	0.23	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-47	B262	B264	27.848	27.762	0.002	8	47.87	PVC	0.01	2.4537	18.873	0.13	0.250	0.64	0.051	0.582	0.37	0.026	0.46	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-48	B264	B265	27.762	27.737	0.001	8	48.13	PVC	0.01	2.5444	10.148	0.25	0.350	0.80	0.071	0.313	0.25	0.036	0.19	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-49	B266	B267	27.565	27.482	0.002	8	48.26	PVC	0.01	8.19595	18.466	0.44	0.47	0.97	0.096	0.569	0.55	0.049	0.82	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-50	B263	B266	27.630	27.565	0.001	8	53.96	PVC	0.01	8.04595	15.454	0.52	0.51	1.01	0.104	0.476	0.48	0.052	0.61	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-51	B268	B263	27.700	27.630	0.001	8	50.36	PVC	0.01	7.75155	16.601	0.47	0.49	0.98	0.100	0.512	0.50	0.049	0.67	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-52	B269	B268	27.920	27.700	0.004	8	51.41	PVC	0.01	7.57005	29.128	0.26	0.36	0.81	0.073	0.898	0.73	0.037	1.56	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-53	B251	B269	27.933	27.920	0.000	8	41.67	PVC	0.01	3.9777	7.865	0.51	0.51	1.01	0.104	0.242	0.24	0.052	0.16	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-54	B210	B226	27.523	27.502	0.001	8	17.19	PVC	0.01	12.1563	15.563	0.78	0.66	1.12	0.134	0.480	0.54	0.060	0.72	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-55	B226	B267	27.502	27.482	0.001	10	17.32	PVC	0.01	19.767725	27.434	0.72	0.62	1.1	0.157	0.541	0.60	0.073	0.83	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-56	B265	B267	27.737	27.482	0.005	8	50.15	PVC	0.01	2.6194	31.751	0.08	0.18	0.55	0.037	0.978	0.54	0.021	1.03	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-57	B27	B212	28.008	27.642	0.008	8	48.39	PVC	0.01	3.3615	38.724	0.09	0.2	0.56	0.041	1.193	0.67	0.021	1.58	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-58	B212	B224	27.642	27.891	0.005	8	48.73	PVC	0.01	1.5	31.829	0.05	0.15	0.45	0.030	0.981	0.44	0.015	0.77	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-59	B229	B224	27.941	27.891	0.003	8	16.26	PVC	0.01	1.6009	24.691	0.06	0.16	0.48	0.033	0.761	0.37	0.017	0.51	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-60	B25	B213	28.050	27.701	0.007	8	48.78	PVC	0.01	3.22545	37.663	0.09	0.2	0.56	0.041	1.161	0.65	0.021	1.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-61	B213	B223	27.801	28.011	0.004	8	47.86	PVC	0.01	1.5	29.495	0.05	0.15	0.45	0.030	0.909	0.41	0.015	0.66	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-62	B232	B223	28.391	28.011	0.009	8	41.86	PVC	0.01	1.7695	42.424	0.04	0.13	0.41	0.026	1.307	0.54	0.013	1.19	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-63	B231	B232	28.771	28.391	0.009	8	44.40	PVC	0.01	1.6167	41.192	0.04	0.13	0.41	0.026	1.269	0.52	0.013	1.12	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
TUB-64	B233	B269	28.047	27.920	0.002	8	53.21	PVC	0.01	3.37935	21.753	0.16	0.28	0.69	0.057	0.670	0.46	0.029	0.68	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-65	B235	B222	28.316	28.071	0.005	8	50.83	PVC	0.01	1.520825	30.913	0.05	0.15	0.45	0.030	0.953	0.43	0.015	0.73	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-66	B235	B234	28.316	28.105	0.005	8	44.86	PVC	0.01	1.54165	30.537	0.05	0.15	0.45	0.030	0.941	0.42	0.015	0.71	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TUB-85	B267	B270	27.482	27.452	0.003	10	9.63	PVC	0.01	30.729375	45.060	0.68	0.6	1.09	0.152	0.889	0.97	0.072	2.21	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-86	B270	B271	27.452	27.426	0.002	10	11.77	PVC	0.01	30.829375	37.944	0.81	0.68	1.13	0.173	0.748	0.85	0.076	1.65	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
TUB-87	B271	B272	27.426	27.397	0.003	10</																	

## V. CONCLUSIONES

1. El agua abastecida por el pozo N° 01 no es apta para el consumo humano. En ese sentido, como primera alternativa se plantea profundizar el pozo hasta el acuífero confinado situado entre 84.03m y 180m para obtener agua de mejor calidad. Como segunda alternativa, la instalación de una planta de tratamiento por ósmosis inversa a costo hundido.
2. El 82.31% de conexiones domiciliarias en los sectores 1 y 2 de Villa Hermosa no cumple con la presión mínima establecida por la norma OS 050. Asimismo, presentan velocidades menores a 0.6 m/s.
3. La red de agua potable de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa está conformada por 4373.87 ml de tuberías de PVC con diámetros de 200 mm, 160 mm y 110 mm.
4. La red de agua potable aún no cumple su vida útil, por lo tanto, se puede afirmar que se encuentra en un óptimo estado para seguir operando. Sin embargo, se registraron 180.30 ml de tuberías de asbesto cemento, material que puede causar cáncer.
5. La red de alcantarillado de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa está conformada por 4132.10 ml de tuberías de PVC con diámetros de 315mm, 250mm y 200mm. Además, se registró una cantidad significativa de buzones colmatados, así como la ausencia de dispositivos de caída necesarios en tres buzones.
6. La red de alcantarillado aún no alcanza su periodo estimado de servicio; sin embargo, no cumple con los parámetros de dimensionamiento hidráulico: pendiente mínima, velocidad y tensión tractiva. A esto se suma la irresponsabilidad de los usuarios al arrojar diversos tipos de desperdicios a los buzones. Todo esto tiene como consecuencia la colmatación de buzones y posteriores colapsos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar el mantenimiento continuo a la red de agua potable, así como a los diversos componentes ubicados en el área de estudio, ya que, si bien estos últimos actualmente no se encuentran en funcionamiento, presentan una condición óptima para continuar operando.
2. Considerar la alternativa de profundización del Pozo N°1 hasta el estrato situado entre 84.03m y 180m referido a un acuífero confinado, continuando además, con los estudios geofísicos que complementen el estudio geoelectrico expuesto, a fin de evaluar la calidad y cantidad del agua que contiene el acuífero identificado.
3. Instalar las conexiones de agua potable y alcantarillado a las viviendas faltantes; así como reemplazar las tuberías de asbesto cemento ubicadas en la calle Las Palmeras por otras de material PVC, a fin de mejorar la calidad de vida de la población.
4. Realizar el mejoramiento de la red de alcantarillado del área en estudio, considerando los parámetros de dimensionamiento hidráulico: pendiente mínima, velocidad y tensión tractiva; así como concientizar a la población respecto al uso adecuado de las cámaras de inspección.
5. Proyectar dispositivos de caída dentro de los buzones ubicados en la intersección de las calles Los Sausales y Los Chirimoyos; Los Mermes y Los Zapotes; Los Sausales y Los Higos, ya que presentan tuberías cuya altura de descarga con respecto al fondo de las cámaras señaladas es mayor a 1 m.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Y. Vega Huayambal, «JLO: obra de más de S/ 20 millones solo da 3 horas de agua en Villa Hermosa,» *La República*, 25 Julio 2018.
- [2] A. Fernández Cirelli, «El agua: un recurso esencial,» *Química Viva*, vol. 11, n° 3, pp. 147-170, 2012.
- [3] RPP Noticias, *Chiclayo: pobladores de Villa Hermosa protestan por calidad de agua*, 28 Agosto 2014.
- [4] Ministerio de Economía y Finanzas, Saneamiento Básico. Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos., Lima: Forma e Imagen, 2011.
- [5] P. Rodríguez Ruiz, ABASTECIMIENTO DE AGUA, Oaxaca, 2001.
- [6] C. P. Amézquita Marroquín, A. Pérez Vidal y P. Torres Lozada, «EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MARCO DE UN PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA,» *DIALNET*, vol. 11, n° 21, pp. 157-169, 2014.
- [7] G. Barjoveanu, I. M. Comandaru, G. Rodriguez-Garcia, A. Hospido y C. Teodosiu, «Evaluation of water services system through LCA. A case study for Iasi City, Romania,» *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 19, pp. 449-462, 2014.
- [8] P. Hai-Qin , L. Yan , W. Hong-Wu y M. Lu-Ming , «Assessment of the service performance of drainage system and transformation of pipeline network based on urban combined sewer system model,» *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 22, pp. 15712-15721, 2015.
- [9] D. S. Chiguaque Angel, «DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES CUATRO CAMINOS, EL CERRITO Y LA FRONTERA, ALDEA EL PAJÓN Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL PUEBLITO Y 0 CALLE DE LA CABECERA MUNICIPAL SANATA CATARINA PINULA, GUATEMALA,» Guatemala , 2018.
- [10] A. G. Machado Castillo , «DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO, DISTRITO DE CHALACO, MORROPON – PIURA,» Piura, 2018.
- [11] E. J. Carhuapoma Lizano, «DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO SUYO, PROVINCIA AYABACA, REGIÓN PIURA,» Piura, 2018.
- [12] E. Martínez Santos, «DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO HUEREQUEQUE – LA UNIÓN - PIURA,» Piura, 2018.
- [13] J. H. Torres Gonzales y P. C. Lainez Cabrera, «EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE VISTA HERMOSA – DISTRITO DE OCUMAL – PROVINCIA DE LUYA – AMAZONAS,» LAMBAYEQUE , 2018.
- [14] B. J. Almestar Pescoran y M. A. Ravines Silva , «MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PUERTO ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,» Chiclayo , 2019.
- [15] C. J. Prieto Bolívar , *El agua: Sus formas, Efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación*, Bogotá: Ecoe Ediciones , 2004.

- [16] G. M. Fair, J. C. Geyer y D. A. Okun, Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales, México : Limusa , 2013.
- [17] N. Gray, Calidad del agua potable. Problemas y Soluciones., España : ACRIBIA, 1996.
- [18] Ministerio de Vivienda, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima : Megabyte , 2019.
- [19] J. A. Romero Rojas , Calidad del Agua, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería , 2009.
- [20] J. Báez Noguera, Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales, Barranquilla : Uninorte , 2004.
- [21] F. V. Quiroz Esteves y A. Wan Cruz, «Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la localidad de Motupe-Lambayeque, 2016,» Chiclayo, 2016.
- [22] Á. Orozco Jaramillo , Bioingeniería de aguas residuales, Bogotá : ACODAL , 2005.
- [23] F. L. Burton , INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES. Tratamiento, vertido y reutilización, Madrid: McGraw-Hill, 1996.
- [24] J. Mendoza Dueñas , Topografía Técnicas Modernas, Segunda edición ed., Lima: SEGRIN EIRL, 2015.
- [25] I. Hernández Rodríguez, S. Timón Sánchez , E. M. Arroyo Anlló, A. Castaño Torres y R. J. Lario Báscones, «Manual técnico para la ejecución de pozos,» Mythagos, Canarias, 2012.
- [26] D. Vásquez Bernal, Interviewee, *Hidrogeología*. [Entrevista]. 10 Agosto 2020.
- [27] L. A. Estrada, «Apuntes de Prospección Geoeléctrica,» Tucuman, 2013.
- [28] Ing° Msc Aníbal Cáceres Narrea, «Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y Los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucía, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque,» Chiclayo, 2009.
- [29] DIGESA, «Fichas Técnicas del Grupo de Uso 1,» 2015.
- [30] T. Viraraghavan, . S. Subramanian y V. Swaminathan, « Drinking Water without Arsenic: A Review of Treatment Technologies,» *Environmental Systems Reviews*, n° 37, 1996.
- [31] Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, «Plan Estratégico 2005-2015-José Leonardo Ortiz,» Chiclayo, 2015.
- [32] V. C. Soberón, «Establecimiento de 1 Punto Geodésico de Orden "C" por el Sistema de Posicionamiento Global GPS Método Estático, enlazado a la Estación de Rastreo Permanente de Chiclayo (LB01),» Chiclayo, 2019.
- [33] Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental, *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031-2010-SA.*, Lima: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011-02552, 2011.
- [34] DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, *El Peruano*, Lima, 2017.
- [35] Aqua Drilling, «"Limpieza, Dessarenado y Recuperación de Fondo de Pozo N° 02" EPSEL-Villa Hermosa-José Leonardo Ortiz,» Chiclayo, 2018.
- [36] Organización Mundial de la Salud, *Guías para la calidad del agua potable*, 3ra ed., vol. 1, Biblioteca de la OMS.
- [37] Cheng R., Liang S., Wang H. y Beuhler M., « Enhanced Coagulation for Arsenic Removal,» pp. 79-90, 1994.

- [38] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, «Remoción del arsénico en el agua para bebida y biorremediación de suelos,» de *Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America*, México, 2006.
- [39] Ministerio de Energía y Minas, *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético-Plantas de Saneamiento de Agua*, Lima, 2017.
- [40] A. C. Narrea, «ESTUDIO DE PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA CON FINES DE EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS,» Chiclayo, 2009.
- [41] COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, «MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO,» México, 2002.
- [42] Aqua Drilling, «LIMPIEZA, DESARENADO Y RECUPERACIÓN DE FONDO DE LOS POZOS N°02 y N°03 EPSEL-VILLA HERMOSA-JOSÉ LEONARDO ORTIZ,» Chiclayo, 2018.
- [43] Aqua Drilling, «"Limpieza, Dessarenado y Recuperación de Fondo Pozo N° 01" EPSEL-Villa Hermosa-José Leonardo Ortiz,» Chiclayo, 2018.
- [44] I. J. A. Orellana, *Tratamiento de las Aguas*, Buenos Aires, 2005.

## **VIII. ANEXOS**

### **Anexo 01: Topografía**

El presente informe corresponde al levantamiento topográfico desarrollado para la tesis: “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”.

Considerando las actividades propias de georreferenciación, se desarrolló el trabajo de campo a partir de la identificación de un punto geodésico, el cual fue trasladado hasta el área de estudio. Posteriormente, se realizó el levantamiento topográfico de la zona del proyecto, la cual comprende 10.73 hectáreas y un perímetro de 2Km. Para este trabajo se utilizó una poligonal de apoyo abierta, empleando una estación total como equipo de precisión.

Después del procesamiento de los datos en gabinete, se presentan el plano de curvas de nivel, así como la ubicación de las estructuras existentes en el área de influencia del proyecto.

## 1. Reconocimiento de área de estudio

### 1.1. Ubicación del Área de Estudio

El presente levantamiento topográfico comprende los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo, mismo que se realizó a detalle.

**Tabla N° 01:** Ubicación política del área de estudio

UBICACIÓN POLÍTICA	
DEPARTAMENTO	Lambayeque
PROVINCIA	Chiclayo
DISTRITO	José Leonardo Ortiz

**Fuente:** Elaboración propia

**Imagen N° 01:** Área de Influencia del proyecto.



**Fuente:** Google Earth

**Tabla N° 02:** Ubicación geográfica de la zona de estudio

COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
José Leonardo Ortiz	06°44'44" S	79°50'44" O	40 m.s.n.m.

**Fuente:** Municipalidad de José Leonardo Ortiz

**Tabla N° 03:** Límites geográficos de la zona de estudio

LÍMITES GEOGRÁFICOS	
NORTE	Distritos: Lambayeque y Picsi
SUR	Distrito: Chiclayo
ESTE	Distritos: Picsi y Chiclayo
OESTE	Distrito: Pimentel

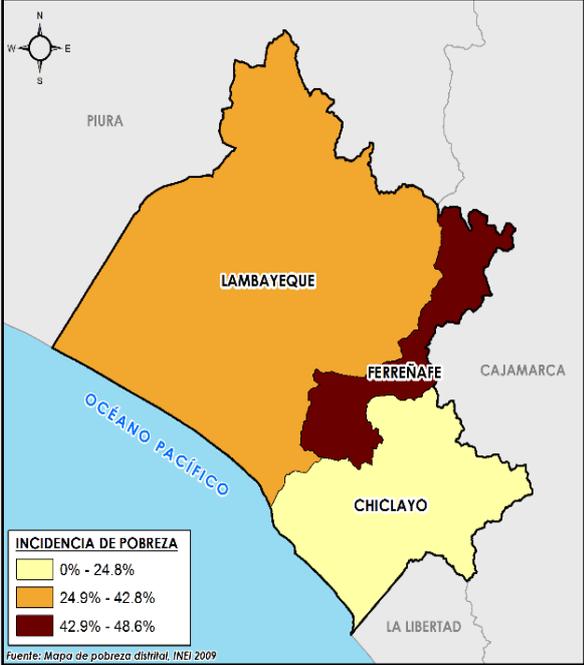
**Fuente:** Elaboración propia

**Imagen N° 02:** Mapa Departamental del Perú-Lambayeque



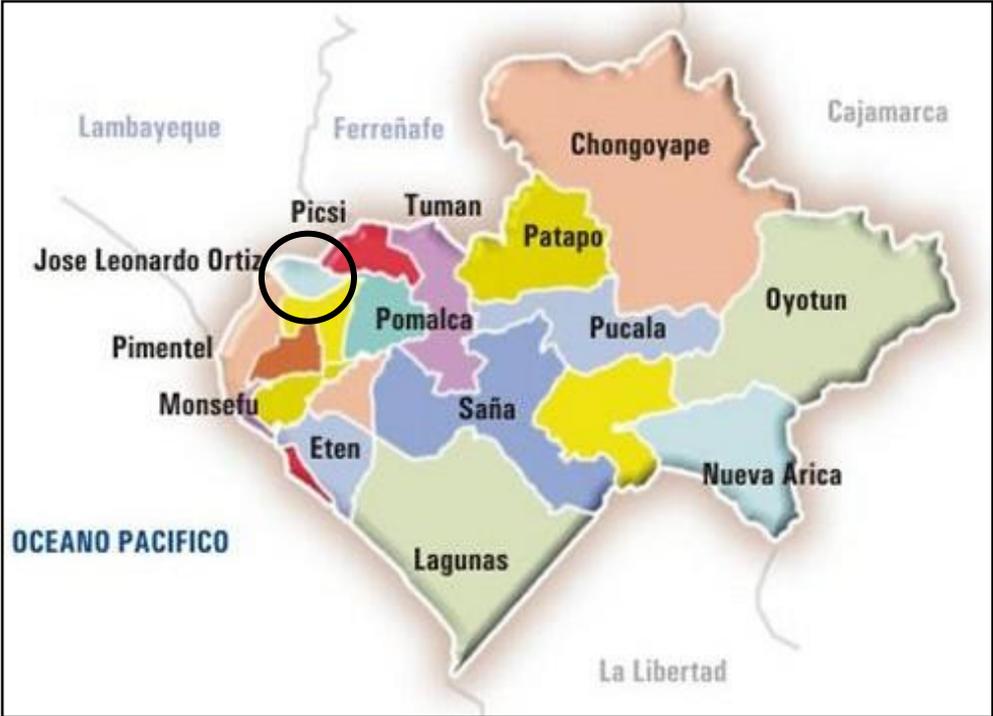
**Fuente:** Google.

**Imagen N° 03:** Mapa Provincial de Lambayeque



**Fuente:** Google.

**Imagen N° 04:** Mapa Distrital de Chiclayo



**Fuente:** Google.

## 1.2. Vías de acceso al área de estudio

El acceso a la zona del proyecto tiene la siguiente secuencia:

**Tabla N° 04:** Vías de acceso a José Leonardo Ortiz

DE	A	TIPO DE VÍA	TIEMPO	DISTANCIA
Chiclayo	JLO	Vía asfáltica	12 min	4.3 Km
Lambayeque	JLO	Vía asfáltica	20 min	11 Km

Fuente: Google Maps

## 3. Características de la Zona de estudio

### 3.1. Geografía

El pueblo joven Villa Hermosa pertenece al distrito de José Leonardo Ortiz, el que a su vez se ubica al norte de la ciudad de Chiclayo. Presenta un suelo llano. Su extensión es de 28.22 km<sup>2</sup> de superficie, con una población de 156 498 habitantes según el censo del año 2017, constituyéndose como el distrito de mayor densidad poblacional con 5546 habitantes por km<sup>2</sup>. [31]

Este proyecto corresponde a los sectores 1 y 2 del pueblo joven en mención, los cuales comprenden un área de 10.73 ha con una población de 3030 habitantes aproximadamente.

### 3.2. Clima

Presenta un clima cálido, templado, seco, las precipitaciones pluviales son escasas, los vientos son moderados. Presencia de sol la mayor parte del año, con nubosidad baja y fuertes vientos en los cambios lunares [31].

### 3.3. Precipitaciones

En el distrito de José Leonardo Ortiz, las precipitaciones pluviales son escasas y esporádicas. Tiene una precipitación promedio anual de 33.05mm. El Fenómeno del Niño altera la presencia de las precipitaciones pluviales en la Costa, tal como ocurrió en el año 1998 en donde se registró una precipitación anual de 1549.5mm. Enormes volúmenes de precipitación como este producen un incremento extraordinario del caudal de los ríos del departamento, generando inundaciones que afectan diferentes zonas urbanas [31].

### **3.4. Recursos Naturales**

Presenta suelos limosos y muy profundos, la flora natural es escasa, predominan algunas hierbas y matorrales que crecen mayormente en las orillas de las acequias. Asimismo, José Leonardo Ortiz, cuenta con 1092.88 hectáreas de zonas agrícolas, que están disminuyendo ante la expansión urbana. El agua necesaria el riego proviene del río Lambayeque y para el consumo humano, de la laguna Boró, administrada por EPSEL [31].

### **3.5. Actividades económicas**

Una de las principales actividades económicas es el comercio debido a la existencia del mercado mayorista Moshoqueque, donde se comercializan productos agrícolas, ganaderos, entre otros, tanto de los distritos locales, como de regiones aledañas. Del mismo modo, hay numerosos talleres de reparación de vehículos automotores y maquinarias, carpinterías de madera y metálicas, manufacturas de losetas, hielo, ladrillos y adobes, curtiembre y numerosas tiendas comerciales [31].

## **4. Recursos de Georreferenciación**

Previo al desarrollo del levantamiento topográfico para el proyecto: “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”, fue necesario identificar 01 BM en campo, lo más próximo posible al área del proyecto, a fin de anclar la red de nivelación a un punto geodésico certificado por el IGN. Las coordenadas del punto en mención están georreferenciadas al sistema WGS84 – Modo RTK – Zona 17S [32].

### **4.1. BM**

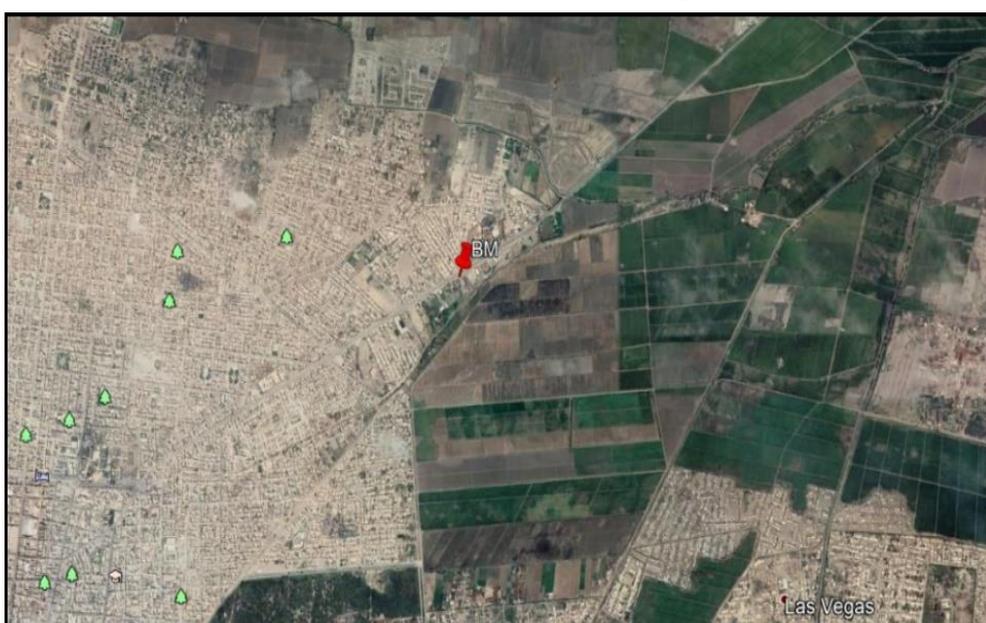
Para el levantamiento topográfico, se colocó un BM cerca al área del proyecto, ubicado en uno de los muros laterales de la Av. Chiclayo Km 0.55, el cual fue trasladado desde la coordenada establecida por el punto geodésico o BM ubicado en la Av. Agricultura Km 1.5, carretera a la Ciudad de Ferreñafe.

**Tabla N° 05:** Ubicación del BM utilizado

UBICACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO	
DEPARTAMENTO	Lambayeque
PROVINCIA	Chiclayo
DISTRITO	Chiclayo
REFERENCIAS	A un lado de la carretera a Ferreñafe
ACCESIBILIDAD	Carretera asfaltada

**Fuente:** Establecimiento de un (1) punto geodésico de orden “c” por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) método-estático, enlazado a la estación de rastreo permanente de Chiclayo (LB01).

**Imagen N° 05:** Ubicación satelital del punto geodésico



Fuente: Google Earth

**Tabla N° 06:** Resultados del punto geodésico

COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
ID	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
BM	631184.753	9253351.83	34.499

**Fuente:** Establecimiento de un (1) punto geodésico de orden “c” por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) método-estático, enlazado a la estación de rastreo permanente de Chiclayo (LB01).

## 5. Recursos empleados

Para el levantamiento topográfico del proyecto “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”, se utilizaron los equipos y herramientas detallados a continuación:

**Tabla N° 07:** Equipos e instrumentos topográficos utilizados

EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS			
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	SERIE
1	Estación Total	Leica	TS02 (ANEXO N° 01)
1	Trípode	Leica	GST20
2	Jalones	Leica	
2	Primas	Leica	
1	GPS Navegador	Garmin	Etrex 20X

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°08:** Herramientas utilizadas

HERRAMIENTAS UTILIZADAS	
UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Wincha (5m)
1	Comba
37	Estacas de fierro (0.20m)
2	Pintura en spray (rojo)

**Fuente:** Elaboración propia

## 6. Ejecución y procesamiento de información

### 6.1. Brigada de Topografía

Para el desarrollo de este levantamiento topográfico se contó con una brigada encargada del trabajo de campo. Esta brigada estuvo conformada por:

**Tabla N°09:** Brigada de topografía

BRIGADA DE TOPOGRAFÍA	
UNIDAD	CARGO
1	Topógrafo
2	Auxiliares de topografía

**Fuente:** Elaboración propia

## **6.2. Planeamiento**

El Levantamiento Topográfico se realizó tras previo reconocimiento de campo y planteamiento de una ruta estratégica para, trasladar el punto geodésico hasta el área del proyecto, y posteriormente realizar el levantamiento topográfico de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, tomando puntos a detalle. En esta fase, se evaluaron distintos métodos para realizar el levantamiento señalado; sin embargo, teniendo en cuenta la ubicación, el alcance y el costo del proyecto, finalmente se optó por una poligonal abierta, la cual será base para el desarrollo del proyecto.

## **6.3. Trabajo de campo**

El trabajo de campo se inició el día 13 de agosto del presente año, y comprendió dos fases: el traslado del BM situado al lado derecho de la carretera a Ferreñafe (km 1.5) hacia la zona del proyecto; y la lectura de puntos topográficos en estructuras.

### **6.3.1. Traslado del BM hacia la zona del proyecto**

- Para este trabajo se contó con una estación total Leica TS02, dos prismas y una libreta topográfica.
- Se tuvo una cota de inicio de 34.499 m.s.n.m. y para llegar al punto requerido por el presente proyecto se han realizado 5 cambios de estación, debido principalmente al tránsito vehicular que se presentó en el trayecto. La distancia recorrida es de aproximadamente 1.5 Km. El punto de llegada, en la zona del proyecto, tuvo la cota 30.353 m.s.n.m.
- El traslado del BM se realizó desde la Av. Agricultura (km 1.5) hasta la Av. Chiclayo (km 0.55). (Anexo N° 02).

### **6.3.2. Levantamiento topográfico de la zona del proyecto.**

- Se realizó una poligonal abierta partiendo del BM inicial ubicado en una estructura inamovible, en este caso, el muro lateral derecho de la Av. Chiclayo (Km 0.55).
- A lo largo del desarrollo de la poligonal de apoyo se colocaron BM's, los cuales fueron definidos en campo mediante la colocación de estacas y señalando con spray rojo puntos de referencia estáticos, de tal manera que sean visibles.
- Se realizó la lectura de puntos topográficos en estructuras existentes (manzanas, lotes, cámaras de inspección, conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado).

#### 6.4. Trabajo de gabinete

Después de haber tomado los datos en campo, se realizó el trabajo de gabinete, mismo que comprende el ordenamiento de información, cálculos matemáticos, así como la digitalización y procesamiento de la información para finalmente generar los planos correspondientes. Para esta tarea se utilizaron los siguientes programas y softwares:

- Microsoft Office
- Calculadora
- AutoCAD
- AutoCAD Civil 3D

En el presente levantamiento topográfico se consideraron 8 BM's como se muestra a continuación:

**Tabla N°10:** Coordenadas UTM de

CUADRO DE COORDENADAS DE BM's			
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
BM 1	629915.001	9253276.202	30.353
BM 2	629851.266	9253318.015	30.234
BM 3	629866.503	9253376.422	29.926
BM 4	630007.709	9253700.882	30.288
BM 5	630374.211	9253550.063	30.870
BM 6	630353.745	9253402.228	30.545
BM 7	630160.025	9253348.528	30.447
BM 8	629976.717	9253244.847	30.197

**Fuente:** Elaboración propia

## 7. Conclusiones

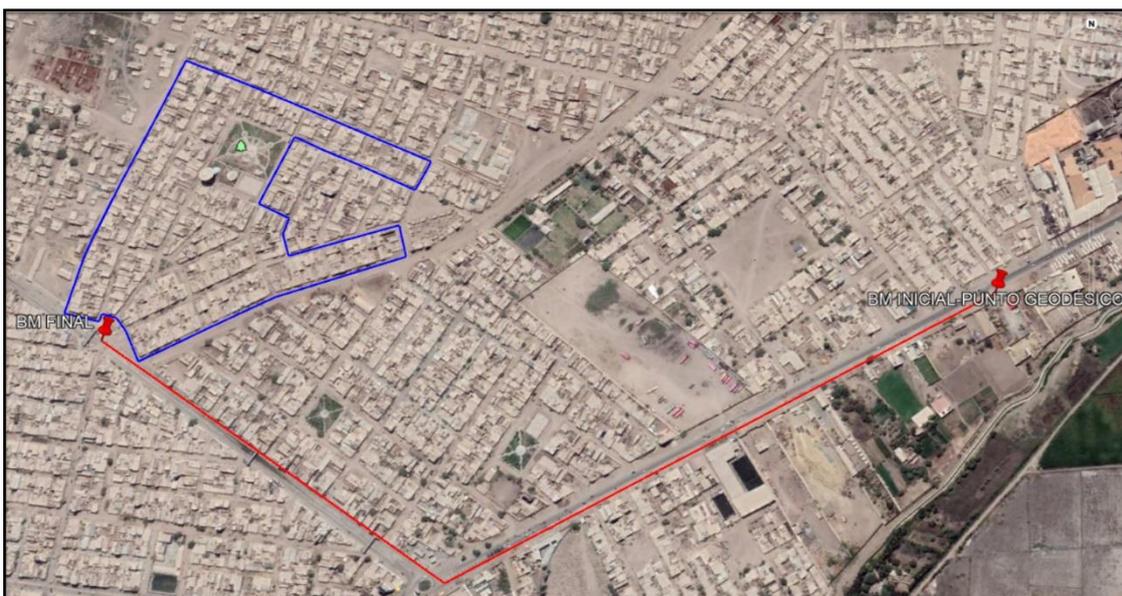
- El levantamiento topográfico se desarrolló de manera óptima, dado que se realizó a partir de las coordenadas y la elevación de un punto geodésico ubicado en el Km 1.5 de la carretera a Ferreñafe, el que a su vez se encuentra anclado a la estación de rastreo permanente LB01 establecido por el IGN.
- La topografía de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa es llana. No se encontraron pendientes pronunciadas ni un relieve muy accidentado, prueba de ello es que el área de estudio tiene una elevación mínima de 29.412 m.s.n.m. y una elevación máxima de 31.132 m.s.n.m.
- En la zona del proyecto se identificaron 22 manzanas, 606 lotes y 72 cámaras de inspección.

## 8. Anexos

### Anexo N° 01: Especificaciones técnicas del equipo topográfico

<b>Medición Angular (Hz, V)</b>		
Precisión <sup>1)</sup>	3" (1 mgon) / 5" (1.5 mgon) 7" (2 mgon)	✓
Método	Absoluto, continuo, diametral: en todos los modelos	✓
Resolución en pantalla	0.1" / 0.1 mgon / 0.01 mil	✓
Compensador	Compensación en Cuatro Ejes: en todos los modelos	✓
Precisión config. del compensador	1" / 1.5" / 2"	✓
<b>Medición de distancias con prisma</b>		
Rango <sup>2)</sup> Prisma Circular (Leica GPR1)	3.500 m	✓
Rango <sup>2)</sup> Diana reflectante (60 mm x 60 mm)	250 m > 500 m <sup>8)</sup>	✓
Precisión <sup>3)</sup>	Preciso+: 1.5 mm+2.0 ppm Preciso Rápido: 3.0 mm+2.0 ppm Tracking: 3.0 mm+2.0 ppm	✓
Tiempo típico de medición <sup>4)</sup>	2.0 s	✓
<b>Medición de distancias sin prisma <sup>7)</sup></b>		
Rango <sup>5)</sup> PinPoint R500	500 m	○
Precisión <sup>3)</sup>	2 mm+2 ppm	✓
Tamaño del puntero láser	A 30 m: aprox. 7 x 10 mm A 50 m: aprox. 8 x 20 mm	✓
<b>Almacenamiento de datos / Comunicaciones</b>		
Memoria Interna	Max.: 24.000 puntos de control, Max.: 13.500 mediciones	✓
Interfaz	Serial (Baudios hasta 115.200)	✓
Formato de datos	Formatos GSI / DXF / LandXML / CSV / ASCII personalizado	✓
<b>Objetivo</b>		
Aumentos / Resolución	30 x / 3"	✓
Campo de Visión	1° 30' (1.66 gon) 2.7 m a 100 m	✓
Rango de enfoque	1.7 m a infinito	✓
Reticulo	Iluminación, 10 niveles de brillo	✓

**Anexo N° 02: Ruta de traslado del BM hasta la zona del proyecto**



**Fuente:** Google Earth

**Anexo N° 03: Av. Chiclayo Km 0.55**



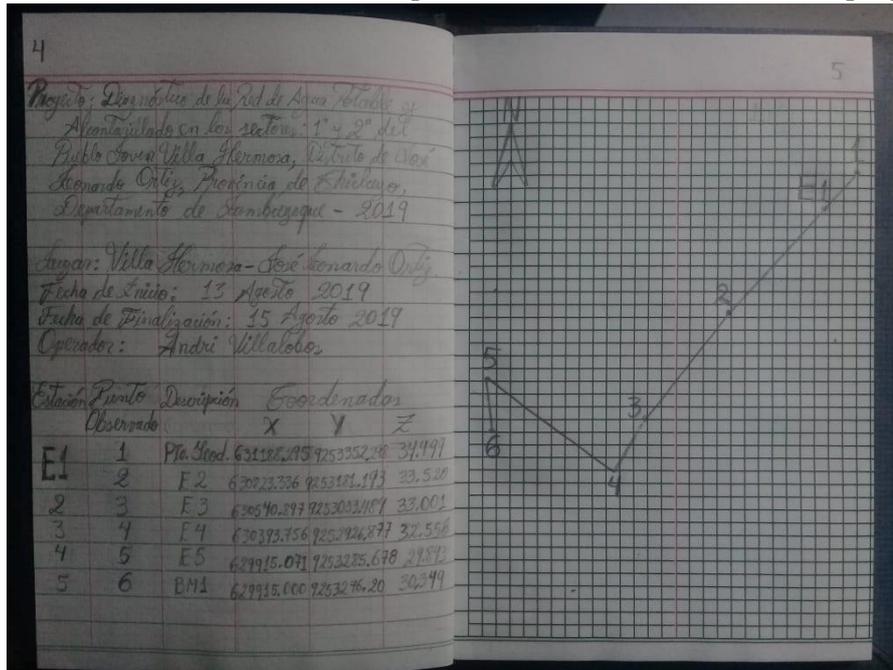
**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 04: BM final (BM1)-Muro lateral derecho Av. Chiclayo**



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 05:** Libreta de campo - traslado de BM a la zona del proyecto



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 06:** Registro de campo – levantamiento topográfico del área del proyecto

ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
629915.001	9253276.202	30.353	BM1
629851.266	9253318.015	30.234	BM2
629866.503	9253376.422	29.926	BM3
630007.709	9253700.882	30.288	BM4
630374.211	9253550.063	30.870	BM5
630353.745	9253402.228	30.545	BM6
630160.025	9253348.528	30.447	BM7
629976.717	9253244.847	30.197	BM8
630000.099	9253707.174	30.069	B1
629981.086	9253656.632	29.972	B2
629962.366	9253608.368	30.003	B3
629942.915	9253562.329	29.854	B4
629922.551	9253511.789	29.850	B5
629902.274	9253465.657	29.712	B6
629886.604	9253426.516	29.608	B7
629871.666	9253372.729	29.496	B8
629861.407	9253330.293	29.848	B9
629858.691	9253316.960	29.980	B10
629910.001	9253303.844	29.973	B11
629922.101	9253360.373	29.946	B12
629936.913	9253414.428	29.862	B13

629969.239	9253491.810	29.981	B14
629989.607	9253539.894	30.215	B15
630010.336	9253588.258	30.152	B16
630030.736	9253636.677	30.284	B17
630052.126	9253685.382	30.321	B18
630098.327	9253665.015	30.367	B19
630078.276	9253618.237	30.326	B20
630057.061	9253568.306	29.874	B21
630035.595	9253518.726	30.021	B22
630015.121	9253472.301	29.963	B23
629986.170	9253401.983	29.862	B24
629972.255	9253367.885	29.847	B25
629929.328	9253303.514	29.943	B26
630014.800	9253384.008	29.628	B27
630059.460	9253406.224	30.246	B28
630002.203	9253396.996	29.815	B29
630097.933	9253426.093	30.139	B30
630098.093	9253436.732	30.171	B31
630056.186	9253455.413	30.133	B32
630108.471	9253437.301	30.077	B33
630126.542	9253480.995	30.025	B34
630082.837	9253498.443	30.036	B35
630147.620	9253530.117	30.088	B36
630126.183	9253596.912	30.280	B37
630143.446	9253646.252	30.553	B38
630169.833	9253580.156	30.295	B39
630188.947	9253626.613	30.303	B40
630236.206	9253606.896	30.542	B41
630282.478	9253587.660	30.683	B42
630329.330	9253567.934	30.879	B43
630374.518	9253547.652	30.791	B44
630354.561	9253501.823	30.503	B45
630307.887	9253522.682	30.705	B46
630262.502	9253541.774	30.370	B47
630215.606	9253561.446	30.575	B48
630172.781	9253459.650	30.367	B49
630163.967	9253435.374	30.044	B50
630173.323	9253402.477	30.261	B51
630220.576	9253417.408	30.474	B52
630271.506	9253433.956	30.236	B53
630334.217	9253453.630	30.497	B54
630342.589	9253402.014	30.678	B55
630289.222	9253384.130	30.783	B56
630237.357	9253366.138	30.317	B57
630235.123	9253373.555	30.351	B58

630194.682	9253353.013	30.495	B59
630155.227	9253340.182	30.378	B60
630102.371	9253314.334	30.151	B61
630060.752	9253293.023	30.158	B62
630038.160	9253340.693	30.026	B63
630016.547	9253269.949	30.245	B64
629973.181	9253246.351	30.167	B65
629988.171	9253314.406	30.050	B66
629944.119	9253291.325	29.872	B67
630084.652	9253363.480	30.425	B68
630132.212	9253387.777	30.040	B69
629855.000	9253324.000	29.985	E1
629882.732	9253427.572	29.657	E2
629918.594	9253512.725	29.906	E3
629954.484	9253612.253	29.953	E4
629990.480	9253709.138	30.221	E5
630051.864	9253685.704	30.341	E6
630102.145	9253666.573	30.443	E7
629987.257	9253541.098	30.239	E8
629918.805	9253359.913	30.082	E9
629913.931	9253286.944	29.856	E10
629972.645	9253360.913	30.010	E11
630105.402	9253603.361	30.135	E12
630167.282	9253584.553	30.264	E13
630210.457	9253559.704	30.590	E14
630259.319	9253538.398	30.501	E15
630359.398	9253505.196	30.656	E16
630380.342	9253548.212	30.771	E17
630328.933	9253453.945	30.498	E18
630352.240	9253391.901	30.535	E19
630243.917	9253353.712	30.615	E20
630165.323	9253331.440	30.433	E21
630068.603	9253279.655	30.301	E22
630038.200	9253344.554	30.062	E23
630170.004	9253404.128	30.199	E24
630009.118	9253386.087	29.949	E25
629998.812	9253395.934	29.931	E26
630167.665	9253454.473	30.376	E27
630144.198	9253390.095	30.175	E28
629848.932	9253330.961	29.950	POSTE
629846.643	9253332.846	30.092	POSTE
629869.450	9253319.319	30.139	POSTE
629888.071	9253418.193	29.968	POSTE
629880.858	9253387.825	29.920	POSTE
629873.964	9253359.052	29.728	POSTE

629911.384	9253424.918	30.049	POSTE
629910.188	9253417.048	30.063	POSTE
629941.686	9253409.527	30.037	POSTE
629945.763	9253416.347	29.878	POSTE
629967.109	9253403.414	30.011	POSTE
629976.668	9253409.054	30.060	POSTE
629917.691	9253486.643	30.078	POSTE
629913.548	9253477.990	30.044	POSTE
629903.718	9253453.807	30.036	POSTE
629901.757	9253450.528	30.027	POSTE
629917.759	9253486.923	30.102	POSTE
629924.464	9253504.154	30.114	POSTE
630006.475	9253473.006	30.074	POSTE
630009.932	9253477.593	29.992	POSTE
630008.344	9253478.267	30.006	POSTE
629976.687	9253485.185	30.137	POSTE
629983.982	9253490.225	30.050	POSTE
629961.633	9253499.662	30.012	POSTE
629952.658	9253495.365	30.094	POSTE
629931.331	9253504.504	30.084	POSTE
629933.043	9253511.747	30.004	POSTE
629962.731	9253595.357	30.185	POSTE
629950.839	9253566.931	30.076	POSTE
629939.317	9253539.224	29.994	POSTE
629932.634	9253522.723	30.037	POSTE
630046.132	9253568.467	30.255	POSTE
630016.831	9253581.459	30.243	POSTE
629995.422	9253590.168	30.274	POSTE
629972.105	9253600.107	30.162	POSTE
630000.320	9253682.719	30.359	POSTE
629988.440	9253655.185	30.248	POSTE
629974.390	9253621.964	30.171	POSTE
630014.461	9253697.695	30.319	POSTE
630012.137	9253706.918	30.289	POSTE
630295.264	9253577.943	30.650	POSTE
630226.497	9253606.982	30.779	POSTE
630196.363	9253619.760	30.859	POSTE
630179.506	9253626.978	30.649	POSTE
630145.675	9253641.375	30.648	POSTE
630078.965	9253670.016	30.591	POSTE
630014.525	9253697.699	30.295	POSTE
630016.528	9253594.307	30.189	POSTE
630023.353	9253627.058	30.244	POSTE
630029.550	9253623.893	30.264	POSTE

630044.349	9253676.204	30.372	POSTE
630050.777	9253674.002	30.303	POSTE
629945.850	9253427.745	30.092	POSTE
629947.831	9253450.503	30.133	POSTE
629949.759	9253436.742	30.132	POSTE
629962.192	9253484.692	30.138	POSTE
629961.487	9253464.477	30.074	POSTE
629964.065	9253469.693	30.118	POSTE
629975.614	9253497.379	30.148	POSTE
629977.604	9253500.794	30.230	POSTE
629987.456	9253525.129	30.296	POSTE
629983.248	9253533.064	30.297	POSTE
629999.375	9253551.965	30.281	POSTE
629907.719	9253317.649	30.061	POSTE
629917.682	9253358.444	30.091	POSTE
629917.142	9253326.870	29.932	POSTE
629917.644	9253328.014	29.929	POSTE
629923.993	9253354.221	29.968	POSTE
629926.827	9253365.306	30.043	POSTE
629931.065	9253382.694	30.073	POSTE
629935.334	9253400.964	30.017	POSTE
629936.252	9253405.448	29.988	POSTE
629927.262	9253312.531	30.033	POSTE
629926.045	9253315.548	30.083	POSTE
629918.418	9253317.039	30.063	POSTE
629969.976	9253258.519	30.188	POSTE
629968.183	9253261.335	30.080	POSTE
629955.465	9253284.759	30.122	POSTE
629955.300	9253286.801	30.128	POSTE
629940.399	9253304.889	30.112	POSTE
630018.569	9253487.588	30.066	POSTE
630016.522	9253483.664	30.046	POSTE
630015.185	9253481.226	30.111	POSTE
630008.922	9253466.565	30.129	POSTE
629996.858	9253437.879	30.051	POSTE
629984.768	9253410.370	30.113	POSTE
629974.820	9253381.476	29.936	POSTE
629994.768	9253403.607	29.990	POSTE
630011.882	9253393.147	30.015	POSTE
630094.774	9253427.523	30.192	POSTE
630071.070	9253415.646	30.199	POSTE
630071.973	9253407.895	30.156	POSTE
630048.785	9253404.533	30.130	POSTE
630063.428	9253404.190	30.179	POSTE
630025.872	9253393.047	30.012	POSTE

630026.453	9253385.909	30.016	POSTE
630098.387	9253441.289	30.380	POSTE
630064.739	9253454.528	30.198	POSTE
630030.630	9253469.705	30.105	POSTE
630162.333	9253460.123	30.294	POSTE
630134.576	9253472.243	30.260	POSTE
630108.404	9253483.299	30.218	POSTE
630077.021	9253496.466	30.202	POSTE
630091.937	9253660.659	30.469	POSTE
630086.845	9253648.585	30.333	POSTE
630077.908	9253627.399	30.335	POSTE
630076.379	9253623.829	30.513	POSTE
630067.334	9253602.545	30.247	POSTE
630062.078	9253590.818	30.142	POSTE
630058.774	9253582.653	30.222	POSTE
630047.325	9253556.139	30.153	POSTE
630156.036	9253589.717	30.347	POSTE
630152.414	9253591.573	30.461	POSTE
630120.210	9253605.564	30.485	POSTE
630106.290	9253611.192	30.204	POSTE
630087.004	9253619.874	30.382	POSTE
630127.261	9253470.711	30.311	POSTE
630115.113	9253443.352	30.295	POSTE
630116.044	9253445.876	30.280	POSTE
630179.956	9253580.103	30.541	POSTE
630206.529	9253569.100	30.606	POSTE
630185.200	9253606.981	30.656	POSTE
630176.812	9253587.352	30.574	POSTE
630217.542	9253572.546	30.709	POSTE
630229.856	9253601.397	30.722	POSTE
630349.094	9253508.044	30.706	POSTE
630334.188	9253514.206	30.702	POSTE
630318.029	9253521.312	30.763	POSTE
630294.613	9253531.280	30.695	POSTE
630269.751	9253542.179	30.780	POSTE
630239.147	9253554.934	30.519	POSTE
630272.627	9253574.549	30.622	POSTE
630269.962	9253568.297	30.670	POSTE
630262.852	9253551.850	30.680	POSTE
630354.883	9253511.304	30.951	POSTE
630252.116	9253423.792	30.574	POSTE
630285.777	9253434.739	30.609	POSTE
630304.136	9253440.317	30.596	POSTE
630314.715	9253443.745	30.613	POSTE
630334.726	9253411.108	30.851	POSTE

630325.082	9253442.162	30.608	POSTE
630262.510	9253380.217	30.677	POSTE
630293.576	9253390.357	30.830	POSTE
630321.572	9253400.624	30.739	POSTE
630327.271	9253401.324	31.019	POSTE
630220.791	9253405.435	30.563	POSTE
630230.243	9253377.409	30.539	POSTE
630162.660	9253348.219	30.573	POSTE
630197.192	9253359.656	30.533	POSTE
630225.172	9253368.229	30.660	POSTE
630115.638	9253429.520	30.229	POSTE
630117.973	9253408.626	30.214	POSTE
630132.732	9253396.617	30.225	POSTE
630140.992	9253377.817	30.339	POSTE
630149.357	9253362.704	30.566	POSTE
630153.995	9253351.490	30.457	POSTE
629980.785	9253256.524	30.325	POSTE
630010.643	9253272.141	30.420	POSTE
630039.000	9253286.733	30.423	POSTE
630066.211	9253300.421	30.341	POSTE
630100.993	9253318.201	30.366	POSTE
630133.512	9253334.238	30.467	POSTE
630025.551	9253371.233	30.263	POSTE
630044.438	9253334.733	30.133	POSTE
630058.782	9253305.357	30.160	POSTE
629957.293	9253302.950	30.020	POSTE
629959.511	9253296.265	30.074	POSTE
629986.400	9253309.763	30.248	POSTE
630004.801	9253326.635	30.133	POSTE
630015.654	9253324.620	30.173	POSTE
630023.877	9253328.761	30.280	POSTE
630099.811	9253367.223	30.386	POSTE
630045.588	9253348.169	30.153	POSTE
630045.680	9253339.770	30.164	POSTE
630065.076	9253349.546	30.225	POSTE
630055.221	9253449.418	30.199	POSTE
630034.033	9253426.134	30.065	POSTE
630012.829	9253403.250	30.065	POSTE
630159.752	9253431.508	30.328	POSTE
630167.505	9253408.724	30.309	POSTE
630229.244	9253416.144	30.624	POSTE
630251.927	9253423.482	30.593	POSTE
630212.151	9253410.910	30.601	POSTE
630177.116	9253399.503	30.434	POSTE
630152.406	9253391.230	30.456	POSTE

629914.827	9253276.460	29.524	AP
629919.012	9253281.077	29.593	AP
629917.209	9253278.954	29.542	EP
629897.918	9253290.243	30.030	AP
629896.778	9253288.292	30.042	AP
629898.529	9253291.284	30.047	EP
629874.672	9253310.664	29.998	AP
629871.276	9253305.022	29.977	AP
629873.549	9253307.738	29.987	EP
629846.198	9253321.470	29.903	AP
629848.817	9253323.844	29.966	EP
629849.042	9253331.797	30.083	AP
629845.775	9253326.590	29.947	EP
629844.095	9253322.984	29.913	AP
629882.732	9253427.572	29.659	AP
629848.932	9253330.961	29.950	P
629846.643	9253332.846	30.092	P
629831.187	9253343.452	29.982	AP
629827.822	9253338.251	29.899	EP
629905.632	9253310.167	29.979	AP
629903.955	9253303.966	29.990	AP
629904.581	9253306.937	29.968	EP
629891.234	9253307.049	30.032	AP
629893.365	9253313.312	29.966	AP
629891.845	9253310.020	29.975	EP
629874.667	9253311.107	30.039	AP
629876.465	9253317.015	30.009	AP
629875.539	9253313.992	29.965	EP
629954.484	9253612.253	29.961	EP
629869.450	9253319.319	30.139	P
629920.996	9253280.317	29.756	S
629932.939	9253292.889	30.041	S
629932.409	9253294.755	30.080	S
629932.124	9253290.595	29.982	S
629905.114	9253311.633	30.170	M
629903.734	9253310.919	30.175	VER
629893.323	9253314.509	30.192	L
629885.816	9253316.390	30.181	L
629866.382	9253321.283	30.127	M
629990.480	9253709.138	30.240	L
630051.864	9253685.704	30.327	L
629987.257	9253541.098	30.274	M
629865.090	9253320.650	30.143	VER
629865.075	9253321.081	30.138	VER
629867.706	9253327.131	29.903	L
629869.075	9253332.938	29.912	L
629870.498	9253338.756	29.959	L
629871.906	9253344.702	29.977	L
629873.342	9253350.562	29.609	L
629874.789	9253356.377	29.788	L
629876.224	9253362.219	29.825	L
629877.665	9253367.939	29.895	L
629879.086	9253373.749	29.884	L
629880.473	9253379.501	29.943	L
629882.004	9253385.412	29.988	L

629883.453	9253391.148	29.983	L
629884.754	9253397.307	29.974	L
629886.345	9253403.171	29.979	L
629887.736	9253409.031	29.964	L
629889.114	9253414.831	29.998	L
629890.602	9253420.762	30.027	M
629918.805	9253359.913	30.071	L
629913.931	9253286.944	29.865	L
629889.525	9253422.175	29.893	VER
629972.645	9253360.913	29.991	AGUA
630020.794	9253474.241	30.064	DESGUE
629887.110	9253315.583	30.143	DESGUE
629879.880	9253317.305	30.137	AGUA
629879.467	9253317.421	30.129	DESGUE
629889.747	9253419.979	29.988	DESGUE
629889.642	9253419.511	29.982	AGUA
629888.319	9253413.988	29.970	AGUA
629888.111	9253413.314	29.966	DESGUE
629886.670	9253407.099	29.934	DESGUE
629885.641	9253402.566	29.973	DESGUE
629885.382	9253401.372	29.966	AGUA
629883.378	9253394.014	29.952	DESGUE
629883.478	9253392.394	29.941	DESGUE
629882.800	9253390.396	29.964	AGUA
629880.940	9253383.336	29.927	DESGUE
629880.828	9253382.765	29.929	AGUA
629879.144	9253375.748	29.886	DESGUE
629879.116	9253375.739	29.889	AGUA
629877.351	9253368.820	29.893	DESGUE
629876.631	9253365.802	29.890	AGUA
629876.344	9253364.576	29.866	DESGUE
629875.094	9253361.015	29.789	DESGUE
629875.197	9253360.470	29.789	AGUA
629874.071	9253355.396	29.775	DESGUE
629873.831	9253354.975	29.758	AGUA
629870.339	9253340.535	29.951	DESGUE
629865.642	9253324.220	29.812	TN
629856.883	9253328.470	29.901	TN
629860.703	9253327.076	29.789	ETN
629861.202	9253354.491	29.424	TN
629861.203	9253354.494	29.424	A
629872.005	9253350.519	29.590	A
629866.653	9253351.864	29.467	E
629875.087	9253362.777	29.797	A
629864.319	9253366.522	29.564	A
629869.034	9253365.302	29.412	E
629879.046	9253379.619	29.884	A
629868.611	9253384.545	29.498	A
629873.864	9253382.905	29.509	E
629877.589	9253412.238	29.914	A
629886.464	9253409.034	29.961	A
629881.471	9253410.643	29.646	E
629886.855	9253437.083	29.845	A
629894.264	9253433.331	29.778	A
629890.023	9253435.398	29.580	E

629888.071	9253418.193	29.968	P
629880.858	9253387.825	29.920	P
629873.964	9253359.052	29.728	P
629896.232	9253419.452	30.016	L
629910.057	9253416.055	30.069	L
629914.361	9253415.024	30.070	L
629902.903	9253427.927	30.106	L
629914.350	9253415.010	30.068	L
629912.057	9253425.694	30.052	L
629928.179	9253411.710	30.081	EX-M
629916.923	9253424.443	30.058	L
629921.791	9253423.252	30.071	L
629924.267	9253422.692	30.069	L
629933.875	9253420.380	30.122	M
629939.119	9253409.008	30.082	M
629945.008	9253417.745	30.038	EX-M
629955.088	9253415.315	30.018	L
629966.678	9253412.449	30.045	L
629948.943	9253406.659	30.010	L
629958.557	9253404.429	30.011	L
629981.436	9253408.657	30.068	EX-M
629976.909	9253399.732	30.085	EX-M
629868.746	9253333.956	29.906	AGUA
629868.417	9253332.385	29.916	DESGUE
629868.205	9253331.535	29.903	AGUA
629867.222	9253328.278	29.907	AGUA
629959.983	9253413.463	30.011	AGUA
629959.557	9253413.619	30.005	DESGUE
629918.165	9253423.590	30.044	DESGUE
629917.820	9253423.810	30.033	AGUA
629913.359	9253415.716	30.064	AGUA
629893.934	9253427.614	30.108	VER
629891.429	9253421.649	30.025	VER
629891.507	9253421.718	29.985	A
629893.813	9253428.964	29.808	A
629892.595	9253424.785	29.758	E
629907.855	9253426.220	30.107	DESGUE
629907.290	9253426.394	30.108	AGUA
629911.384	9253424.918	30.049	PSTE
629910.188	9253417.048	30.063	PSTE
629911.834	9253424.585	29.826	A
629910.227	9253417.209	30.030	A
629910.717	9253421.031	29.773	E
629932.720	9253419.555	30.075	VER
629929.154	9253412.145	30.043	VER
629930.065	9253412.298	29.951	A
629932.530	9253419.514	30.003	A
629931.273	9253415.987	29.849	E
629902.016	9253427.644	30.059	DESGUE
629901.471	9253427.837	30.059	AGUA
629941.686	9253409.527	30.037	PSTE
629945.763	9253416.347	29.878	PSTE
629949.467	9253408.070	29.994	A
629951.490	9253415.041	29.931	A
629950.302	9253411.455	29.811	E

630030.447	9253519.877	30.389	L
630032.611	9253525.175	30.153	L
629967.109	9253403.414	30.011	PSTE
629976.668	9253409.054	30.060	PSTE
629979.121	9253401.015	29.985	A
629981.489	9253407.586	29.900	A
629980.105	9253404.644	29.824	E
629895.941	9253429.795	30.098	EX-M
629893.578	9253429.303	30.100	VER
629893.094	9253430.327	30.103	VER
629896.569	9253435.687	30.045	L
629900.502	9253444.833	30.055	L
629902.833	9253450.386	29.961	L
629905.120	9253456.016	30.083	L
629907.534	9253461.536	30.075	L
629909.785	9253467.022	30.044	L
629912.136	9253472.293	30.026	L
629914.434	9253477.763	30.077	L
629916.795	9253483.254	30.107	L
629919.217	9253488.714	30.090	L
630035.129	9253530.633	30.186	L
629913.043	9253475.710	30.043	AGUA
629912.378	9253474.235	30.043	DESGUE
629914.969	9253480.159	30.042	DESGUE
629910.251	9253469.118	30.039	AGUA
629908.655	9253465.541	30.043	AGUA
629908.849	9253465.956	30.048	DESGUE
629910.002	9253468.734	30.052	DESGUE
629906.608	9253460.768	30.101	AGUA
629906.507	9253460.275	30.103	DESGUE
629902.664	9253451.071	29.865	AGUA
629902.886	9253451.547	29.859	DESGUE
629901.385	9253448.235	30.040	AGUA
629901.056	9253447.587	30.047	DESGUE
629893.141	9253430.663	29.720	A
629885.364	9253433.666	29.815	A
629889.277	9253432.826	29.544	E
629894.881	9253458.158	29.938	A
629903.188	9253453.796	30.070	VER
629903.210	9253453.938	30.013	A
629898.271	9253456.045	29.618	E
629913.172	9253477.481	30.043	VER
629904.038	9253482.256	29.773	A
629913.102	9253477.516	30.003	A
629908.081	9253479.954	29.702	E
629925.058	9253505.727	30.129	VER
629916.232	9253509.251	29.976	A
629924.919	9253505.767	29.967	A
629919.344	9253507.847	29.870	E
630037.351	9253536.276	30.215	L
629924.527	9253504.174	30.115	P
629917.691	9253486.643	30.078	P
629913.548	9253477.990	30.044	P
629903.718	9253453.807	30.036	P
629901.757	9253450.528	30.027	P

629925.685	9253504.235	30.129	EX-M
629927.184	9253504.942	30.121	EX-M
629925.512	9253506.487	30.145	VER
629923.811	9253499.839	30.112	L
629921.343	9253494.427	30.106	L
630058.558	9253585.825	30.371	L
629915.489	9253480.777	30.100	AGUA
629916.662	9253484.370	30.098	DESGUE
629917.105	9253485.302	30.091	AGUA
629919.107	9253489.550	30.084	AGUA
629919.037	9253490.214	30.105	DESGUE
629921.417	9253495.751	30.098	AGUA
629921.751	9253496.343	30.091	DESGUE
629922.552	9253498.109	30.091	AGUA
629922.401	9253498.667	30.108	DESGUE
630061.056	9253591.342	30.368	L
630063.500	9253596.661	30.366	L
629929.840	9253514.268	30.108	M
629917.759	9253486.923	30.102	PSTE
629924.464	9253504.154	30.114	PSTE
629939.269	9253510.460	30.054	L
629944.305	9253508.341	30.055	L
629948.331	9253506.597	30.047	L
629953.085	9253504.546	30.061	L
629961.660	9253490.282	29.913	EX-M
629972.559	9253485.745	30.158	M
629976.303	9253494.731	30.026	M
629980.852	9253492.739	30.049	L
629983.487	9253481.145	30.151	L
629985.521	9253490.802	30.031	L
629990.995	9253478.021	30.147	L
629990.109	9253488.856	30.029	L
629994.732	9253486.972	30.046	L
629999.270	9253485.028	30.085	L
630003.932	9253483.076	30.071	L
630008.566	9253481.052	30.083	L
630009.210	9253470.236	30.121	M
630013.124	9253479.176	30.080	M
630011.987	9253479.259	30.061	DESGUE
630009.549	9253480.101	30.049	AGUA
630003.201	9253482.849	30.063	AGUA
629996.412	9253485.795	30.057	AGUA
629995.867	9253485.911	30.052	DESGUE
630002.724	9253483.078	30.073	DESGUE
629991.784	9253487.441	30.041	DESGUE
629988.894	9253489.091	30.011	DESGUE
629990.881	9253487.895	30.031	AGUA
629986.336	9253490.003	30.070	AGUA
629983.151	9253491.373	30.032	AGUA
629982.281	9253491.663	30.004	DESGUE
629947.221	9253496.848	30.107	DESGUE
629942.930	9253498.769	30.091	DESGUE
629941.415	9253499.136	30.069	AGUA
629946.116	9253507.147	30.042	AGUA
629945.336	9253507.521	30.045	DESGUE

629950.777	9253505.129	30.042	AGUA
629952.122	9253504.675	30.036	DESGUE
630065.621	9253602.289	30.404	L
629943.189	9253508.234	30.058	DESGUE
629942.344	9253508.438	30.038	AGUA
629938.663	9253510.186	30.056	AGUA
629937.457	9253510.779	30.069	DESGUE
629931.386	9253513.279	30.086	DESGUE
629929.332	9253513.637	30.103	VER
629926.444	9253506.544	30.116	VER
629926.461	9253506.617	30.077	A
629929.330	9253513.465	30.054	A
629927.376	9253509.501	29.966	E
629944.581	9253507.072	30.050	VER
629943.099	9253499.626	30.079	VER
629943.112	9253499.651	30.061	A
629944.847	9253506.838	30.036	A
629943.530	9253502.286	30.095	E
629965.669	9253498.192	30.063	VER
629962.354	9253491.149	30.104	VER
629962.329	9253491.164	30.030	A
629965.509	9253498.014	30.035	A
629963.553	9253494.386	30.010	E
629978.208	9253492.493	30.022	VER
629976.095	9253485.402	30.171	VER
629974.735	9253486.419	30.131	A
629978.272	9253492.674	29.888	A
629976.933	9253488.411	29.984	E
629992.027	9253487.087	30.040	VER
629989.801	9253479.666	30.165	VER
629989.853	9253479.676	30.101	A
629991.968	9253486.938	30.033	A
629990.634	9253482.797	29.989	E
630008.718	9253471.504	30.080	VER
630011.843	9253478.679	30.076	VER
630012.004	9253478.431	30.019	A
630008.642	9253471.520	30.049	A
630010.025	9253474.337	30.024	E
630072.668	9253618.761	30.439	L
630006.475	9253473.006	30.074	P
630009.932	9253477.593	29.992	P
630008.344	9253478.267	30.006	P
629976.687	9253485.185	30.137	P
629983.982	9253490.225	30.050	P
629961.633	9253499.662	30.012	P
629952.658	9253495.365	30.094	P
629931.331	9253504.504	30.084	P
629933.043	9253511.747	30.004	P
629937.835	9253533.203	29.998	L
629940.286	9253538.818	30.001	L
629942.755	9253544.294	30.009	L
629945.076	9253549.718	30.006	L
629947.437	9253555.319	30.021	L
629949.766	9253560.768	30.031	L
629956.886	9253577.349	30.044	L

629959.395	9253582.769	30.098	L
629964.056	9253593.900	30.169	L
629966.534	9253599.894	30.166	EX-M
629966.059	9253599.852	30.165	AGUA
629965.840	9253599.338	30.155	DESGUE
629958.355	9253581.917	30.071	AGUA
629960.585	9253586.655	30.119	DESGUE
630085.356	9253623.542	30.492	EX-M
629961.393	9253588.841	30.176	AGUA
629957.581	9253579.821	30.081	DESGUE
629955.847	9253576.144	30.042	DESGUE
630088.417	9253631.164	30.425	L
629948.678	9253559.437	30.053	DESGUE
629946.350	9253554.285	30.019	DESGUE
629946.510	9253554.599	30.014	AGUA
629948.492	9253559.052	30.042	AGUA
629944.080	9253548.213	30.022	DESGUE
629940.949	9253541.130	29.989	DESGUE
629940.683	9253540.805	29.986	AGUA
629943.741	9253547.869	30.025	AGUA
629938.140	9253535.060	29.987	DESGUE
629937.541	9253533.705	29.988	AGUA
629934.330	9253526.248	30.018	AGUA
629928.974	9253514.976	30.090	VER
629928.931	9253515.082	30.081	A
629920.133	9253518.941	29.989	A
629924.376	9253516.967	29.868	E
629937.502	9253535.120	30.008	VER
629928.702	9253542.718	29.854	A
629937.468	9253535.209	29.975	A
629931.889	9253539.388	29.715	E
629946.463	9253555.634	30.005	VER
629946.363	9253555.706	29.977	A
629933.577	9253560.670	29.848	A
629938.601	9253558.264	29.702	E
629957.566	9253581.660	30.053	VER
629957.396	9253581.757	30.045	A
629945.499	9253588.753	29.848	A
629949.522	9253585.796	29.824	E
629965.879	9253600.972	30.156	VER
629955.297	9253605.815	29.937	A
629965.833	9253600.957	30.142	A
629958.042	9253604.013	29.965	E
630039.407	9253511.347	30.172	EX-M
629962.731	9253595.357	30.185	P
629950.839	9253566.931	30.076	P
629939.317	9253539.224	29.994	P
629932.634	9253522.723	30.037	P
629954.501	9253571.801	30.091	L
629952.116	9253566.275	30.078	L
629950.578	9253563.763	30.059	AGUA
629956.154	9253576.808	30.057	AGUA
629950.905	9253564.407	30.087	DESGUE
630059.528	9253502.842	30.214	L
630065.254	9253500.508	30.221	L

629952.033	9253567.426	30.065	DESGUE
629951.831	9253566.813	30.069	AGUA
629958.351	9253581.865	30.091	AGUA
629971.046	9253610.094	30.174	M
629971.840	9253599.185	30.164	L
629983.709	9253604.743	30.198	L
629976.442	9253597.185	30.189	L
629981.033	9253595.205	30.196	L
629989.350	9253602.382	30.207	L
629985.607	9253593.307	30.203	L
629990.080	9253591.402	30.218	L
629994.736	9253589.425	30.235	L
630006.145	9253595.166	30.275	EX-M
629999.254	9253587.466	30.237	L
630002.783	9253585.981	30.293	EX-M
630017.939	9253590.063	30.180	EX-M
630013.122	9253581.458	30.221	M
630017.718	9253579.626	30.254	L
630035.452	9253582.558	30.274	L
630024.777	9253576.576	30.288	L
630031.665	9253573.540	30.259	L
630036.244	9253571.568	30.257	L
630040.905	9253569.575	30.279	L
630053.387	9253574.821	30.216	M
630048.443	9253566.279	30.344	EX-M
630045.108	9253568.312	30.275	DESGUE
630045.941	9253577.412	30.252	AGUA
630040.250	9253570.263	30.304	AGUA
630040.652	9253570.029	30.285	DESGUE
630045.517	9253577.686	30.251	DESGUE
630033.982	9253573.292	30.237	DESGUE
630027.439	9253585.589	30.285	DESGUE
630033.334	9253573.445	30.220	AGUA
630027.881	9253575.588	30.266	DESGUE
630027.419	9253575.819	30.282	AGUA
630021.510	9253578.440	30.266	DESGUE
630020.959	9253578.717	30.236	AGUA
629997.386	9253588.804	30.252	DESGUE
629991.025	9253601.158	30.221	DESGUE
629996.901	9253589.089	30.241	AGUA
629981.714	9253605.067	30.179	DESGUE
629991.884	9253591.055	30.238	DESGUE
629991.419	9253591.260	30.232	AGUA
629981.210	9253605.335	30.187	AGUA
629986.639	9253593.371	30.202	AGUA
629986.195	9253593.599	30.212	DESGUE
629982.188	9253595.363	30.200	DESGUE
629981.847	9253595.556	30.173	AGUA
629980.600	9253596.057	30.186	DESGUE
629980.087	9253596.124	30.181	AGUA
629972.861	9253599.318	30.176	DESGUE
629972.454	9253599.505	30.160	AGUA
629968.480	9253601.742	30.153	VER
629970.960	9253608.996	30.193	VER
629970.983	9253608.892	30.047	A

**Anexo N° 07:** Identificación del BM ubicado en el Km 1.5 de la carretera a Ferreñafe.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 08:** Traslado del BM por la carretera a Ferreñafe en dirección a la Av. Chiclayo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 09:** Traslado del BM por la carretera a Ferreñafe, Km 1.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 10:** Traslado del BM por la carretera a Ferreñafe, Km 0.5.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 11:** Traslado del BM. Intersección de la carretera a Ferreñafe y Av. Chiclayo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 12:** Llegada al punto de la zona del proyecto. Muro lateral derecho de la Av. Chiclayo, Km 0.55.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 13:** Inicio del levantamiento topográfico en el área del proyecto.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 14:** Levantamiento topográfico de manzanas.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 15:** Levantamiento topográfico de viviendas.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 16:** Levantamiento topográfico de calles.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 17:** Levantamiento topográfico de calles.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 18:** Levantamiento topográfico de calles.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 19:** Levantamiento topográfico de cámaras de inspección.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 20:** Levantamiento topográfico de cámaras de inspección.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 21:** Levantamiento topográfico de cajas de conexiones de agua potable y alcantarillado.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 22:** Levantamiento topográfico de cajas de conexiones de agua potable y alcantarillado.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 23:** Ubicación del BM2. Muro lateral de la Av. Chiclayo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 24:** Ubicación del BM3. Vereda de una vivienda.



**Fuente:** Elaboración propia

## **Anexo 02: Estudio de calidad del agua**

El presente informe corresponde al análisis de calidad de agua de la fuente subterránea “Pozo N° 01” para la tesis: “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”.

Se solicitaron las autorizaciones para la toma de muestra a la entidad competente, en este caso EPSEL, mismas que fueron aprobadas. Para el desarrollo, se dejó fluir el agua del pozo tubular N° 01 ubicado en el 2° Sector del Pueblo Joven Villa Hermosa; posteriormente se recolectaron las muestras de agua para su ensayo en laboratorio, en este caso, el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI) de La Universidad Nacional de Trujillo. Se analizaron los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA y los Estándares de Calidad Ambiental contenidos en el DS N° 004-2017-MINAM, para determinar si el agua analizada es apta para el consumo humano; y de ser necesario, plantear un tratamiento adecuado para que los parámetros del agua analizada se sitúen por debajo de los límites máximos permisibles.

## 1. Antecedentes

Con fecha 30/09/2019 se solicita a la Entidad Prestadora de servicio EPSEL la autorización para extraer una muestra y realizar el análisis de los parámetros de monitoreo del Agua de la Fuente Subterránea “Pozo N°01”, ubicado en el 2° Sector del Pueblo Joven Villa Hermosa. Esto como parte del desarrollo del proyecto “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”.

Se realizó el estudio de calidad del agua de la Fuente Subterránea - “Pozo N°01”, siendo el análisis de laboratorio realizado por LASACI - Universidad Nacional de Trujillo.

## 2. Características generales del área del proyecto

### 2.2. Ubicación del área del proyecto

El área de este proyecto corresponde a los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, perteneciente al distrito de José Leonardo Ortiz.

**Tabla N° 01:** Ubicación política del área de estudio

UBICACIÓN POLÍTICA	
DEPARTAMENTO	Lambayeque
PROVINCIA	Chiclayo
DISTRITO	José Leonardo Ortiz

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 02:** Límites geográficos de la zona de estudio

LÍMITES GEOGRÁFICOS	
NORTE	Distritos: Lambayeque y Picsi
SUR	Distrito: Chiclayo
ESTE	Distritos: Picsi y Chiclayo
OESTE	Distrito: Pimentel

**Fuente:** Elaboración propia

**Imagen N° 01: Área de Influencia del proyecto**



**Fuente:** Google Earth

### **2.3. Clima**

Presenta un clima árido, según la clasificación climática de Köppen: BWh (árido cálido), templado, seco. Las precipitaciones pluviales son escasas, los vientos son moderados. Presencia de sol la mayor parte del año, con nubosidad baja y fuertes vientos en los cambios lunares [31].

### **2.4. Topografía**

La topografía de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa es llana, puesto que no se encuentran pendientes pronunciadas ni un relieve muy accidentado, prueba de ello es que el área de estudio tiene una elevación mínima de 29.412 m.s.n.m. y una elevación máxima de 31.132 m.s.n.m.

## **2. Objetivo**

El objetivo principal de este estudio es determinar la calidad del agua obtenida de la Fuente Subterránea “Pozo N°01”, como parte del desarrollo de la tesis denominada “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”. De esta manera se conocerá si el agua de la fuente en mención es apta para el consumo humano y cumple con los requisitos de calidad establecidos en el DS N° 031-2010-SA y el DS N°004-2017-MINAM.

## **3. Marco legal**

### **3.1. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**

La Dirección General de Salud Ambiental actualizó el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, para ello elaboró el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, a través del D.S. N° 031-2010-SA. Este reglamento tiene como finalidad establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población [33].

### **3.2. Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

EL Ministerio del Ambiente, aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, mediante el DS 004-2017-MINAM, con el propósito de establecer los niveles de concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos y químicos y biológicos, presentes en el agua, en su condición de fuente, cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no represente riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural [34].

Es importante señalar que los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, aplican para aguas superficiales, no para aguas subterráneas; sin embargo, serán utilizados de manera referencial para el análisis de la fuente subterránea como complemento del D.S. N° 031-2010-SA.

## 4. Monitoreo

### 4.1. Punto de monitoreo

Las muestras para el monitoreo fueron tomadas por el titular de este proyecto, en la Fuente Subterránea “Pozo N°01”, ubicado en el parque principal del pueblo joven Villa Hermosa.

**Tabla N° 03:** Ubicación geográfica del Pozo N° 01

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
PUNTO	LATITUD	LONGITUD
Pozo N° 01	6°45'6.61"S	79°49'21.37"O

**Fuente:** Google Earth

### 4.2. Caudal de explotación del Pozo tubular N° 01

El caudal de explotación del pozo tubular N° 01 fue determinado a partir de la información que brinda la página del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), específicamente a través del Mapa Hidrogeológico del Perú, en el cual se visualiza que la zona de estudio en donde se ubica el Pozo tubular N° 01 presenta las mismas condiciones hidrogeológicas que la zona donde se encuentran los pozos N° 02 y N° 03.

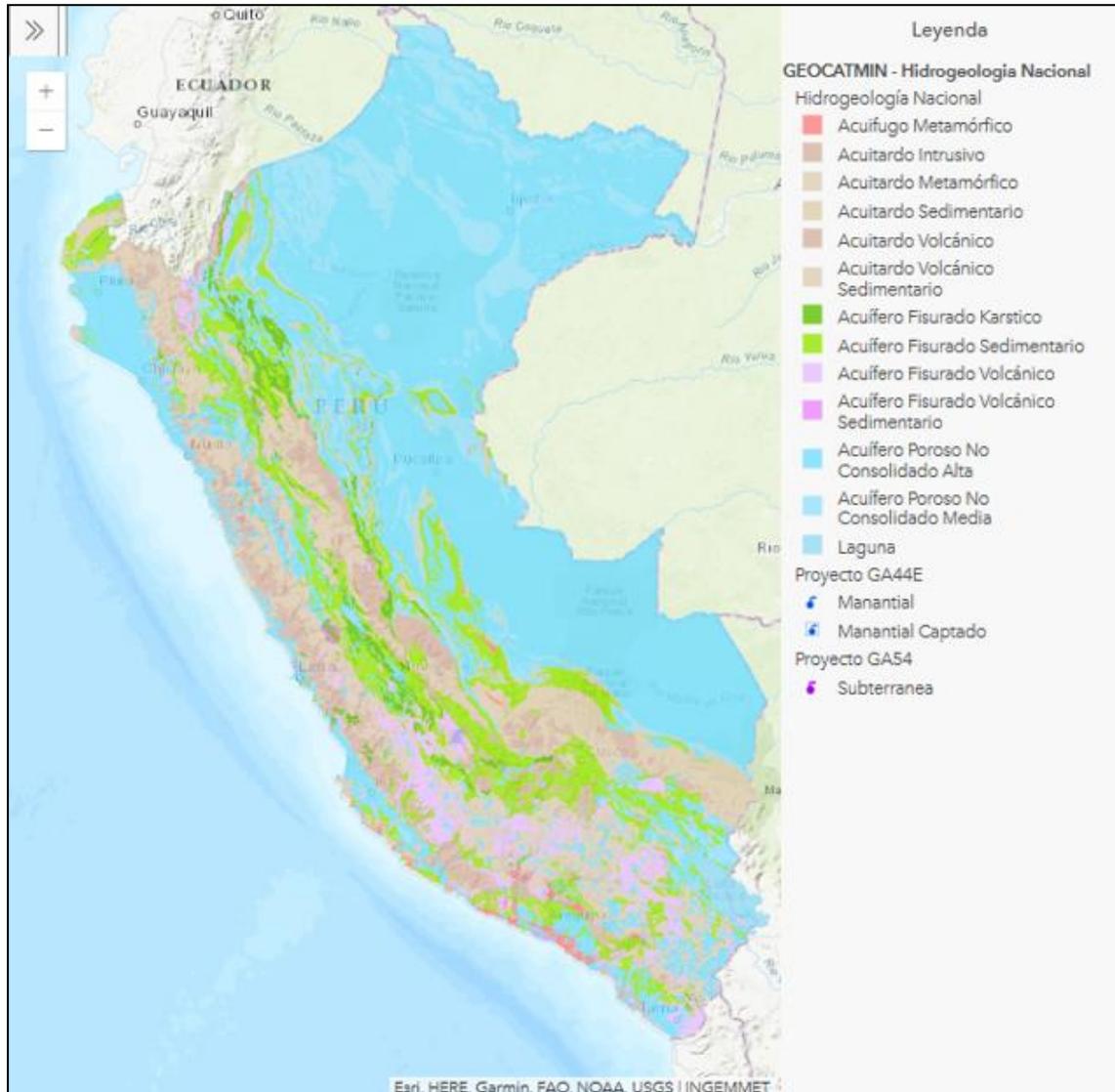
**Imagen N° 02:** Ubicación de los pozos tubulares N°1, N°2 y N°3



**Fuente:** Google Earth

Los tres pozos tubulares se ubican en la clasificación **Acuífero Poroso No Consolidado Alta**, mismo que comprende depósitos eólicos, fluviales y aluviales, además de poseer una alta permeabilidad.

**Imagen N° 03: Área hidrogeológica de la ubicación de los pozos tubulares**



**Fuente:** INGEMMET

Según el informe [35], los pozos tubulares N° 02 y N° 03 presentan un caudal de explotación de 18 lps y 16 lps respectivamente. A partir de estos datos y la información brindada por el INGEMMET, se puede afirmar que el pozo tubular N° 01 tiene un caudal previsible situado entre los valores antes mencionados.

Para complementar este dato, se presenta el caudal de demanda de la población que comprende esta investigación.

Población actual = 3030 hab.

Dotación = 150 Lts/hab./día

**Tabla N° 04:** Dotaciones

Población (Hab.)	Clima frío	Clima tropical
2000 - 10000	120	150
10000 - 50000	150	200
> 50000	200	250

**Fuente:** RNE

Coefficientes de variabilidad

$$K1 = 1.3$$

$$K2 = 1.8$$

Caudal promedio diario anual ( $Q_P$ )

$$Q_P = \frac{\text{Pob} * D}{86400}$$
$$Q_P = \frac{3030 * 150}{86400}$$
$$Q_P = 5.26 \text{ lps}$$

Caudal medio diario ( $Q_{md}$ )

$$Q_{md} = Q_P * K1$$
$$Q_{md} = 5.26 * 1.3$$
$$Q_{md} = 6.84 \text{ lps}$$

Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )

$$Q_{mh} = Q_P * K2$$
$$Q_{mh} = 5.26 * 1.8$$
$$Q_{mh} = 9.47 \text{ lps}$$

Se aprecia que el caudal de demanda de la población que abarca este proyecto: 1° y 2° sector es ampliamente cubierto por el caudal de explotación del pozo N° 01.

### 4.3. Extracción de muestra

- El día 30/09/2019 a las 12:00 m se procedió a identificar el sitio de la toma de muestra: Pozo tubular N°01.
- Se dejó fluir el agua del pozo tubular. Luego, se recolectaron 02 muestras de agua teniendo en cuenta lo siguiente: Un envase de vidrio (1 litro) para el análisis físico-químico y otro del mismo material (0.5 litro) para el análisis microbiológico.
- Finalmente, se rotularon los envases para su posterior transporte al laboratorio en menos de 24h.

### 4.4. Parámetros de monitoreo

- Según el **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.**, los parámetros de calidad monitoreados se han clasificado en: Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos, Parámetros de Calidad Organoléptica y Parámetros Químicos Inorgánicos.

**Tabla N° 05:** Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	Unidad
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C
2. Escherichia coli	UFC/100mL a 44.5°C
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100mL a 44.5°C
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L
6. Virus	UFC/mL
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org./L

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 06:** Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros de Calidad Organoléptica	Unidad de medida
1. Olor	-
2. Sabor	-
3. Color	UCV escala Pt/Co
4. Turbiedad	UNT
5. pH	Unidad de pH
6. Conductividad	umho/cm
7. Sólidos Totales Disueltos	mg/L
8. Cloruros	mg CL-/L
9. Sulfatos	mg SO4/L
10. Dureza	mg CaCO3/L
11. Amoníaco	mg N/L
12. Hierro	mg Fe/L
13. Manganeseo	mg Mn/L
14. Aluminio	mg Al/L
15. Cobre	mg Cu/L
16. Zinc	mg Zn/L
17. Sodio	mg Na/L

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 07:** Parámetros Químicos Inorgánicos

Parámetros Químicos Inorgánicos	Unidad de medida
1. Antimonio	mg Sb/L
2. Arsénico	mg As/L
3. Bario	mg Ba/L
4. Boro	mg B/L
5. Cadmio	mg Cd/L
56. Cianuro	mg CN/L
7. Cloro	mg/L
8. Clorito	mg/L
9. Clorato	mg/L
10. Cromo Total	mg Cr/L
11. Flúor	mg F-/L
12. Mercurio	mg Hg/L
13. Níquel	mg Ni/L
14. Nitratos	mg NO3/L
15. Nitritos	mg NO2/L
16. Plomo	mg Pb/L
17. Selenio	mg Se/L
18. Molibdeno	mg Mo/L
19. Uranio	mg U/L

**Fuente:** Elaboración propia

- Conforme lo establece el **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**, donde se aprueba los **Estándares de Calidad Ambiental para Agua**; los parámetros de calidad monitoreados se han clasificado en: Parámetros Físicos-Químicos, Inorgánicos y Microbiológicos.

**Tabla N° 08:** Parámetros de monitoreo Físicos – Químicos

Parámetros Físicos-Químicos	Unidad de medida
Olor	-
Sabor	-
Color	Pt/Co
Temperatura	°C
Turbiedad	UNT
pH	Unidad de pH
Conductividad	us/cm
Sólidos en suspensión	mg/L
Sólidos Disueltos Totales	mg/L
Cloruros	mg/L
Calcio	mg/L
Magnesio	mg/L
Sodio	mg/L
Potasio	mg/L
Sulfatos	mg/L
Dureza	mg/L
Amoniaco	mg/L
Cianuro	mg/L
Aceites y grasas	mg/L
Carbonatos	mg/L
Bicarbonatos	mg/L
Nitratos	mg/L
Nitritos	mg/L

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 09:** Parámetros de monitoreo Inorgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida
Aluminio	mg/L
Antimonio	mg/L
Arsénico	mg/L
Bario	mg/L
Berilio	mg/L
Cadmio	mg/L
Cerio	mg/L
Cobalto	mg/L
Cobre	mg/L
Cromo	mg/L
Estaño	mg/L
Estroncio	mg/L
Hierro	mg/L
Litio	mg/L
Manganeso	mg/L
Molibdeno	mg/L
Níquel	mg/L
Plata	mg/L
Plomo	mg/L
Selenio	mg/L
Silicio	mg/L
Talio	mg/L
Titanio	mg/L
Vanadio	mg/L
Zinc	mg/L

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla N° 10:** Parámetros de monitoreo Microbiológicos

Parámetros Microbiológicos	Unidad de medida
Bacterias	UFC/100mL
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L
Escherichia coli	NMP/100mL
Virus	UFC/100L
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL
Coliformes Totales	NMP/100mL

**Fuente:** Elaboración propia

## 5. Resultados de laboratorio

Las muestras de agua extraídas de la Fuente Subterránea “Pozo N°01” fueron evaluadas en LASACI – Universidad Nacional de Trujillo.

### 5.1. Límites máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

**Tabla N° 11:** Comparación de los resultados de laboratorio con los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	Unidad	Resultado	Límite máximo permisible	Verificación
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	5X10 <sup>2</sup>	0	NO CUMPLE
2. Escherichia coli	UFC/100mL a 44.5°C	0	0	CUMPLE
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100mL a 44.5°C	2X10 <sup>1</sup>	0	NO CUMPLE
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	23	500	CUMPLE
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L	0	0	CUMPLE
6. Virus	UFC/mL	0	0	CUMPLE
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org./L	-	0	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 12:** Comparación de los resultados de laboratorio con los Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros de Calidad Organoléptica	Unidad de medida	Resultado	Límite máximo permisible	Verificación
1. Olor	-	Aceptable	Aceptable	CUMPLE
2. Sabor	-	Aceptable	Aceptable	CUMPLE
3. Color	UCV escala Pt/Co	14	15	CUMPLE
4. Turbiedad	UNT	4	5	CUMPLE
5. pH	Unidad de pH	7.39	6.5 - 8.5	CUMPLE
6. Conductividad	umho/cm	1760	1500	NO CUMPLE
7. Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1132	1000	NO CUMPLE
8. Cloruros	mg CL-/L	212	250	CUMPLE
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	89.7	250	CUMPLE
10. Dureza	mg CaCO <sub>3</sub> /L	436	500	CUMPLE
11. Amoniaco	mg N/L	<0.01	1.5	CUMPLE
12. Hierro	mg Fe/L	1.5744	0.3	NO CUMPLE
13. Manganeso	mg Mn/L	0.1892	0.4	CUMPLE
14. Aluminio	mg Al/L	1.6102	0.2	NO CUMPLE
15. Cobre	mg Cu/L	0.0244	2	CUMPLE
16. Zinc	mg Zn/L	0.0353	3	CUMPLE
17. Sodio	mg Na/L	43.2	200	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 13:** Comparación de los resultados de laboratorio con los Parámetros Químicos Inorgánicos

Parámetros Químicos Inorgánicos	Unidad de medida	Resultado	Límite máximo permisible	Verificación
1. Antimonio	mg Sb/L	0.0360	0.020	NO CUMPLE
2. Arsénico	mg As/L	0.0526	0.010	NO CUMPLE
3. Bario	mg Ba/L	0.0108	0.700	CUMPLE
4. Boro	mg B/L	-	1.500	
5. Cadmio	mg Cd/L	0.0020	0.003	CUMPLE
56. Cianuro	mg CN/L	-	0.070	
7. Cloro	mg/L	-	5.000	
8. Clorito	mg/L	-	0.700	
9. Clorato	mg/L	-	0.700	
10. Cromo Total	mg Cr/L	0.0034	0.050	CUMPLE
11. Flúor	mg F-/L	-	1.000	
12. Mercurio	mg Hg/L	-	0.001	
13. Níquel	mg Ni/L	0.0050	0.020	CUMPLE
14. Nitratos	mg NO3/L	-	50.000	
15. Nitritos	mg NO2/L	-	3 Exposición corta/ 0.2 Exposición larga	
16. Plomo	mg Pb/L	0.0274	0.010	NO CUMPLE
17. Selenio	mg Se/L	0.0378	0.010	NO CUMPLE
18. Molibdeno	mg Mo/L	0.0080	0.070	CUMPLE
19. Uranio	mg U/L	-	0.015	

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2. Límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).

**Tabla N° 14:** Comparación entre los resultados de los Parámetros Físicos – Químicos y los LMP para tratamiento con desinfección

Parámetros Físicos-Químicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Verificación
Olor	-	Aceptable	-	CUMPLE
Sabor	-	Aceptable	-	CUMPLE
Color	Pt/Co	14	15	CUMPLE
Temperatura	°C	19.5	Δ 3	CUMPLE
Turbiedad	UNT	4	5	CUMPLE
pH	Unidad de pH	7.39	6.5 - 8.5	CUMPLE
Conductividad	us/cm	1760	1500	NO CUMPLE
Sólidos en suspensión	mg/L	47	-	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1132	1000	NO CUMPLE
Cloruros	mg/L	212	250	CUMPLE
Calcio	mg/L	94.4	-	
Magnesio	mg/L	48.6	-	
Sodio	mg/L	43.2	-	
Potasio	mg/L	2.08	-	
Sulfatos	mg/L	89.7	250	CUMPLE
Dureza	mg/L	436	500	CUMPLE
Amoniaco	mg/L	<0.01	1.5	CUMPLE
Cianuro	mg/L	<0.01	0.07	CUMPLE
Aceites y grasas	mg/L	<0.01	0.5	CUMPLE
Carbonatos	mg/L	0.00	-	
Bicarbonatos	mg/L	42	-	
Nitratos	mg/L	1.37	50	CUMPLE
Nitritos	mg/L	0.31	3	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 15:** Comparación entre los resultados de los Parámetros Físicos – Químicos y los LMP para tratamiento convencional

Parámetros Físicos-Químicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Verificación
Olor	-	Aceptable	-	CUMPLE
Sabor	-	Aceptable	-	CUMPLE
Color	Pt/Co	14	100	CUMPLE
Temperatura	°C	19.5	Δ 3	CUMPLE
Turbiedad	UNT	4	100	CUMPLE
pH	Unidad de pH	7.39	5.5 - 9.0	CUMPLE
Conductividad	us/cm	1760	1600	NO CUMPLE
Sólidos en suspensión	mg/L	47	-	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1132	1000	NO CUMPLE
Cloruros	mg/L	212	250	CUMPLE
Calcio	mg/L	94.4	-	
Magnesio	mg/L	48.6	-	
Sodio	mg/L	43.2	-	
Potasio	mg/L	2.08	-	
Sulfatos	mg/L	89.7	500	CUMPLE
Dureza	mg/L	436	**	
Amoniaco	mg/L	<0.01	1.5	CUMPLE
Cianuro	mg/L	<0.01	**	
Aceites y grasas	mg/L	<0.01	1.7	CUMPLE
Carbonatos	mg/L	0.00	-	
Bicarbonatos	mg/L	42	-	
Nitratos	mg/L	1.37	50	CUMPLE
Nitritos	mg/L	0.31	3	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 16:** Comparación entre los resultados de los Parámetros Físicos – Químicos y los LMP para tratamiento avanzado

Parámetros Físicos-Químicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Verificación
Olor	-	Aceptable	-	CUMPLE
Sabor	-	Aceptable	-	CUMPLE
Color	Pt/Co	14	**	
Temperatura	°C	19.5	**	
Turbiedad	UNT	4	**	
pH	Unidad de pH	7.39	5.5 - 9.0	CUMPLE
Conductividad	us/cm	1760	**	
Sólidos en suspensión	mg/L	47	-	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1132	1500	CUMPLE
Cloruros	mg/L	212	250	CUMPLE
Calcio	mg/L	94.4	-	
Magnesio	mg/L	48.6	-	
Sodio	mg/L	43.2	-	
Potasio	mg/L	2.08	-	
Sulfatos	mg/L	89.7	**	
Dureza	mg/L	436	**	
Amoniaco	mg/L	<0.01	**	
Cianuro	mg/L	<0.01	**	
Aceites y grasas	mg/L	<0.01	1.7	CUMPLE
Carbonatos	mg/L	0.00	-	
Bicarbonatos	mg/L	42	-	
Nitratos	mg/L	1.37	50	CUMPLE
Nitritos	mg/L	0.31	**	

**Fuente:** Elaboración propia

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría. El símbolo - dentro de la tabla significa que el parámetro no ha sido considerada en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, por lo tanto, no se puede comparar con el resultado obtenido en laboratorio.

**Tabla N° 17:** Comparación entre los resultados de los parámetros inorgánicos y los LMP para tratamiento con desinfección

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Verificación
Aluminio	mg/L	1.6102	0.9	NO CUMPLE
Antimonio	mg/L	0.0360	0.02	NO CUMPLE
Arsénico	mg/L	0.0526	0.01	NO CUMPLE
Bario	mg/L	0.0108	0.7	CUMPLE
Berilio	mg/L	0.0003	0.012	CUMPLE
Cadmio	mg/L	0.0020	0.003	CUMPLE
Cerio	mg/L	0.0258	-	
Cobalto	mg/L	0.0033	-	
Cobre	mg/L	0.0244	2	CUMPLE
Cromo	mg/L	0.0034	0.05	CUMPLE
Estaño	mg/L	0.0147	-	
Estroncio	mg/L	0.0830	-	
Hierro	mg/L	1.5744	0.3	NO CUMPLE
Litio	mg/L	0.0016	-	
Manganeso	mg/L	0.1892	0.4	CUMPLE
Molibdeno	mg/L	0.0080	0.07	CUMPLE
Níquel	mg/L	0.0050	0.07	CUMPLE
Plata	mg/L	0.0027	-	
Plomo	mg/L	0.0274	0.01	NO CUMPLE
Selenio	mg/L	0.0378	0.04	CUMPLE
Silicio	mg/L	4.8532	-	
Talio	mg/L	0.0173	-	
Titanio	mg/L	0.0170	-	
Vanadio	mg/L	0.0088	-	
Zinc	mg/L	0.0353	3	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 18:** Comparación entre los resultados de los parámetros inorgánicos y los LMP para tratamiento convencional

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Verificación
Aluminio	mg/L	1.6102	5	CUMPLE
Antimonio	mg/L	0.0360	0.02	NO CUMPLE
Arsénico	mg/L	0.0526	0.01	NO CUMPLE
Bario	mg/L	0.0108	1	CUMPLE
Berilio	mg/L	0.0003	0.04	CUMPLE
Cadmio	mg/L	0.0020	0.005	CUMPLE
Cerio	mg/L	0.0258	-	
Cobalto	mg/L	0.0033	-	
Cobre	mg/L	0.0244	2	CUMPLE
Cromo	mg/L	0.0034	0.05	CUMPLE
Estaño	mg/L	0.0147	-	
Estroncio	mg/L	0.0830	-	
Hierro	mg/L	1.5744	1	NO CUMPLE
Litio	mg/L	0.0016	-	
Manganeso	mg/L	0.1892	0.4	CUMPLE
Molibdeno	mg/L	0.0080	**	
Níquel	mg/L	0.0050	**	
Plata	mg/L	0.0027	-	
Plomo	mg/L	0.0274	0.05	CUMPLE
Selenio	mg/L	0.0378	0.04	CUMPLE
Silicio	mg/L	4.8532	-	
Talio	mg/L	0.0173	-	
Titanio	mg/L	0.0170	-	
Vanadio	mg/L	0.0088	-	
Zinc	mg/L	0.0353	5	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 19:** Comparación entre los resultados de los parámetros inorgánicos y los LMP para tratamiento avanzado

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Verificación
Aluminio	mg/L	1.6102	5	CUMPLE
Antimonio	mg/L	0.0360	**	
Arsénico	mg/L	0.0526	0.15	CUMPLE
Bario	mg/L	0.0108	**	
Berilio	mg/L	0.0003	0.1	CUMPLE
Cadmio	mg/L	0.0020	0.01	CUMPLE
Cerio	mg/L	0.0258	-	
Cobalto	mg/L	0.0033	-	
Cobre	mg/L	0.0244	2	CUMPLE
Cromo	mg/L	0.0034	0.05	CUMPLE
Estaño	mg/L	0.0147	-	
Estroncio	mg/L	0.0830	-	
Hierro	mg/L	1.5744	5	CUMPLE
Litio	mg/L	0.0016	-	
Manganeso	mg/L	0.1892	0.5	CUMPLE
Molibdeno	mg/L	0.0080	**	
Níquel	mg/L	0.0050	**	
Plata	mg/L	0.0027	-	
Plomo	mg/L	0.0274	0.05	CUMPLE
Selenio	mg/L	0.0378	0.05	CUMPLE
Silicio	mg/L	4.8532	-	
Talio	mg/L	0.0173	-	
Titanio	mg/L	0.0170	-	
Vanadio	mg/L	0.0088	-	
Zinc	mg/L	0.0353	5	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría. El símbolo - dentro de la tabla significa que el parámetro no ha sido considerada en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, por tanto, no se puede comparar con el resultado obtenido en laboratorio.

**Tabla N° 20:** Comparación entre los resultados de los parámetros microbiológicos y los LMP para tratamiento con desinfección

Parámetros Microbiológicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Verificación
Bacterias	UFC/100mL	23	-	
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L	0	-	
Escherichia coli	NMP/100mL	0	0	CUMPLE
Virus	UFC/100L	0	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2X10 <sup>1</sup>	20	CUMPLE
Coliformes Totales	NMP/100mL	5X10 <sup>2</sup>	50	NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 21:** Comparación entre los resultados de los parámetros microbiológicos y los LMP para tratamiento convencional

Parámetros Microbiológicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Verificación
Bacterias	UFC/100mL	23	-	
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L	0	-	
Escherichia coli	NMP/100mL	0	**	
Virus	UFC/100L	0	-	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2X10 <sup>1</sup>	2000	CUMPLE
Coliformes Totales	NMP/100mL	5X10 <sup>2</sup>	**	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 22:** Comparación entre los resultados de los parámetros microbiológicos y los LMP tratamiento avanzado

Parámetros Microbiológicos	Unidad de medida	Resultado	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Verificación
Bacterias	UFC/100mL	23	-	
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L	0	-	
Escherichia coli	NMP/100mL	0	**	
Virus	UFC/100L	0	-	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2X10 <sup>1</sup>	20000	CUMPLE
Coliformes Totales	NMP/100mL	5X10 <sup>2</sup>	**	

**Fuente:** Elaboración propia

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.  
El símbolo - dentro de la tabla significa que el parámetro no ha sido considerada en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, por tanto, no se puede comparar con el resultado obtenido en laboratorio.

## **6. Análisis de resultados**

### **6.1. Parámetros de Calidad Organoléptica**

Tras las comparaciones con los indicadores establecidos en los decretos supremos DS N° 031-2010-SA y DS N°004-2017-MINAM se aprecia que los parámetros organolépticos con valores elevados son: conductividad y sólidos disueltos totales.

Según DIGESA [29], la conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. A partir de esto, se entiende que existe una relación directa entre la conductividad y la cantidad de sólidos disueltos, ya que la modificación de éstos últimos implica un cambio en la conductividad del agua del pozo.

Como señala [29], el contenido de sólidos disueltos totales es un indicador de la concentración de las sales orgánicas (calcio, magnesio, potasio, entre otros) disueltas en el agua. Las concentraciones de sólidos disueltos totales dependen de las características geológicas particulares de cada zona y de la solubilidad de los minerales que se encuentran en ella. Si bien Las guías para la calidad del agua potable [36] indican que las concentraciones de SDT presentes en el agua de consumo no son peligrosas para la salud, estas deben ser reducidas mediante la aplicación de un tratamiento avanzado, como es el caso de la ósmosis inversa. Según [36], la ósmosis consiste en el paso de moléculas a través de una membrana semipermeable, que van de una región de menor concentración a otra de mayor, existiendo una diferencia de presión entre ambos lados. La membrana equilibra las concentraciones en las dos regiones. El flujo de partículas solventes hacia la zona de menor potencial se conoce como presión osmótica, la cual puede ser medida en términos de presión atmosférica. Esta tendencia natural se fuerza a actuar en sentido inverso a lo descrito anteriormente, de esta manera, al presionar los fluidos a través de la membrana, sólo las moléculas de menor peso pasan del otro lado. Durante el tratamiento, al generar esta presión los sólidos disueltos quedan retenidos en la membrana y sólo pasa el agua, a esto se le llama ósmosis inversa.

## 6.2. Parámetros Químicos Inorgánicos

Se observa que los resultados de los parámetros químicos inorgánicos son inferiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos en ambos decretos, DS N° 031-2010-SA y DS N°004-2017-MINAM, con excepción del aluminio, antimonio, arsénico, hierro y plomo.

Según [17], el aluminio es un elemento muy abundante en la superficie terrestre y constituye los suelos, plantas y tejidos de animales.

En cuanto a su papel como parámetro analizado, se debe a que el agua de lluvia infiltra en el medio terrestre y se convierte en un potencial disolvente del aluminio contenido en las rocas, para posteriormente hallarse disuelto en los acuíferos. En este caso, presenta un valor elevado, pero como señala [36], se puede disminuir a través de un tratamiento convencional: coagulación química. Este tratamiento consiste en la adición de un coagulante al agua para desestabilizar las partículas e inducirles a agregarse en partículas mucho mayores conocidos como flóculos. Como indica [17], entre los coagulantes más utilizados están el sulfato de aluminio, hidróxido de aluminio, cloruro de polialuminio, cloruro de hierro (III), sulfato de hierro (III) y cal.

[29] señala que el antimonio raras veces se encuentra en forma natural, a menudo como una mezcla isomorfa con arsénico. El antimonio se encuentra en cantidades traza en aguas naturales (normalmente inferiores a 10µg/L) y puede presentarse en mayores concentraciones en manantiales termales o en aguas que drenan zonas mineralizadas, en este caso el pozo tubular N° 01.

Si bien, no es un elemento muy abundante en la naturaleza, como lo indica [29], ingerir grandes cantidades de antimonio puede causar vómitos, e irritaciones en la piel si no se remueve prontamente; sin embargo, no se conocen que otros efectos en la salud puede suponer la ingesta de antimonio. Según [36] los tratamientos convencionales no eliminan el antimonio, por lo tanto, se tendría que recurrir a un tratamiento avanzado.

El arsénico es un metal que puede presentarse en sus distintos estados: sólido, líquido o gaseoso; asimismo, representa uno de los elementos más extendidos en la corteza terrestre. Es común su presencia en aguas subterráneas, esto puede originarse en la disolución de magma y de rocas sedimentarias cuaternarias, según lo indica [19].

Las concentraciones elevadas de arsénico constituyen un riesgo para la salud, por lo tanto, se le da mucha prioridad en el análisis del agua. La OMS plantea el uso de tratamientos convencionales como la coagulación, la cual ya ha sido desarrollada en países como México y Chile: coagulación-filtración, teniendo presente que la remoción del arsénico es dependiente del pH, de la dosis del coagulante y de la turbiedad del agua cruda, tal y como afirman Cheng, Liang, Wang, Beuhler [37].

Según Viraraghavan [30], la coagulación con sulfato de aluminio en dosis de 30 mg/l, con una concentración inicial de arsénico menor a 1, hace posible una remoción  $\geq 90\%$ , siempre que el pH se encuentre en el rango de 6.4-7.5.

Respecto a la filtración, puede aplicarse el uso de filtros de arena [37].

El hierro es uno de los metales esenciales para la vida, sin embargo, su concentración excesiva en el agua puede generar un color y sabor desagradables, aun así, como sostiene [19], al hierro no se le conocen efectos nocivos para la salud. Para este caso se puede utilizar un tratamiento por oxidación y filtración. Estas son algunas de las técnicas más usadas para aguas de pozo. En ese sentido, como se expone en [38], al adicionar un oxidante (oxígeno, peróxido de hidrógeno o permanganato de potasio) a un reactor con agua contaminada con sulfato que contiene un medio de transporte inerte de granos de arena de cuarzo, se obtiene la remoción del hierro y la de otros metales y no metales, entre ellos el arsénico en concentraciones residuales debajo de 0,0005 mg/L.

El plomo es un metal que generalmente no se encuentra en aguas naturales, a menos que se introduzca mediante contaminación por arseniato de plomo y otras sales [19].

Dado que presenta un valor relativamente alto, es posible aplicar el tratamiento por coagulación, también propuesto para el arsénico. Siendo el coagulante utilizado, el sulfato de aluminio, debido a su característica eficiencia para eliminar además de plomo, plata y cobre.

Asimismo, según [30], reduce aproximadamente en un 50 % el contenido de vanadio y de mercurio.

### **6.3. Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos**

Se observa que los parámetros microbiológicos y parasitológicos con valores superiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos en los decretos DS N° 031-2010-SA y DS N°004-2017-MINAM, son **coliformes totales y coliformes termotolerantes**. Estos, pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente según [29], tal es el caso de aguas con abundante contenido en nutrientes, suelos o materias vegetales en descomposición. Para la reducción de estos parámetros se suele utilizar un tratamiento de desinfección, sin embargo, en caso este no sea efectivo, se pueden emplear métodos convencionales.

## **7. Propuestas para Optimizar el Agua del Pozo N° 01**

### **7.1. Propuesta 1: Tratamiento por Ósmosis Inversa**

A partir de los resultados expuestos, referidos principalmente a la concentración elevada de metales pesados; sería viable plantear tratamientos con adición de coagulantes, esto, después de realizar la prueba de jarras, para determinar la concentración adecuada de los mismos y así remover determinados grupos de metales pesado. Sin embargo, el agua analizada presenta un contenido de sólidos disueltos totales superior al límite máximo permitido según las normas DS N° 031-2010-SA y DS N°004-2017-MINAM, por lo tanto, este sería el parámetro gobernante, el cual puede ser regulado por el Sistema de Ósmosis Inversa, y en consecuencia se reduciría significativamente el contenido de metales pesados hasta que estos se ubiquen por debajo de los límites establecidos y finalmente obtener agua potable apta para el consumo. Complementando esta idea se consultó a los especialistas Ing. Hugo July Quenaya y al Ing. Manuel del Solar, de las empresas Hydromatic Perú y Agua Clear respectivamente. Ambos señalaron que de partida el límite máximo permitido para los sólidos disueltos totales según la norma peruana, es aproximadamente el doble del valor máximo que manejan otros países como es el caso de Colombia, en ese sentido para el agua en cuestión se debe priorizar la remoción del elevado contenido de sólidos disueltos totales a través de un Sistema de Ósmosis Inversa, lo que a su vez reduciría el contenido de metales pesados.

Este sistema consta de un tratamiento previo y un tratamiento final, permitiendo conducir al servicio más del 70% del agua cruda que ingresa al sistema.

**7.1.1. Tratamiento previo:** Este procedimiento tiene como objetivo acondicionar el agua de tal manera que tenga las siguientes características:

1. Presente una turbidez < 5 NTU.
2. No haya presencia de cloro residual.
3. Presente valores de dureza mínimos, tal que las partículas sólidas que contiene el agua cruda no se incrusten en la membrana que forma parte del proceso final.

Se puede realizar de dos formas: con ablandadores (indicado cuando los volúmenes de agua a tratar son bajos), o con productos químicos (indicado cuando los volúmenes de agua a tratar son mayores).

- **Ablandadores:** Son cilindros cuyo dimensionamiento está en función de la dureza que contiene el agua cruda. Se regeneran cada 3 horas, mediante la adición de salmuera, es por este motivo que generalmente se emplean dos cilindros para que alternen el trabajo, mientras uno está en funcionamiento, el otro se regenera. El costo de estos equipos es de \$ 30 000 aproximadamente.
- **Productos químicos:** Se destaca la adición de un antincrustante para evitar la precipitación de las sales e impurezas sobre las membranas de ósmosis. La incorporación del antincrustante se aplica de manera continua a través de una bomba dosificadora en una concentración de 10 mg/l. En el caso de que el agua a tratar presente elevada turbidez, se le adiciona un coagulante o floculante, también se puede considerar la utilización de medios filtrantes (carbón activado), a fin de tener un agua más clara y pueda pasar al tratamiento final.

**7.1.2. Tratamiento final:** Es el proceso de ósmosis inversa propiamente dicho, el cual consta de una membrana semipermeable. El agua pasa a través de dicha membrana que marca la transición entre dos zonas con presiones diferentes. En esta etapa se obtienen dos productos: el agua tratada, que será distribuida para el consumo humano y el agua de rechazo, que puede ser destinada al riego de áreas verdes (valores de conductividad entre 2500-3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Después de esta fase, el agua tratada presenta un pH bajo, razón por la cual se considera la adición de cloro a fin de aumentar el contenido del parámetro en mención.

En lo que respecta al costo de la aplicación de Ósmosis Inversa, esté se determinará en función del volumen de agua a tratar por día.

- Caudal de explotación del Pozo N°01: Según lo establecido en el proyecto de mejoramiento de agua potable y alcantarillado desarrollado en Villa Hermosa [28], el caudal de oferta es de 22 lps; pero según [35] el caudal de oferta se estima en 16 lps.
- Horas de bombeo= 10.4 hrs.
- Horas consideradas para el tratamiento por Ósmosis Inversa= 20 hr.

$$\text{Volumen} = Q * Hb$$

$$\text{Volumen} = 16 * \frac{\text{ltrs}}{\text{seg}} * 10.4\text{hrs} * \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ltrs}} * \frac{3600 \text{seg}}{1\text{hr}}$$

$$\text{Volumen} = 599.04 \text{ m}^3$$

El sistema de Ósmosis Inversa permite la recuperación del 70% del agua tratada, lo que correspondería a los 599.04 m<sup>3</sup> calculados. Entonces se obtiene el siguiente volumen total:

$$0.7 * (\text{Volumen Total}) = 599.04 \text{ m}^3$$

$$(\text{Volumen Total}) = 855.77 \text{ m}^3$$

A partir del volumen total requerido y el caudal ofertado por el pozo de 16 lps = 57.6 m<sup>3</sup>/hr

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

$$57.6 \text{ m}^3/\text{hr} = \frac{855.77 \text{ m}^3}{t}$$

$$t = 14.86 \text{ hrs}$$

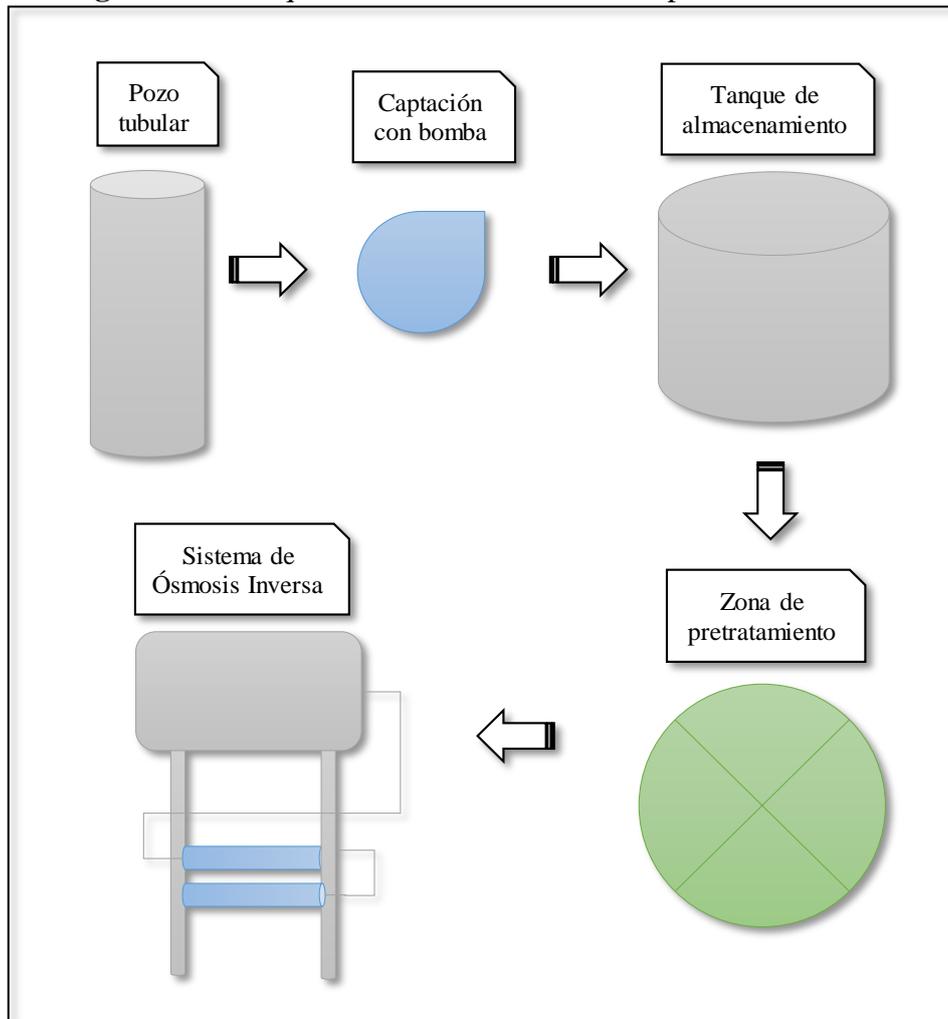
Se concluye que, para aplicar este sistema es necesario que el equipo de bombeo del pozo tubular trabaje 14.86 hrs diarias en promedio.

Además, el sistema planteado trata el volumen calculado en 20 hrs.

$$Q = \frac{855.77 \text{ m}^3}{20 \text{ hrs}} = 42.79 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Se obtiene que el sistema de Ósmosis Inversa debe trabajar con un caudal de 42.79 m<sup>3</sup>/hr.

**Imagen N° 04:** Esquema-Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa



**Fuente:** Elaboración propia

Conocido el volumen de agua a tratar, se consultó a la empresa Hydromatic Perú por los costos que supone el funcionamiento del sistema. Un dato importante es que para la instalación de la Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa se debe contar con un área mínima de 60 m<sup>2</sup>, además de un ambiente cerrado y bajo techo. Adicionalmente se obtuvieron los siguientes alcances:

**7.1.3. Equipos de tratamiento:** Los equipos e instalaciones que conforman la Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa ascienden a un costo aproximado de \$ 250 000. La vida útil de esta planta se estima en 20 años.

**7.1.4. Operación y mantenimiento:** El costo operativo mensual es de \$ 500 aproximadamente, el cual contempla la aplicación de productos químicos y cartuchos filtrantes (en caso de ser necesaria la extracción final de partículas suspendidas). En este apartado también se encuentra el mantenimiento de bombas, que debe ser realizado cada año con un costo de \$ 1 000.

**7.1.5. Costo de personal:** Los trabajos de operación serán desarrollados por personal capacitado, que pueden laborar en tres turnos con un salario aproximado de \$ 500 mensuales cada uno.

**7.1.6. Costos de reposición:** Se deben considerar también las piezas de recambio, aquí se encuentran la membrana semipermeable y los medios filtrantes, que deben ser cambiados cada dos años. El precio estimado de estas piezas de reposición es de \$ 7 000.

**7.1.7. Energía eléctrica:** La planta de tratamiento trabajaría durante 20 hrs por día, con una potencia de 40 Kw y considerando una opción tarifaria MT4: Tarifa con simple medición de energía activa y contratación o medición de una potencia 1E1P, según [39].

**Tabla N° 23:** Costo de energía eléctrica-Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa

RAZÓN SOCIAL	CONSUMO (kW)	TIEMPO CONSUMO (HRS)	CONSUMO DIARIO (kWh/DÍA)	CONSUMO MENSUAL (kWh/MES)	PRECIO/ kWh	PRECIO MENSUAL (SOLES)	PRECIO MENSUAL (DOLARES)
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	40	20	800	24000	0.1494	3613.03	1047.78

**Fuente:** Elaboración propia

\*No incluye costos por potencia de generación y distribución fuera de punta.

A partir de los costos descritos se evaluó la rentabilidad de la implementación de la planta de tratamiento, considerando una factura promedio por servicio de agua potable igual a S/20.

**Tabla N° 24: Flujo de Caja-Ingresos**

INGRESOS			
<b>Facturas por servicio de agua potable</b>			
Número de viviendas	606	Mensual \$ 3514.80	Anual \$ 42177.60
Factura promedio	S/20.00		
			\$ 42177.60

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 25: Flujo de Caja-Egresos**

EGRESOS		
<b>Equipos de tratamiento</b>		\$ 250000.00
<b>Costo de Operación y Mntenimiento</b>	Mensual	Anual
Productos químicos y Cartuchos filtrantes	\$ 500.00	\$ 6000.00
Mantenimiento de Bombas		\$ 1000.00
		\$ 7000.00
<b>Costos de Reposición</b>		Cada 2 años
Membrana y Medios Filtrantes		\$ 7000.00
		\$ 7000.00
<b>Costo de Energía Eléctrica</b>	Mensual	Anual
	\$ 1047.78	\$ 12573.36
		\$ 12573.36
<b>Costo de Personal</b>	Mensual	Anual
	\$ 1500.00	\$ 18000.00
		\$ 18000.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 26: Flujo de Caja-Planta de Tratamiento de Agua por Ósmosis Inversa-Costo Total**

**RAZÓN SOCIAL** PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA-ÓSMOSIS INVERSA  
**PERIODO** 20 AÑOS  
**TASA DE INTERÉS** 9%

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL		
<b>INGRESOS</b>		\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 68309.26	\$ 623564.21	
<b>EGRESOS</b>	\$ 250000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00
		\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36
		\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00
	\$ 250000.00	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 44573.36
	\$ 250000.00	\$ 34470.97	\$ 37516.51	\$ 29013.53	\$ 31576.89	\$ 24420.11	\$ 26577.64	\$ 20553.91	\$ 22369.87	\$ 17299.82	\$ 18828.27	\$ 14560.91	\$ 15847.38	\$ 12255.63	\$ 13338.42	\$ 10315.32	\$ 11226.68	\$ 8682.20	\$ 9449.27	\$ 7307.63	\$ 7953.26	\$ 7953.26	\$ 623564.21	
																							VAN = 0	

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene que el costo de la instalación de la Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa asciende a \$ 623564.21. Asimismo, para cubrir esta inversión la factura promedio por servicio de agua potable se elevaría a S/32.29. En ese sentido, considerando que el consumo mensual aproximado en una vivienda de la zona de estudio es 20 m<sup>3</sup>, se tiene que el metro cúbico de agua costaría S/1.62.

Dado que el costo de la factura promedio, aumenta en más del 50%, se evaluó la rentabilidad de la implementación de la planta de tratamiento con un costo hundido; esto es, sin considerar el costo de la planta como tal, suponiendo que la misma procedería de una donación o pudiera ser proporcionada por otra entidad además de EPSEL.

**Tabla N° 27:** Flujo de Caja-Ingresos (Costo Hundido)

INGRESOS			
<b>Facturas por servicio de agua potable</b>		Mensual	Anual
Número de viviendas	606	\$ 3514.80	\$ 42177.60
Factura promedio	S/20.00		
			<u>\$ 42177.60</u>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 28:** Flujo de Caja-Egresos (Costo Hundido)

EGRESOS		
<b>Costo de Operación y Mnatenimiento</b>	Mensual	Anual
Productos químicos y Cartuchos filtrantes	\$ 500.00	\$ 6000.00
Mantenimiento de Bombas		\$ 1000.00
		<u>\$ 7000.00</u>
<b>Costos de Reposición</b>		Cada 2 años
Membrana y Medios Filtrantes		\$ 7000.00
		<u>\$ 7000.00</u>
<b>Costo de Energía Eléctrica</b>	Mensual	Anual
	\$ 1047.78	\$ 12573.36
		<u>\$ 12573.36</u>
<b>Costo de Personal</b>	Mensual	Anual
	\$ 1500.00	\$ 18000.00
		<u>\$ 18000.00</u>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 29:** Flujo de Caja-Planta de Tratamiento de Agua por Ósmosis Inversa-Costo Hundido

RAZÓN SOCIAL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA-ÓSMOSIS INVERSA  
 PERIODO 20 AÑOS  
 TASA DE INTERÉS 9%

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL		
INGRESOS		\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64	\$ 40922.64		
		\$ 37543.71	\$ 34443.77	\$ 31599.79	\$ 28990.63	\$ 26596.91	\$ 24400.83	\$ 22386.09	\$ 20537.69	\$ 18841.92	\$ 17286.17	\$ 15858.87	\$ 14549.42	\$ 13348.09	\$ 12245.96	\$ 11234.82	\$ 10307.18	\$ 9456.12	\$ 8675.34	\$ 7959.03	\$ 7301.86	\$ 7301.86	\$ 373564.21	
EGRESOS		\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00	\$ 7000.00		
			\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00		\$ 7000.00	
		\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	\$ 12573.36	
		\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	\$ 18000.00	
		\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	\$ 37573.36	\$ 44573.36	
	\$ 34470.97	\$ 37516.51	\$ 29013.53	\$ 31576.89	\$ 24420.11	\$ 26577.64	\$ 20553.91	\$ 22369.87	\$ 17299.82	\$ 18828.27	\$ 14560.91	\$ 15847.38	\$ 12255.63	\$ 13338.42	\$ 10315.32	\$ 11226.68	\$ 8682.20	\$ 9449.27	\$ 7307.63	\$ 7953.26	\$ 7953.26	\$ 7953.26	\$ 373564.21	
																							VAN =	0

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al caso anterior, el costo hundido de la instalación de la Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa se reduce a \$ 373564.21; por lo tanto, la factura promedio por servicio de agua potable es S/19.40. Considerando que el consumo mensual aproximado es de 20 m<sup>3</sup>, se tiene que el metro cúbico de agua costaría S/0.97.



Se tomaron como referencia los datos obtenidos para el sondeo eléctrico vertical (SEV 2), ubicado en las coordenadas 630483; 9253278 del sistema WGS 84, a una distancia aproximada de 400 m del pozo tubular N°01. Se consideraron los resultados de este sondeo porque está más próximo al pozo tubular, en donde según el Ing. Damián Vásquez [26], se trataría de una zona ubicada en un valle enterrado por sedimentos de periodos muy antiguos como el cuaternario. Asimismo, se podría presentar la corteza fisurada o el inicio de otro acuífero. Esta afirmación se sustenta en el valor de resistividad 19.210 Ohm-m obtenido a una profundidad mayor de 84.03 m.

**Imagen N° 06:** Resistividades Reales y Espesores – Villa Hermosa

**Cuadro No. 1**

**CUADRO RESUMEN DE RESISTIVIDADES REALES Y ESPESORES**  
SECTOR VILLA HERMOSA DE JOSE LEONARDO ORTIZ

CAPAS		SEV 1	SEV 2	SEV 3	SEV 4
1	ζ	4.020	1.291	2.741	1.380
	h	1.47	1.38	0.74	0.74
	d	1.47	1.38	0.74	0.74
2	ζ	3.100	30.180	1.221	1.140
	h	1.02	2.91	0.60	2.91
	d	2.49	4.29	1.34	3.65
3	ζ	23.100	9.609	2.204	7.100
	h	5.61	11.50	5.17	16.70
	d	8.10	15.79	6.51	20.35
4	ζ	8.990	16.360	31.830	20.000
	h	6.70	18.20	25.15	20.30
	d	14.80	33.99	31.66	40.65
5	ζ	19.500	2.639	3.226	2.470
	h	20.60	50.04	48.44	57.70
	d	35.40	84.03	81.10	98.35
6	ζ	2.050	19.210	616.000	329.000
	h	52.50	--	--	--
	d	87.90	--	--	--
7	ζ	351.000	--	--	--
	h	--	--	--	--
	d	--	--	--	--

SEV - Sondeo Eléctrico Vertical       Capas superficiales  
 ζ - Resistividad Real, ohm-m       Capa intermedia  
 h - Espesor de Capa, m       Capa inferior  
 d - Profundidad del pie del estrato, m       Capa profunda

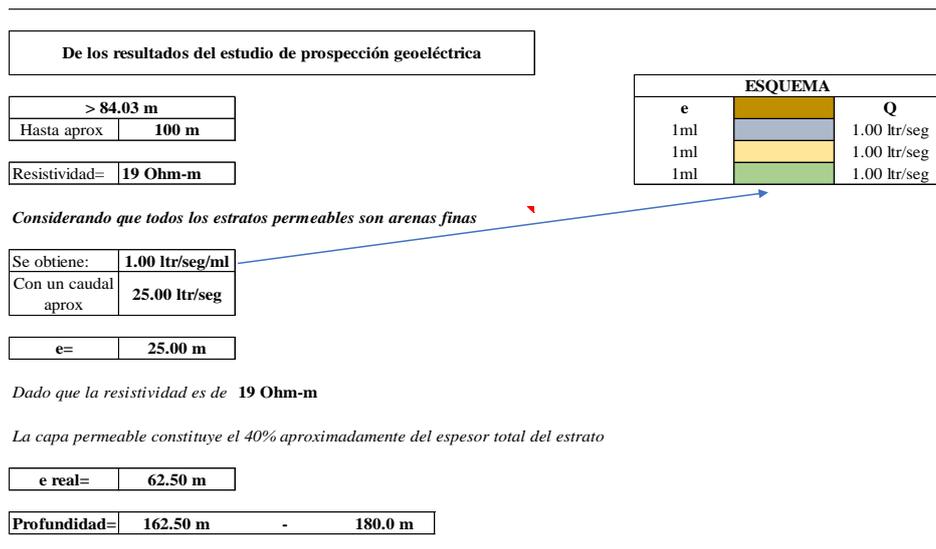
**Fuente:** Estudio de Prospección Geoeléctrica con fines de Evaluación de las Condiciones Hidrogeológicas

A diferencia de los sondeos SEV 1, SEV 3 y SEV 4, cuya ubicación tiende hacia el sur y coinciden al presentar resistividades de 351.00 Ohm-m, 616.00 Ohm-m y 329.00 Ohm-m respectivamente, a profundidades mayores de 87.90 m, 81.10 m y 98.35 m, lo cual indica la existencia de basamento rocoso, pudiéndose deber a la presencia de un conjunto de cerros cubiertos.

Entonces, teniendo como base los resultados obtenidos en el estudio antes mencionado,  
 - Resistividad = 19.210 Ohm-m, para una profundidad a partir de los 84.03 m a 100 m.

Considerando el escenario indicado en [40], en el que los estratos permeables son arenas finas, se obtendría 1 ltr/seg/ml de estrato permeable. Asimismo, se estima que a esta altura se obtendría un caudal de 25 ltrs/seg. A partir de estos datos, se tiene que para obtener el caudal en cuestión se necesitaría una profundidad de 25m, la que, a su vez, según la resistividad encontrada (19.210 Ohm-m) constituiría aproximadamente el 40 % del espesor total del estrato. Es así que se obtiene un espesor total de 62.5 m y por lo tanto una profundidad de 162.5 m. La profundidad calculada puede ampliarse hasta 180 m.

**Imagen N° 07:** Determinación de un Acuífero Profundo – Pozo N° 01 - Villa Hermosa



**Fuente:** Elaboración propia

En conclusión, existe un estrato con agua de mejor calidad que se difunde entre los 84.03 m hasta los 162.5 m a 180 m de profundidad, y corresponde a un acuífero confinado. Según [41], de las aguas subterráneas, estos acuíferos son los que más agua proporcionan y a los que se recurre cuando se abastece a poblaciones de fuerte concentración demográfica. Asimismo, estas aguas presentan la ventaja de que por su origen mantienen casi constante su nivel piezométrico que se traduce en rendimiento constante y uniforme. El recurso hídrico se capta mediante pozos profundos, que presentan un diámetro insignificante comparado con la profundidad.

### 7.2.1. Alcance

A la profundidad determinada y teniendo en cuenta que el área de estudio se ubica en llanura costera [40], se manejan caudales de hasta 50 lps. Sin embargo, considerando un escenario desfavorable, en el que el estrato permeable está conformado por arenas finas, se asumen caudales de 25 lps.

### Imagen N° 08: Población Abastecida – Pozo N° 01 - Villa Hermosa

<b>Población actual=</b>	3030	hbts
<b>Q=</b>	2160000	ltrs/dia
<b>Dotación estimada=</b>	200	ltrs/hab/dia
<b>Población abastecida=</b>	10800	hbts

**Fuente:** Elaboración propia

Se evidencia que la captación sería sostenible, ya que, a partir de la profundización del pozo tubular, es posible abastecer a una población mayor a la que comprende este proyecto.

### 7.2.2. Presupuesto

#### Imagen N° 09: Determinación de un Acuífero Profundo – Pozo N° 01 - Villa Hermosa

PRESUPUESTO						
POZO TUBULAR PROFUNDO N°1 PARA EL SUMINISTRO DE AGUA A LA POBLACION DE VILLA HERMOSA						
FORMULA: PERFORACIÓN POZO EXPLOTACION						
LUGAR: JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE						
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo, en soles		
				Unitario (\$)	Parcial (\$)	Sub total (\$)
<b>PARTIDA N°01: TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.01	Movimiento entre plataformas de perforación	Gbl.	1.00	1,500.00	1,500.00	<b>5,000.00</b>
1.02	Instalación y Desinstalación e Perforadora en cada plataforma	Gbl.	1.00	2,500.00	2,500.00	
1.03	Movimiento entre plataformas de equipo de bombeo	Gbl.	1.00	500.00	500.00	
1.04	Ante pozo piloto	Gbl.	1.00	500.00	500.00	
<b>PARTIDA N°02: PERFORACIÓN</b>						
2.01	Perforación de pozo piloto Ø 10" - Ø 12"	ml.	140.00	130.00	18,200.00	<b>63,400.00</b>
2.02	Rimado de perforación de pozo Ø 17"	ml.	140.00	140.00	19,600.00	
2.03	Rimado de perforación de pozo Ø 22"	ml.	50.00	150.00	7,500.00	
2.04	Rimado de perforación de pozo Ø 24"	ml.	-	150.00	-	
2.05	Rimado de perforación de pozo de Ø 25" a 28"	ml.	90.00	170.00	15,300.00	
2.06	Registro Eléctrico - Diagrafía - Gamma	Und.	1.00	2,800.00	2,800.00	
<b>PARTIDA N°03: SUMINISTRO DE MATERIALES</b>						
3.01	Tubo Ciego de 22" - 24" con costura ASTM A53 de 6mm	ml.	90.00	125.00	11,250.00	<b>60,081.50</b>
3.02	Tubo Ciego de 14" sin costura ST D de 9.52mm	ml.	102.50	115.00	11,787.50	
3.03	Filtro Ranura Continua de 14" 60 inox 304L	ml.	42.00	385.00	16,170.00	
3.04	Tubería para alimentador de grasa 2" de diámetro	ml.	312.00	4.00	1,248.00	
3.05	Grava de 3-5mm (ANSI B-100-09/NTP 311-330)	m3	30.00	375.00	11,250.00	
3.06	Arena Cuarzosa (ANSI B-100-09/NTP 311-330)	m3	0.50	24.00	12.00	
3.07	Provisión de Agua para perforación	Und.	1.00	1,500.00	1,500.00	
3.08	Punta de Lápiz	Und.	1.00	200.00	200.00	
3.09	Cemento Tipo V antisalitre	Bolsa	224.00	11.00	2,464.00	
3.10	Transporte de Materiales para la Construcción del Pozo	Global	1.00	4,200.00	4,200.00	
<b>PARTIDA N°04: ENTUBADO DE POZO - TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>						
4.01	Instalación de Casing de 22"-24"	ml	90.00	55.00	4,950.00	<b>40,150.00</b>
4.02	Instalación columna de producción de 14" - Tubo ciego y filtro	ml	140.00	50.00	7,000.00	
4.04	Instalación de elemento Filtrante y Sello de Bentonita	m3	35.00	200.00	7,000.00	
4.05	Instalación de Mezcla grout	m4	15.00	200.00	3,000.00	
4.06	Instalación y desinstalación de equipo de limpieza	Und.	1.00	3,000.00	3,000.00	
4.07	Desarrollo y limpieza (air lift aplicando aditivos químicos)	Hr.	35.00	120.00	4,200.00	
4.08	Instalación y desinstalación de bomba de prueba	Und.	1.00	2,000.00	2,000.00	
4.09	Prueba de bombeo	Hr.	72.00	125.00	9,000.00	
<b>PARTIDA N°05: ANÁLISIS DE AGUA Y OTROS</b>						
5.01	Limpieza final y eliminación de desmonte	Und.	1.00	190.95	190.95	<b>1,656.90</b>
5.02	Análisis Físico Químico y Bacteriológico del agua	Und.	1.00	560.00	560.00	
5.03	Protección de pozo con tapón metálico en boca	Und.	1.00	307.80	307.80	
5.04	Desinfección de pozo	Und.	1.00	598.15	598.15	
				<b>COSTO DIRECTO</b>	\$	170,288.40
				<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>	\$	17,028.84
				<b>UTILIDAD (10%)</b>	\$	17,028.84
				<b>SUB TOTAL</b>	\$	204,346.08
				<b>IGV (18%)</b>	\$	36,782.29
				<b>TOTAL</b>	\$	<b>241,128.37</b>

SON: DOS CIENTOS CUARENTA Y UN MIL CIENTO VEINTIOCHO Y 37/100 DÓLARES

**Fuente:** Elaboración propia

## 8. Conclusiones

- El agua del Pozo N° 01 presenta contenido de metales pesados como arsénico y aluminio con valores ligeramente elevados, esto puede sustentarse en que esta área fue una zona agrícola en la que se incorporaban grandes cantidades de pesticidas durante la fumigación de los cultivos, a esto se suma la posible contaminación al construir el pozo a 40 m de profundidad, superior a lo indicado en el Estudio de Prospección Geoeléctrica.
- El agua del pozo N° 01 - Villa Hermosa no es apta para el consumo humano, sin embargo, aplicando el sistema de ósmosis inversa, la concentración de sólidos disueltos totales y metales pesados disminuiría hasta cumplir con los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA y las especificaciones establecidas en DS N°004-2017-MINAM, Categoría 1: Subcategoría (Aguas destinadas a producción de agua potable). No obstante, este tratamiento supone altos costos de operación y mantenimiento, con lo cual la alternativa técnica y económica más viable sería la explotación del acuífero ubicado entre 84.03 m y 180 m de profundidad.

## 9. Anexos

### Anexo N° 01: Extracción de muestras del Pozo N° 01.



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo N° 02: Entrega de muestras en LASACI – Universidad Nacional de Trujillo.



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo N° 03: Resultados de Parámetros Físico-Químicos.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



### LASACI

## INFORME DE ANÁLISIS LASACI N°226-2019-IQUNT

SOLICITANTE	: GARCIA BECERRA JHORDEN
PROYECTO	: "Diagnostico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los Sectores: 1° y 2° del Pueblo Joven Villa Hermosa, Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.2019"
MUESTRA	: AGUA – POZO TUBULAR
PROCEDENCIA	: PUEBLO JOVEN – VILLA HERMOSA
LUGAR	: Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
FECHA DE INGRESO	: 30 DE SETIEMBRE DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES	Unidades	RESULTADOS
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	Pt/Co	14
Temperatura	°C	19.5
Turbidez	NTU	4
Ph		7.39
Conductividad	mS/cm	1.76
Solidos en suspensión	mg/L	47
Solidos totales disueltos	mg/L	1132
Cloruros	Cl mg/L	212
Calcio	Ca mg/L	94.4
Magnesio	Mg mg/L	48.6
Sodio	Na mg/L	43.2
Potasio	K mg/L	2.08
Sulfatos	SO <sub>4</sub> mg/L	89.7
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub> mg/L	436
Amoniaco	NH <sub>3</sub> mg/L	< 0.01
Cianuro total	CN mg/L	< 0.01
Aceites y grasas	mg/L	< 0.01
Carbonatos	CO <sub>3</sub> mg/L	0.00
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> mg/L	42
Nitratos	NO <sub>3</sub> mg/L	1.37
Nitritos	NO <sub>2</sub> mg/L	0.31

Conclusión: Cumple las especificaciones establecidas Categoría I: Sub  
destinadas a producción de agua potable) para el consumo humano.

TRUJILLO 07 DE OCTUBRE DEL 2019



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

Fuente: LASACI-UNT

Anexo N° 04: Resultados de Parámetros Inorgánicos y Microbiológicos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



**LASACI**

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDADES	RESULTADOS
ALUMINIO	Al	mg/L	1,6102
ANTIMONIO	Sb	mg/L	0,0360
ARSENICO	As	mg/L	0,0526
BARIO	Ba	mg/L	0,0108
BERILIO	Be	mg/L	0,0003
CADMIO	Cd	mg/L	0,0020
CERIO	Ce	mg/L	0,0258
COBALTO	Co	mg/L	0,0033
COBRE	Cu	mg/L	0,0244
CROMO	Cr	mg/L	0,0034
ESTAÑO	Sn	mg/L	0,0147
ESTRONCIO	Sr	mg/L	0,0830
HIERRO	Fe	mg/L	1,5744
LITIO	Li	mg/L	0,0016
MANGANESO	Mn	mg/L	0,1892
MOLIBDENO	Mo	mg/L	0,0080
NIQUEL	Ni	mg/L	0,0050
PLATA	Ag	mg/L	0,0027
PLOMO	Pb	mg/L	0,0274
SELENIO	Se	mg/L	0,0378
SILICIO	Si	mg/L	4,8532
TALIO	Tl	mg/L	0,0173
TITANIO	Ti	mg/L	0,0170
VANADIO	V	mg/L	0,0088
ZINC	Zn	mg/L	0,0353

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Recuento Total de bacterias	UFC/ 100 mL	23
Huevos y larvas de helmintos, quites y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org./L	0
Escherichia coli	NMP/ 100 mL	0
Virus	UFC/mL	0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	2x10 <sup>1</sup>
Coliformes totales	NMP/ 100mL	5x10 <sup>2</sup>

TRUJILLO 07 DE OCTUBRE DEL 2019



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - AEROSOL - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

Fuente: LASACI-UNT

### **Anexo 03: Presiones de servicio en la red de agua potable**

En la actualidad, el reservorio ubicado en el 2° Sector del Pueblo Joven Villa Hermosa se encuentra inoperativo. Por este motivo, Villa Hermosa es abastecido con agua potable proveniente del reservorio ubicado en la intersección de la calle Ecuador y la Av. Venezuela, en el distrito de José Leonardo Ortiz. A esto se suma que la localidad en mención recibe agua tres veces al día, dos horas por cada vez, con lo cual se creyó importante determinar la presión con la que el agua está llegando a las viviendas de la zona en estudio.

El presente informe corresponde a la medida de presiones de servicio de agua potable en las viviendas comprendidas en el área de influencia de la tesis: “Diagnóstico de la Red de Agua Potable y Alcantarillado en los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa del Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2019”.

Para el presente estudio se tuvo en cuenta la muestra calculada anteriormente: 260 viviendas y los datos obtenidos serán comparados con lo establecido en la Norma OS 050 Redes de distribución de agua para consumo humano.

## 1. Área de influencia del estudio

### 1.1. Ubicación del área del proyecto

El área de influencia del estudio corresponde a los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, distrito de José Leonardo Ortiz; siendo la muestra considerada: 260 viviendas.

**Tabla N° 01:** Ubicación política del área de estudio

UBICACIÓN POLÍTICA	
DEPARTAMENTO	Lambayeque
PROVINCIA	Chiclayo
DISTRITO	José Leonardo Ortiz

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 02:** Límites geográficos de la zona de estudio

LÍMITES GEOGRÁFICOS	
NORTE	Distritos: Lambayeque y Picsi
SUR	Distrito: Chiclayo
ESTE	Distritos: Picsi y Chiclayo
OESTE	Distrito: Pimentel

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 01:** Área de Influencia del proyecto.



**Fuente:** Google Earth

## 2. Normativa

### 2.1. Norma OS.050: Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano

Por D.S. N° 010-2009 – VIVIENDA el 08-05-2009 se actualizó la Norma OS.050: Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano, encargada de fijar los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes [18].

### 3. Equipo utilizado

Para realizar la medida de las presiones de servicio, se utilizó un equipo constituido por:

**Figura N° 02:** 1 manómetro



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 03:** 1 tee de bronce



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 04:** 1 válvula bola de PVC



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 05:** 1 conector coflex de ½ x ½



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 06:** 1 niple de PVC de ½ x 3



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 07:** 2 pedazos de manguera de ½” y ¾” respectivamente. De 15 cm cada una



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 08:** Equipo para medida de presiones de servicio de agua potable



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4. Trabajo de campo

- El trabajo fue desarrollado teniendo en cuenta la información recolectada acerca de las horas en las que la zona de estudio es abastecida: 6:00 – 8:00am.; 12:00 – 2:00pm. y 5:00 – 7:00 pm. En este caso, los horarios elegidos fueron 12:00pm. – 2:00 pm. y 5:00 – 7:00 pm.
- Las medidas de presión de servicio fueron tomadas en el primer punto de consumo de cada vivienda, debido a que no se tuvo acceso a la caja de conexión domiciliaria, con excepción de una vivienda, ubicada a la entrada de la red evaluada.
- El manómetro utilizado presenta unidades: bar, por lo que posteriormente se realizó la conversión correspondiente ( $1\text{bar} = 10.1974\text{mca}$ ) y se le adicionó la altura hasta el punto de abastecimiento, para poder comparar con la norma OS.050, la cual presenta especificaciones en unidades: mca.

## 5. Presiones de servicio

**Tabla N° 03:** Comparación entre las medidas de presiones de servicio tomadas en campo y las especificaciones mínimas establecidas por la norma OS.050: Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano.

MEDIDA DE PRESIÓN DE SERVICIO EN LAS VIVIENDAS DE LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA				
NRO	DIRECCIÓN	PRESIÓN MEDIDA EN CAMPO (bar)	PRESIÓN (mca)	VERIFICACIÓN (PRESIÓN MINIMA = 10 mca)
1	Los Eucaliptos Mz D Lt 30	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
2	Los Eucaliptos Mz D Lt 29	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
3	Los Eucaliptos Mz C Lt 1	0.98	9.99	PRESIÓN DEFICIENTE
4	Los Eucaliptos Mz C Lt 27	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
5	Los Eucaliptos Mz D Lt 16	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
6	Los Eucaliptos Mz D Lt 17	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
7	Los Eucaliptos Mz C Lt 14	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
8	Los Eucaliptos Mz C Lt 15	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
9	Los Eucaliptos Mz E Lt 1	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
10	Los Eucaliptos Mz E Lt 2	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
11	Los Eucaliptos Mz F Lt 31	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
12	Los Eucaliptos Mz F Lt 32	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
13	Los Eucaliptos Mz E Lt 16	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
14	Los Eucaliptos Mz F Lt 17	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
15	Los Mermes Mz F Lt 13	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
16	Los Mermes Mz F Lt 14	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
17	Los Mermes Mz F Lt 15	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
18	Los Mermes Mz F Lt 16	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
19	Los Mermes Mz G Lt 10	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
20	Los Mermes Mz G Lt 9	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
21	Los Mermes Mz F Lt 8	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
22	Los Mermes Mz F Lt 9	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
23	Los Mermes Mz G Lt 5	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
24	Los Mermes Mz F Lt 1	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
25	Los Mermes Mz F Lt 2	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
26	Los Mermes Mz F Lt 3	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
27	Los Mermes Mz G Lt 4	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
28	Los Mermes Mz G Lt 3	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
29	Los Nogales Mz G Lt 18	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
30	Los Mermes Mz C Lt 7	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
31	Los Mermes Mz C Lt 8	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
32	Los Mermes Mz C Lt 9	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
33	Los Mermes Mz C Lt 11	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
34	Los Mermes Mz C Lt 12	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
35	Los Mermes Mz C Lt 13	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
36	Los Sausales Mz C Lt 4	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
37	Los Sausales Mz C Lt 3	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
38	Los Sausales Mz C Lt 2	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
39	Los Sausales Mz B Lt 23	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
40	Los Sausales Mz B Lt 20	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
41	Los Sausales Mz B Lt 18	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
42	Los Lirios Mz H Lt 13	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
43	Los Sausales Mz B Lt 15	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
44	Los Sausales Mz B Lt 14	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
45	Los Sausales Mz I Lt 22	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
46	Los Sausales Mz H Lt 2	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
47	Los Sausales Mz I Lt 19	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
48	Los Sausales Mz H Lt 5	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
49	Los Sausales Mz H Lt 7	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
50	Los Alisos Mz M Lt 30	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE

Fuente: Elaboración propia

51	Los Alisos Mz M Lt 29	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
52	Los Alisos Mz M Lt 28	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
53	Los Alisos Mz M Lt 27	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
54	Los Alisos Mz M Lt 26	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
55	Los Alisos Mz M Lt 23	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
56	Los Alisos Mz M Lt 21	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
57	Los Alisos Mz M Lt 19	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
58	Los Alisos Mz M Lt 18	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
59	Los Alisos Mz G Lt 12	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
60	Los Alisos Mz G Lt 13	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
61	Los Lirios Mz G Lt 15	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
62	Los Lirios Mz G Lt 17	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
63	Los Lirios MzH Lt11	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
64	Los Alisos MzL Lt 31	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
65	Los Alisos MzL Lt 33	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
66	Los Alisos MzL Lt 34	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
67	Los Alisos Mz L Lt 1	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
68	La Palmeras Mz K Lt 34	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
69	Los Alisos Mz K Lt 3	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
70	Los Alisos Mz K Lt 4	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
71	Los Alisos Mz K Lt 1	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
72	La Palmeras Mz I Lt 10	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
73	La Palmeras Mz J Lt 14	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
74	La Palmeras Mz I Lt 8	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
75	La Palmeras Mz I Lt 7	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
76	La Palmeras Mz J Lt 18	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
77	La Palmeras Mz J Lt 19	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
78	La Palmeras Mz J Lt 22	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
79	La Palmeras Mz J Lt 21	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
80	La Palmeras Mz I Lt 4	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
81	La Palmeras Mz A Lt 18	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
82	La Palmeras Mz A Lt 19	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
83	La Palmeras Mz A Lt 20	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
84	La Palmeras Mz A Lt 21	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
85	La Palmeras Mz A Lt 25	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
86	La Palmeras Mz A Lt 26	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
87	La Palmeras Mz A Lt 31	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
88	La Palmeras Mz A Lt 32	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
89	La Palmeras Mz A Lt 33	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
90	La Palmeras Mz A Lt 34	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
91	La Palmeras Mz B Lt 1	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
92	La Palmeras Mz B Lt 2	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
93	La Palmeras Mz B Lt 3	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
94	La Palmeras Mz B Lt 4	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
95	La Palmeras Mz B Lt 7	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
96	La Palmeras Mz B Lt 8	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
97	La Palmeras Mz B Lt 9	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
98	La Palmeras Mz B Lt 11	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
99	La Palmeras Mz B Lt 12	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
100	La Palmeras Mz B Lt 13	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
101	Los Nogales Mz J Lt 1	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
102	Los Nogales Mz J Lt 2	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
103	Los Nogales Mz A Lt 16	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
104	La Palmeras Mz K Lt 30	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
105	La Palmeras Mz K Lt 29	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
106	La Palmeras Mz K Lt 27	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
107	La Palmeras Mz K Lt 26	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
108	La Palmeras Mz K Lt 23	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
109	La Palmeras Mz K Lt 22	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
110	La Palmeras Mz L Lt 13	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA

**Fuente:** Elaboración propia

111	La Palmeras Mz L Lt 12	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
112	La Palmeras Mz L Lt 9	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
113	La Palmeras Mz L Lt 8	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
114	La Palmeras Mz L Lt 6	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
115	La Palmeras Mz L Lt 5	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
116	La Palmeras Mz K Lt 21	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
117	Los Higos Mz K Lt 18	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
118	Los Higos Mz K Lt 16	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
119	Juan Velasco Alvarado Mz LL Lt 1	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
120	La Palmeras Mz LL Lt 32	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
121	La Palmeras Mz LL Lt 30	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
122	La Palmeras Mz LL Lt 28	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
123	La Palmeras Mz LL Lt 27	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
124	La Palmeras Mz LL Lt 24	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
125	La Palmeras Mz LL Lt 23	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
126	La Palmeras Mz LL Lt 18	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
127	La Palmeras Mz LL Lt 17	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
128	La Palmeras Mz Z Lt 16	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
129	La Palmeras Mz Z Lt 14	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
130	La Palmeras Mz Z Lt 13	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
131	La Palmeras Mz Z Lt 9	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
132	La Palmeras Mz Z Lt 8	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
133	La Palmeras Mz Z Lt 6	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
134	La Palmeras Mz Z Lt 4	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
135	La Palmeras Mz Z Lt 3	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
136	La Palmeras Mz Z Lt 1	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
137	Los Chirimoyos Mz Y Lt 32	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
138	Los Chirimoyos Mz Y Lt 30	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
139	Los Chirimoyos Mz Y Lt 26	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
140	Los Chirimoyos Mz Y Lt 24	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
141	Los Chirimoyos Mz Y Lt 19	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
142	Los Chirimoyos Mz Y Lt 18	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
143	Los Zapotes Mz Y Lt 16	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
144	Los Mermes Mz W1 Lt 1	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
145	Los Mermes Mz W1 Lt 2	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
146	Los Mermes Mz W1 Lt 3	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
147	Los Mermes Mz W1 Lt 4	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
148	Los Mermes Mz W1 Lt 5	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
149	Los Mermes Mz W1 Lt 6	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
150	Las Lúcumas Mz W1 Lt 8	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
151	Las Lúcumas Mz W1 Lt 9	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
152	Las Lúcumas Mz W1 Lt 11	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
153	Las Lúcumas Mz W1 Lt 12	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
154	Las Lúcumas Mz W1 Lt 13	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
155	Los Zapotes Mz V2 Lt 1	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
156	Las Lúcumas Mz V2 Lt 2	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
157	Las Lúcumas Mz V2 Lt 3	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
158	Las Lúcumas Mz V2 Lt 4	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
159	Los Zapotes Mz Y Lt 15	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
160	Los Zapotes Mz Y Lt 13	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
161	Los Zapotes Mz Y Lt 12	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
162	Los Zapotes Mz Y Lt 11	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
163	Los Zapotes Mz Y Lt 10	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
164	Los Zapotes Mz Y Lt 9	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
165	Los Zapotes Mz Y Lt 8	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
166	Los Zapotes Mz Y Lt 7	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
167	Los Zapotes Mz Y Lt 5	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
168	Los Zapotes Mz Y Lt 4	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
169	Los Zapotes Mz Y Lt 3	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
170	Los Zapotes Mz Y Lt 2	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE

**Fuente:** Elaboración propia

171	Los Sausales Mz Z Lt 18	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
172	Los Sausales Mz Z Lt 22	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
173	Los Sausales Mz Z Lt 23	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
174	Los Sausales Mz Z Lt 25	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
175	Los Sausales Mz Z Lt 26	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
176	Los Sausales Mz Z Lt 30	0.78	7.95	PRESIÓN DEFICIENTE
177	Los Sausales Mz Z Lt 31	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
178	Los Higos Mz L Lt 17	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
179	Los Higos Mz L Lt 18	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
180	Los Higos Mz L Lt 19	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
181	Los Sausales Mz L Lt 21	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
182	Los Sausales Mz L Lt 23	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
183	Los Sausales Mz L Lt 24	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
184	Los Sausales Mz L Lt 25	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
185	Los Sausales Mz L Lt 26	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
186	Los Sausales Mz L Lt 27	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
187	Los Sausales Mz L Lt 28	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
188	Las Tunas Mz M Lt 9	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
189	Las Tunas Mz M Lt 10	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
190	Las Tunas Mz M Lt 15	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
191	Las Tunas Mz M Lt 16	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
192	Las Tunas Mz N Lt 09	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
193	Las Tunas Mz N Lt 11	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
194	Las Tunas Mz N Lt 12	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
195	Las Tunas Mz N Lt 15	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
196	Las Lúcumas Mz N Lt 17	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
197	Las Lúcumas Mz N Lt 18	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
198	Las Lúcumas Mz N Lt 19	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
199	Los Eucaliptos Mz N Lt 22	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
200	Los Eucaliptos Mz O Lt 7	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
201	Los Eucaliptos Mz O Lt 8	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
202	Los Eucaliptos Mz O Lt 9	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
203	Los Eucaliptos Mz O Lt 11	0.55	5.61	PRESIÓN DEFICIENTE
204	Los Eucaliptos Mz O Lt 12	0.55	5.61	PRESIÓN DEFICIENTE
205	Los Eucaliptos Mz P Lt 13	0.55	5.61	PRESIÓN DEFICIENTE
206	Los Eucaliptos Mz P Lt 14	0.50	5.10	PRESIÓN DEFICIENTE
207	Los Eucaliptos Mz P Lt 15	0.50	5.10	PRESIÓN DEFICIENTE
208	Las Retamas Mz P Lt 19	0.50	5.10	PRESIÓN DEFICIENTE
209	Las Retamas Mz P Lt 21	0.50	5.10	PRESIÓN DEFICIENTE
210	Av. Villa Hermosa Mz P Lt 28	0.60	6.12	PRESIÓN DEFICIENTE
211	Av. Villa Hermosa Mz O Lt 15	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
212	Av. Villa Hermosa Mz O Lt 21	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
213	Av. Villa Hermosa Mz O Lt 22	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
214	Av. Villa Hermosa Mz E Lt 17	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
215	Av. Villa Hermosa Mz E Lt 18	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
216	Av. Villa Hermosa Mz E Lt 31	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
217	Av. Villa Hermosa Mz E Lt 32	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
218	Av. Villa Hermosa Mz D Lt 15	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
219	Las Lúcumas Mz V2 Lt 7	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
220	Los Molles Mz V2 Lt 8	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
221	Los Molles Mz V2 Lt 9	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
222	Los Molles Mz V2 Lt 11	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
223	Los Molles Mz V2 Lt 13	0.75	7.65	PRESIÓN DEFICIENTE
224	Los Chirimoyos Mz R Lt 27	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
225	Los Chirimoyos Mz R Lt 24	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
226	Los Chirimoyos Mz R Lt 17	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
227	Los Chirimoyos Mz R Lt 18	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
228	Los Chirimoyos Mz R Lt 14	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
229	Juan Velasco Alvarado Mz A Lt 1	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
230	Juan Velasco Alvarado Mz A Lt 2	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA

**Fuente:** Elaboración propia

231	Juan Velasco Alvarado Mz A Lt 9	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
232	Juan Velasco Alvarado Mz A Lt 16	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
233	Juan Velasco Alvarado Mz A Lt 17	1.00	10.20	PRESIÓN ÓPTIMA
234	Juan Velasco Alvarado Mz J Lt 3	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
235	Juan Velasco Alvarado Mz J Lt 4	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
236	Juan Velasco Alvarado Mz J Lt 7	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
237	Juan Velasco Alvarado Mz J Lt 12	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
238	Juan Velasco Alvarado Mz J Lt 13	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
239	Juan Velasco Alvarado Mz K Lt 5	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
240	Juan Velasco Alvarado Mz K Lt 6	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
241	Juan Velasco Alvarado Mz K Lt 9	0.95	9.69	PRESIÓN DEFICIENTE
242	Juan Velasco Alvarado Mz K Lt 12	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
243	Juan Velasco Alvarado Mz K Lt 13	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
244	Juan Velasco Alvarado Mz LL Lt 2	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
245	Juan Velasco Alvarado Mz LL Lt 3	0.90	9.18	PRESIÓN DEFICIENTE
246	Juan Velasco Alvarado Mz LL Lt 8	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
247	Juan Velasco Alvarado Mz LL Lt 15	0.85	8.67	PRESIÓN DEFICIENTE
248	Juan Velasco Alvarado Mz LL Lt 16	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
249	Los Alisos Mz G Lt 11	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
250	Los Alisos Mz M Lt 17	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
251	Los Sausales Mz H Lt 8	0.80	8.16	PRESIÓN DEFICIENTE
252	Los Alisos Mz M Lt 31	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
253	Los Alisos Mz M Lt 32	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
254	Los Lirios Mz H Lt 9	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
255	Los Alisos Mz I Lt 12	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
256	Los Alisos Mz K Lt 34	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
257	Los Higos Mz L Lt 14	0.65	6.63	PRESIÓN DEFICIENTE
258	Los Zapotes Mz R Lt 7	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
259	Los Zapotes Mz R Lt 8	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE
260	Los Zapotes Mz R Lt 9	0.70	7.14	PRESIÓN DEFICIENTE

**Fuente:** Elaboración propia

## 6. Conclusiones

- Las presiones de servicio en las viviendas de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, no cumplen totalmente con la presión mínima establecida por la norma OS 050: 10 mca.
- Solo el 17.69% de las presiones de servicio en las viviendas de los sectores 1 y 2 del Pueblo Joven Villa Hermosa, sí cumple con la presión mínima establecida por la Norma OS 050: Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano, mientras que el 82.31% restante tiene presiones menores a la mínima indicada en la norma, siendo el valor mínimo de 5.10 mca.

## 7. Anexos

### Anexo N° 01: Los Eucaliptos Mz. C Lt. 1



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo N° 02: Presión de servicio = 0.98 bar.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 03:** Los Sausales Mz. C Lt. 2



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 04:** Presión de servicio = 0.95 bar.



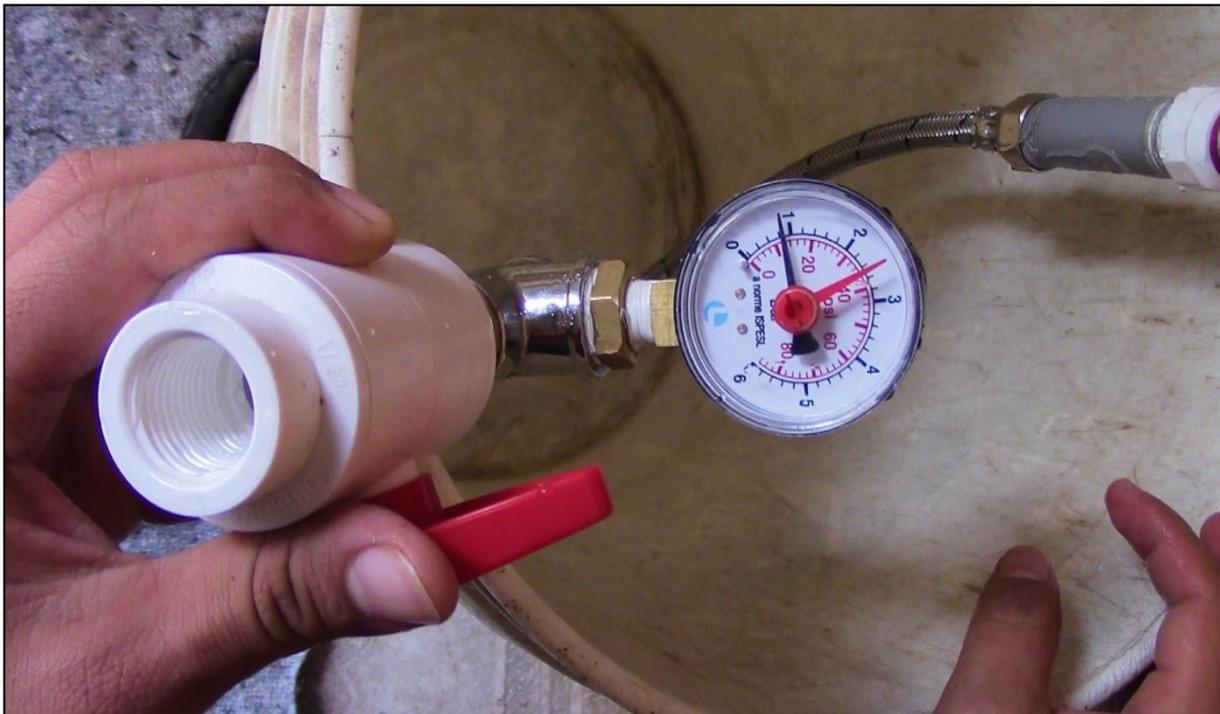
**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 05:** Los Chirimoyos Mz. R Lt. 17



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 06:** Presión de servicio = 0.85 bar.



**Fuente:** Elaboración propia

## **Anexo 04: Red de agua potable**

### **1. Situación actual**

Según [28] el agua potable distribuida a la ciudad de Chiclayo procede de la captación y conducción de las aguas superficiales que abastecen al Valle Chancay Lambayeque proveniente de los Ríos Conchano, Chotano, Chancay y Lambayeque. La Bocatoma Racarrumi capta las Agua del Rió Chancay (75m<sup>3</sup>/s) y posteriormente, es el Rio Lambayeque, quien conduce las aguas hasta las Lagunas Boro: Boro I (500,000 m<sup>3</sup>) y Boro II (1'500,000 m<sup>3</sup>). El que sale de Boro I, es conducida a través de una tubería antigua existente con una capacidad de conducción de 700 l/s; directamente a la Planta N°1. Por otro lado, el agua de salida de Boro II, es conducida a través de una tubería nueva, con una capacidad de conducción de 1,000 l/s; el abastecimiento es directo a la Planta N° 2 y alternativo a la Planta N°1. Las dos conducciones son por gravedad.

[28] también señala que el tratamiento del agua se realiza en las Plantas N° 1 y N° 2. El proceso del tratamiento del agua potable en la Planta N° 1 es del tipo convencional y comprende los procesos de cámara de mezcla, floculación-coagulación, decantación filtración y desinfección. En la Planta N° 2 se realizan los procesos de pre-cloración, cámara de reparto, coagulación, floculación, decantación, filtración y post-cloración.

En lo que respecta a la distribución del recurso hídrico, se realiza a través de equipos de bombeo, que envían el agua directamente a los reservorios con un caudal aproximado de 1200 litros por segundo [28]. Aproximadamente el 60% de la producción total de agua de la Planta N° 2, es bombeada directamente a los reservorios elevados y el 40% restante es bombeado directo a las redes. Uno de los reservorios, es el que se encarga de abastecer a la zona norte de la ciudad y se ubica en el mercado Moshoqueque (intersección de la calle Ecuador y Av. Venezuela), con una capacidad de 3000 m<sup>3</sup>. El área de abastecimiento de este reservorio tiene como límite a la calle La Tunas en el pueblo joven Villa Hermosa, distrito de José Leonardo Ortiz; sin embargo, debido a que los pozos tubulares construidos en esta zona fueron paralizados y por ende el reservorio de 1000 m<sup>3</sup> dejó de funcionar, se extendió el área de abastecimiento del reservorio de 3000 m<sup>3</sup> hasta la zona de estudio de la presente investigación.

## 2. Reservorios

### 2.1. Reservorio Elevado de 3000 m<sup>3</sup>

Como indica [28] es un reservorio elevado Tipo INTZE circular de concreto armado, con techo tipo cúpula esférica. Presenta las siguientes características técnicas:



### 2.2. Reservorio Elevado de 1000 m<sup>3</sup>

Se ubica en el parque principal del pueblo joven Villa Hermosa. Fue diseñado para ser abastecido con agua subterránea en forma simultánea por los pozos tubulares N°1, N°2 y N°3 mediante una línea de impulsión de 160mm y 315mm.

Como señala [28], al igual que el reservorio de 3000 m<sup>3</sup>, este es del Tipo INTZE circular de concreto armado, con techo tipo cúpula esférica y tiene las siguientes características:

• Diámetro interno del Fuste	8.49 mts
• Espesor del Fuste	0.30 mts
• Espesor de la Loza de Fondo de la Cuba	0.40 mts
• Espesor de la Cúpula	0.10 mts
• Espesor del Muro de la Linterna	0.20 mts
• Espesor del Muro de la Cuba	0.30 mts
• Diámetro de la Linterna	1.20 mts
• Altura de Agua en la Cuba	4.35 mts
• Altura del Rebose	1.00 mts
• Cota de Tierra	29.482 msnm
• Cota de cimentación	25.032 msnm
• Cota de nivel de agua	55.882 msnm
• Altura de fuste	21.50 msnm
• Diámetro de la Tubería de Alimentación Acero SH-40	400.00 mm
• Diámetro de la Tubería de Salida (Aducción) Acero SH-40	400.00 mm

### **3. Pozo tubular**

#### **3.1. Pozo N° 01**

A partir del reconocimiento de campo, en la zona de estudio de la presente investigación, se encontró el Pozo N° 01 con su respectiva caseta, construido para aprovechar las aguas subterráneas. Como indica [28], el equipo de bombeo fue diseñado para trabajar 15 horas diarias en promedio de tal manera que el caudal total captado fuera impulsado al reservorio elevado de 1000m<sup>3</sup>.

La distribución de la caseta consta de tres compartimentos: cuarto de clorinación, sala de equipos y servicios higiénicos. El sistema de clorinación está equipado con una bomba booster de 3.6HP, tres cilindros de almacenamiento de cloro con una capacidad de 150 L/s, una balanza analógica y un kit para la dosificación de cloro, cuya capacidad es de 25 lbs/día.

## **4. Tuberías**

### **4.1. Línea de reforzamiento de Agua Potable**

Como se mencionó anteriormente, la red de agua potable del área de estudio distribuye el recurso hídrico proveniente del reservorio elevado de 3000 m<sup>3</sup>. Para que el agua llegue al área de estudio se emplea una línea de reforzamiento que se extiende desde la intersección de la calle Ecuador con la Av. México, hasta la calle 27 de Julio con Av. Chiclayo. Según [28], esta línea comprende la instalación de tuberías de PVC y UF con diámetros de 500mm, 400mm, 355mm, 250mm, 200mm y 160mm en una longitud de 3625.54 ml.

### **4.2. Línea de impulsión de Pozo N° 01 a Reservorio Elevado de 1000m<sup>3</sup>**

De acuerdo con [28], el agua abastecida por el pozo tubular N° 01 era conducida hasta el reservorio elevado de 1000 m<sup>3</sup> a través de una línea de impulsión que comprende tuberías de 160 mm y 315 mm con longitudes de 43.05m y 36.23m respectivamente.

### **4.3. Redes de distribución**

A partir de la información disponible, se registra la instalación de tuberías de PVC, clase PN7.5 bar, fabricadas según norma la NTP-ISO 1452. Se emplearon diámetros de 200 mm, 160 mm y 110 mm con longitudes de 855.88 ml, 3313.12 ml y 204.87 ml respectivamente, lo que resulta en una longitud total de 4373.87 ml; los empalmes entre tuberías se realizaron a partir de unión flexible. Asimismo, se registró la presencia de tuberías de asbesto cemento en la calle Las Palmeras, con diámetros de 200 mm y 110 mm, y longitudes de 78.74 ml y 101.56 ml respectivamente.

Se verificó que la red de agua potable de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa pertenece a un sistema de circuito cerrado, esto significa que cada tramo de tubería puede ser alimentada por sus dos extremos, lo que a su vez genera un menor recorrido del agua y por lo tanto menor pérdida de carga.

Para este caso, dado que la red de agua potable de los sectores en estudio fue diseñada a partir de una fuente de abastecimiento subterránea el diámetro nominal mínimo debe ser 38mm, según lo establece la norma OS. 050 Redes de distribución de agua para consumo humano. Este punto es ampliamente cubierto, ya que el diámetro mínimo encontrado en la red es de 110 mm.

## 5. Válvulas

Se hizo el reconocimiento de válvulas en campo. Antes de ingresar al área del estudio, dado que es una zona pavimentada, se observaron tres válvulas, dos de ellas encargadas de controlar el flujo que circula a través de la línea de reforzamiento procedente del reservorio de 3000 m<sup>3</sup>. Aquí se midió la distancia a la cual se encontraban con respecto a la esquina, siendo este valor: 3.20 m.

De igual modo, se observaron tres válvulas adicionales cercanas al reservorio de 1000 m<sup>3</sup>. Con respecto a las demás, se determinó el punto aproximado de su ubicación, en base a 3.20 m medidos desde la esquina de las viviendas.

**Tabla N° 01:** Válvulas de la red de agua potable

Ubicación	Unidades	Material	Tipo de Válvula	Diámetro (mm)
Argentina y 27 de Julio	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	250
Av. Chiclayo y 27 de Julio	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	200
Av. Chiclayo y Las Palmeras	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Av. Chiclayo y Los Eucaliptos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Alisos y Los Sausales	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	200
Los Alisos y Los Eucaliptos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Tunas y Los Sausales	3	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	200
Las Tunas y Los Mermes	2	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Molles y Los Eucaliptos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Molles y Av. Villa Hermosa	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Molles y Av. Villa Hermosa	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	200
Los Sausales y Los Zapotes	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Sausales y Los Chirimoyos	2	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Mermes y Los Chirimoyos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Lúcumas y Los Chirimoyos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Los Molles y Los Chirimoyos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Retamas y Los Chirimoyos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Lúcumas y Los Zapotes	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Molles y Los Zapotes	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Limones y Los Zapotes	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Retamas y Los Zapotes	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Retamas y Av. Villa Hermosa	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110
Las Retamas y Los Eucaliptos	1	Hiero dúctil	Válvula de Compuerta	110

**Fuente:** Elaboración propia

## 6. Grifos contra incendio

Se registró un grifo contra incendio de hierro dúctil y diámetro 110 mm en la intersección de Los Chirimoyos y Los Mermes.

## 7. Conexiones domiciliarias

Se hizo un reconocimiento de campo y se verificó que de las 606 viviendas que comprende esta investigación, 457 tienen conexiones domiciliarias de agua potable ubicadas a una distancia aproximada de 0.40 m del límite de propiedad. Estos valores fueron corroborados con el levantamiento topográfico desarrollado.

Además, según [28], las conexiones domiciliarias fueron instaladas con una longitud promedio de 6.00 ml con empalme a la tubería.

**Tabla N° 02:** Conexiones domiciliarias de agua potable

Diámetro (mm)	Unidades
110	334
160	31
200	92
<b>Total</b>	<b>457</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## 8. Conclusiones

- El área de influencia de esta investigación, actualmente es abastecida por el reservorio de 3000 m<sup>3</sup> ubicado entre la calle Ecuador y Av. Venezuela, a través de una línea de reforzamiento, ya que tanto el pozo tubular N° 01 como los otros dos no se encuentran funcionando.
- La red de agua potable comprende una longitud total de 4373.87 ml de tuberías de PVC con diámetros de 200 mm, 160 mm y 110 mm. Asimismo se registraron 180.30 ml de tuberías de asbesto cemento en la calle Las Palmeras. Adicionalmente, se identificaron 27 válvulas compuerta, 1 grifo contra incendio y 457 conexiones domiciliarias.
- La red de agua potable del área de estudio se encuentra en un estado óptimo, ya que fue instalada cuando se ejecutó el proyecto de mejoramiento en el año 2011, en la localidad de Villa Hermosa.

## 9. Anexos

### Anexo N° 01: Reservorio elevado de 1000 m3



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo N° 02: Pozo tubular N°01



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 03:** Válvulas de la red de agua potable-Av. Chiclayo



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 04:** Válvulas de la red de agua potable- Calle Las Tunas



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 05: Red de alcantarillado

### 1. Situación actual

El servicio de alcantarillado en los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa está conformado por tuberías y buzones. Estos últimos presentan colapsos frecuentes, lo cual da lugar a la emanación de malos olores, o aún peor, la proliferación de enfermedades, cuyas potenciales víctimas son los pobladores. Como señala [28], en el proyecto desarrollado en esta localidad, se consideró dentro del perfil de inversión el mejoramiento del Colector Principal de la Av. Panamá debido a que las cámaras de inspección estaban trabajando en condiciones de represamiento a raíz de los hundimientos ocurridos en los colectores principales.

Las redes de alcantarillado del área de estudio se conectan al sistema de alcantarillado de la ciudad de Chiclayo.

### 2. Cámaras de inspección (buzones)

Se desarrolló en campo el reconocimiento de las características de los buzones que abarca el área de influencia de la presente investigación. Se emplearon los siguientes recursos:

**Tabla N°01: Herramientas utilizadas**

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
2	Palas
2	Picos
2	Barretillas
1	Varilla de acero 1/2" (L=4.5m)
2	Pintura en spray (rojo)

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°02: Personal de apoyo**

UNIDAD	CARGO
2	Operarios

**Fuente:** Elaboración propia

Después de revisar cada uno de los buzones, se enumeraron con spray para que posteriormente, al realizar el levantamiento topográfico, se tome la cota de tapa, asignándole dicho valor al buzón con la denominación respectiva.

Al finalizar la inspección, se determinó que la red de alcantarillado de los sectores 1 y 2 del pueblo joven Villa Hermosa cuenta con 72 buzones; gran parte de ellos se encontraron colmatados, además del buzón de arranque ubicado en la intersección de Los Molles con la Av. Villa Hermosa que se encuentra inoperativo.

**Tabla N°03:** Niveles de colmatación de buzones

BUZÓN	ALTURA (m)	ALTURA DE COLMATACIÓN (m)	BUZÓN	ALTURA (m)	ALTURA DE COLMATACIÓN (m)
BZ1	2.000	0.50	BZ37	4.050	0.18
BZ2	2.110	0.72	BZ38	1.560	0.36
BZ3	2.560	1.17	BZ39	3.970	0.20
BZ4	1.300	0.08	BZ40	1.870	0.78
BZ5	1.530	0.40	BZ41	1.800	0.12
BZ6	1.400	0.63	BZ42	2.360	0.12
BZ7	1.600	0.85	BZ43	1.620	0.10
BZ8	1.200	0.60	BZ44	2.830	0.09
BZ9	1.120	0.22	BZ45	3.320	0.34
BZ10	2.450	1.27	BZ46	3.860	0.17
BZ11	1.800	0.95	BZ47	3.600	0.40
BZ12	2.020	1.18	BZ48	3.910	0.80
BZ13	1.870	0.97	BZ49	1.810	0.20
BZ14	1.920	0.20	BZ50	1.850	0.66
BZ15	2.700	0.00	BZ51	2.030	0.88
BZ16	1.880	0.15	BZ52	2.120	0.22
BZ17	2.020	0.37	BZ53	1.840	0.13
BZ18	2.940	0.11	BZ54	1.350	0.13
BZ19	3.850	0.57	BZ55	2.310	0.71
BZ20	4.500	0.50	BZ56	2.390	0.75
BZ21	1.300	0.00	BZ57	2.110	0.84
BZ22	1.800	0.10	BZ58	1.230	INOPERATIVO
BZ23	1.450	0.20	BZ59	2.250	0.88
BZ24	1.700	0.58	BZ60	2.380	0.97
BZ25	1.720	0.75	BZ61	2.090	1.03
BZ26	2.300	0.40	BZ62	2.270	1.11
BZ27	1.500	0.64	BZ63	2.230	1.15
BZ28	1.700	0.40	BZ64	2.560	1.22
BZ29	1.540	0.42	BZ65	2.430	1.20
BZ30	1.170	0.10	BZ66	2.340	1.28
BZ31	1.200	0.20	BZ67	2.250	1.33
BZ32	1.400	0.30	BZ68	2.070	1.05
BZ33	1.870	1.22	BZ69	2.030	1.21
BZ34	1.700	1.18	BZ70	2.330	0.00
BZ35	1.540	0.10	BZ71	2.070	0.00
BZ36	1.730	0.19	BZ72	2.060	0.00

**Fuente:** Elaboración propia

Se clasificaron los buzones a partir de las alturas obtenidas en campo.

**Tabla N°04:** Clasificación de los buzones de la red de alcantarillado

BUZÓN	ALTURA (m)	CLASE	BUZÓN	ALTURA (m)	CLASE
BZ1	2.000	A	BZ37	4.050	C
BZ2	2.110	A	BZ38	1.560	A
BZ3	2.560	B	BZ39	3.970	C
BZ4	1.300	A	BZ40	1.870	A
BZ5	1.530	A	BZ41	1.800	A
BZ6	1.400	A	BZ42	2.360	A
BZ7	1.600	A	BZ43	1.620	A
BZ8	1.200	A	BZ44	2.830	B
BZ9	1.120	A	BZ45	3.320	B
BZ10	2.450	A	BZ46	3.860	C
BZ11	1.800	A	BZ47	3.600	C
BZ12	2.020	A	BZ48	3.910	C
BZ13	1.870	A	BZ49	1.810	A
BZ14	1.920	A	BZ50	1.850	A
BZ15	2.700	B	BZ51	2.030	A
BZ16	1.880	A	BZ52	2.120	A
BZ17	2.020	A	BZ53	1.840	A
BZ18	2.940	B	BZ54	1.350	A
BZ19	3.850	C	BZ55	2.310	A
BZ20	4.500	C	BZ56	2.390	A
BZ21	1.300	A	BZ57	2.110	A
BZ22	1.800	A	BZ58	1.230	INOPERATIVO
BZ23	1.450	A	BZ59	2.250	A
BZ24	1.700	A	BZ60	2.380	A
BZ25	1.720	A	BZ61	2.090	A
BZ26	2.300	A	BZ62	2.270	A
BZ27	1.500	A	BZ63	2.230	A
BZ28	1.700	A	BZ64	2.560	B
BZ29	1.540	A	BZ65	2.430	A
BZ30	1.170	A	BZ66	2.340	A
BZ31	1.200	A	BZ67	2.250	A
BZ32	1.400	A	BZ68	2.070	A
BZ33	1.870	A	BZ69	2.030	A
BZ34	1.700	A	BZ70	2.330	A
BZ35	1.540	A	BZ71	2.070	A
BZ36	1.730	A	BZ72	2.060	A

**Fuente:** Elaboración propia

### 3. Tuberías

**Tabla N°05:** Características de las tuberías de la red de alcantarillado

TUBERÍA	BUZÓN INICIO	PROFUNDIDAD A INICIO DE TUBERÍA (m)	COTA - INICIO DE TUBERÍA (msnm)	BUZÓN FINAL	PROFUNDIDAD A FINAL DE TUBERÍA (m)	COTA - FINAL DE TUBERÍA (msnm)	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL
TUB-1	BZ1	2.00	28.301	BZ2	2.11	27.862	52.00	8	200	PVC
TUB-2	BZ2	2.11	27.862	BZ3	2.56	27.443	49.77	8	200	PVC
TUB-3	BZ3	2.56	27.443	BZ4	1.30	28.554	47.98	8	200	PVC
TUB-4	BZ4	1.30	28.554	BZ5	1.53	28.050	52.49	8	200	PVC
TUB-5	BZ5	1.53	28.050	BZ6	1.40	28.312	48.39	8	200	PVC
TUB-6	BZ6	1.40	28.312	BZ7	1.60	28.008	40.16	8	200	PVC
TUB-7	BZ7	1.60	28.008	BZ8	1.20	28.296	53.82	8	200	PVC
TUB-8	BZ8	1.20	28.296	BZ9	1.12	28.728	41.67	8	200	PVC
TUB-9	BZ10	2.45	27.523	BZ11	1.80	27.582	55.74	8	200	PVC
TUB-10	BZ11	1.80	27.582	BZ12	2.02	27.642	54.06	8	200	PVC
TUB-11	BZ12	2.02	27.642	BZ13	1.87	27.701	82.05	8	200	PVC
TUB-12	BZ13	1.87	27.701	BZ14	1.92	28.005	50.16	8	200	PVC
TUB-13	BZ14	1.92	28.005	BZ15	2.10	27.952	50.20	8	200	PVC
TUB-14	BZ15	2.14	27.917	BZ16	1.88	28.164	50.98	8	200	PVC
TUB-15	BZ16	1.88	28.164	BZ17	2.02	28.201	51.20	8	200	PVC
TUB-16	BZ18	2.94	27.157	BZ19	3.85	25.611	48.89	8	200	PVC
TUB-17	BZ19	3.85	25.611	BZ20	4.25	25.624	52.48	8	200	PVC
TUB-18	BZ20	2.25	27.624	BZ21	1.30	27.884	42.34	8	200	PVC
TUB-19	BZ20	1.10	28.773	BZ22	1.80	28.071	53.73	8	200	PVC
TUB-20	BZ22	1.80	28.071	BZ23	1.45	28.011	47.59	8	200	PVC
TUB-21	BZ23	1.45	28.011	BZ24	1.70	27.891	74.82	8	200	PVC
TUB-22	BZ24	1.70	27.891	BZ25	1.45	27.898	34.78	8	200	PVC
TUB-23	BZ25	1.72	27.628	BZ26	2.30	27.492	75.09	8	200	PVC
TUB-24	BZ25	1.60	27.748	BZ27	1.50	27.858	43.99	8	200	PVC
TUB-25	BZ27	1.50	27.858	BZ28	1.70	28.346	48.39	8	200	PVC
TUB-26	BZ28	1.70	28.346	BZ30	1.17	28.869	41.33	8	200	PVC
TUB-27	BZ29	1.54	28.262	BZ32	1.40	28.568	76.85	8	200	PVC
TUB-28	BZ33	1.87	28.047	BZ34	1.70	28.105	44.51	8	200	PVC
TUB-29	BZ34	1.70	28.105	BZ36	1.73	28.258	52.49	8	200	PVC
TUB-30	BZ36	1.73	28.258	BZ39	1.73	28.500	52.61	8	200	PVC
TUB-31	BZ39	1.94	28.290	BZ40	1.87	28.163	48.47	8	200	PVC
TUB-32	BZ41	1.80	28.532	BZ48	3.91	26.465	49.01	8	200	PVC
TUB-33	BZ42	2.36	28.023	BZ47	2.67	27.620	48.88	10	250	PVC
TUB-34	BZ44	2.83	27.761	BZ45	2.67	27.543	46.66	8	200	PVC
TUB-35	BZ49	1.81	28.137	BZ50	1.85	28.048	24.44	8	200	PVC
TUB-36	BZ50	1.85	28.048	BZ51	2.03	27.933	32.64	8	200	PVC
TUB-37	BZ51	2.03	27.933	BZ52	2.12	27.948	47.77	8	200	PVC
TUB-38	BZ52	1.84	28.228	BZ53	1.84	28.181	51.33	8	200	PVC
TUB-39	BZ53	1.84	28.181	BZ54	0.84	29.507	62.06	8	200	PVC
TUB-40	BZ54	1.35	28.997	BZ55	1.58	29.098	50.00	8	200	PVC
TUB-41	BZ55	2.31	28.368	BZ56	2.39	28.253	53.39	8	200	PVC
TUB-42	BZ56	2.39	28.253	BZ57	2.11	28.189	52.90	8	200	PVC
TUB-43	BZ57	2.11	28.189	BZ59	2.25	28.125	42.65	10	250	PVC
TUB-44	BZ59	2.25	28.125	BZ60	2.38	27.918	39.49	10	250	PVC
TUB-45	BZ60	2.38	27.918	BZ61	2.09	27.881	56.84	8	200	PVC
TUB-46	BZ61	2.09	27.881	BZ62	2.27	27.848	44.76	8	200	PVC
TUB-47	BZ62	2.27	27.848	BZ64	2.56	27.762	47.87	8	200	PVC
TUB-48	BZ64	2.56	27.762	BZ65	2.43	27.737	48.13	8	200	PVC
TUB-49	BZ66	2.34	27.565	BZ67	2.25	27.517	48.26	8	200	PVC
TUB-50	BZ63	2.23	27.630	BZ66	2.34	27.565	53.96	8	200	PVC
TUB-51	BZ68	2.07	27.700	BZ63	2.23	27.630	50.36	8	200	PVC
TUB-52	BZ69	2.03	27.920	BZ68	2.07	27.700	51.41	8	200	PVC
TUB-53	BZ51	2.03	27.933	BZ69	2.03	27.920	41.67	8	200	PVC
TUB-54	BZ10	2.45	27.523	BZ26	2.30	27.492	17.19	8	200	PVC
TUB-55	BZ26	2.30	27.492	BZ67	2.25	27.517	17.32	10	250	PVC
TUB-56	BZ65	2.43	27.737	BZ67	2.25	27.517	50.15	8	200	PVC
TUB-57	BZ7	1.60	28.008	BZ12	2.02	27.642	48.39	8	200	PVC
TUB-58	BZ12	2.02	27.642	BZ24	1.70	27.891	48.73	8	200	PVC
TUB-59	BZ29	1.54	28.262	BZ24	1.70	27.891	16.26	8	200	PVC
TUB-60	BZ5	1.53	28.050	BZ13	1.87	27.701	48.78	8	200	PVC
TUB-61	BZ13	1.77	27.801	BZ23	1.45	28.011	47.86	8	200	PVC
TUB-62	BZ32	1.40	28.568	BZ23	1.45	28.011	41.86	8	200	PVC
TUB-63	BZ31	1.20	28.771	BZ32	1.40	28.568	44.40	8	200	PVC
TUB-64	BZ33	1.87	28.047	BZ69	2.03	27.920	53.21	8	200	PVC
TUB-65	BZ35	1.54	28.316	BZ22	1.80	28.071	50.83	8	200	PVC
TUB-66	BZ35	1.54	28.316	BZ34	1.70	28.105	44.86	8	200	PVC
TUB-67	BZ3	2.56	27.443	BZ15	2.70	27.352	49.02	8	200	PVC
TUB-68	BZ15	2.70	27.352	BZ20	2.90	26.974	49.82	8	200	PVC
TUB-69	BZ20	4.50	25.374	EBAR	9.05	20.810	43.62	8	200	PVC
TUB-70	BZ58	SELLADO	SELLADO	BZ52	SELLADO	SELLADO	44.79	-	-	PVC
TUB-71	BZ37	4.05	26.080	BZ19	3.85	25.611	50.61	8	200	PVC
TUB-72	BZ37	4.05	26.080	BZ39	3.97	26.260	44.62	10	250	PVC
TUB-73	BZ39	3.97	26.260	BZ48	3.91	26.465	47.03	10	250	PVC
TUB-74	BZ47	3.60	26.690	BZ48	3.91	26.465	48.48	12	315	PVC
TUB-75	BZ46	3.86	26.745	BZ47	3.60	26.690	47.73	12	315	PVC
TUB-76	BZ45	3.32	26.893	BZ46	3.86	26.745	49.08	8	200	PVC
TUB-77	BZ1	2.00	28.301	BZ17	1.80	28.421	54.41	8	200	PVC
TUB-78	BZ17	2.02	28.201	BZ18	2.94	27.157	48.49	8	200	PVC
TUB-79	BZ18	1.55	28.547	BZ38	1.56	28.793	46.86	8	200	PVC
TUB-80	BZ38	1.40	28.953	BZ40	1.87	28.163	47.56	8	200	PVC
TUB-81	BZ40	1.87	28.163	BZ41	1.80	28.532	49.22	8	200	PVC
TUB-82	BZ41	1.80	28.532	BZ42	1.50	28.883	48.11	8	200	PVC
TUB-83	BZ42	2.36	28.023	BZ43	1.62	28.879	48.84	8	200	PVC
TUB-84	BZ43	1.26	29.239	BZ44	2.83	27.761	47.00	8	200	PVC
TUB-85	BZ67	2.25	27.517	BZ70	2.33	27.477	9.63	10	250	PVC
TUB-86	BZ70	2.33	27.477	BZ71	2.07	27.426	11.77	10	250	PVC
TUB-87	BZ71	2.07	27.426	BZ72	2.06	27.397	11.18	10	250	PVC
TUB-88	BZ72	2.06	27.397	BZ73	1.80	27.368	9.38	10	250	PVC
TUB-89	BZ10	2.45	27.523	BZ71	2.07	27.426	31.50	10	250	PVC

Fuente: Elaboración propia

Se encontraron tuberías con diámetros de 315mm, 250mm y 200mm, cuyas longitudes son 313.45 ml, 96.21 ml y 3722.44 ml respectivamente, teniendo una longitud total de 4132.10ml. Asimismo se verificó que tres buzones ubicados en la intersección de las calles Los Sausales y Los Chirimoyos; Los Mermes y Los Zapotes; Los Sausales y Los Higos, presentan tuberías cuya altura de descarga con respecto al fondo de las cámaras señaladas es mayor a 1 m, pero no cuentan con los dispositivos de caída respectivos, como especifica la norma OS. 070. Redes de aguas residuales.

#### **4. Cámara de bombeo**

Las aguas residuales de la red estudiada convergen a dos puntos diferentes: una parte va a la EBAR para posteriormente ser bombeada a los dos colectores contiguos a la red en estudio: Panamá y Alambear. La otra parte es conducida directamente al colector Panamá.

La cámara de bombeo es del tipo caisson, con una capacidad de 160m<sup>3</sup>, se encuentra dividida en dos zonas mediante una placa diametral de concreto armado de 0.25 m de espesor: cámara seca y cámara húmeda. En la primera se ubican los dispositivos electromecánicos tales como bombas, motores y tuberías de impulsión. Por otro lado, en la cámara húmeda se almacenan las aguas residuales como indica [28].

De acuerdo con [28], la cámara de bombeo presenta las siguientes características técnicas:

- Ubicación: Parque principal del pueblo joven Villa Hermosa, José Leonardo Ortiz.
- Volumen de la cámara húmeda a nivel de rejas de ingreso: 104.44 m<sup>3</sup>. Además, tiene un diámetro de 5.51 m y altura de 4.38 m.
- Caudal de bombeo de diseño: 88 Litros (04 electrobombas de 22 l/s c/u)
- Caudal de bombeo actual: Se opera con 02 electrobombas a la vez (44 L/s) por un estimado de 270 minutos en 24 horas, alternando la operación de las 04 electrobombas durante el día.
- Número de equipos de bombeo: 04 electrobombas de 22 l/s cada una, Marca: WEG Modelo TE1BFOX01
- Antigüedad de la EBARS: Puesta en operatividad en octubre de 2012.

## **5. Líneas de Impulsión**

Las aguas residuales que llegan a la EBAR son conducidas a través de dos líneas de impulsión conformadas por tuberías de 200 mm. Estas líneas descargan en los colectores Alambear de 300 mm y Panamá de 600 mm con longitudes de 415.40 m y 328.23 m respectivamente.

## **6. Colectores**

Las aguas residuales de la red de alcantarillado en estudio tienen dos puntos de descarga: Colector Panamá, ubicado en la intersección de la Av. Chiclayo con la calle 27 de Julio y el Colector Alambear, ubicado en la intersección de las calles Sinamos y La Victoria, pueblo joven Urrunaga.

## **7. Conexiones domiciliarias**

Se verificaron en campo la existencia de 515 conexiones domiciliarias de alcantarillado ubicadas a una distancia aproximada de 0.50 m del límite de propiedad. Según [28], estas conexiones tienen una longitud aproximada de 8.00 ml.

Los datos obtenidos durante el reconocimiento de campo fueron corroborados con el levantamiento topográfico desarrollado.

## **8. Conclusiones**

- Se registraron 59 buzones tipo A, 6 buzones tipo B y 7 buzones tipo C, de los cuales el que se ubica en la intersección de Los Molles y Av. Villa Hermosa se encuentra inoperativo. Asimismo, se verificó la ausencia de dispositivos de caída necesarios en tres buzones.
- La red de alcantarillado está conformada por 4132.10 ml de tuberías de PVC con diámetros entre 315 mm, 250 mm y 200 mm.
- La red de alcantarillado del área en estudio, presenta dos vías para continuar hasta la disposición final. La primera es a través de la cámara de bombeo, desde donde se impulsa las aguas residuales a los dos colectores Panamá y Alambear; la segunda es directamente al colector Panamá.
- La cámara de bombeo no se ubica en un terreno de libre disponibilidad como especifica la Norma OS. 080 Estaciones de bombeo de aguas residuales; al estar ubicada en el parque principal de Villa Hermosa, los olores emanados causan molestias al vecindario.

## 9. Anexos

### Anexo N°01: Diferencia entre nivel de terreno y nivel de tapa de buzón



Fuente: Elaboración propia

### Anexo N°02: Nivel de colmatación de buzones



Fuente: Elaboración propia

### Anexo N°03: Altura de buzones



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo N°04: Buzón colmatado.



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 06: Memoria de cálculo

### 1. Dotaciones para la red de agua potable

Las dotaciones para la red de agua potable fueron calculadas a partir de lo que establece la norma Norma IS. 010. Debido a que casi la totalidad del área de estudio está conformada por viviendas, las dotaciones estuvieron de acuerdo al área total de los lotes; sin embargo también se consideraron las dotaciones para las áreas verdes. En base a los datos obtenidos, se realizaron los modelos de la red de agua potable.

**Tabla N°01: Dotaciones para la red de agua potable**

NODO	ÁREA DE LOTE (m <sup>2</sup> )	NRO DE PISOS	ÁREA TOTAL DEL LOTE (m <sup>2</sup> )	DOTACIÓN/LOTE (L/d)	DOTACIÓN TOTAL (L/día)	DOTACIÓN TOTAL (L/s)
J-1	122.002	2	244.004	1700	9600	0.1111
	122.002	2	244.004	1700		
	122.002	2	244.004	1700		
	196.512	1	196.512	1500		
	65.431	2	130.862	1500		
65.431	2	130.862	1500			
J-2	118.508	2	237.016	1700	16600	0.1921
	118.508	2	237.016	1700		
	123.119	1	123.119	1500		
	122.562	2	245.124	1700		
	122.562	2	245.124	1700		
	119.296	2	238.592	1700		
	119.296	2	238.592	1700		
	119.296	1	119.296	1500		
	119.296	2	238.592	1700		
119.296	2	238.592	1700			
J-3	118.508	2	237.016	1700	7700	0.0891
	74.628	2	149.256	1500		
	48.674	2	97.348	1500		
	118.508	1	118.508	1500		
	118.508	1	118.508	1500		
J-4	119.799	1	119.799	1500	14300	0.1655
	119.799	2	239.598	1700		
	119.799	1	119.799	1500		
	119.417	2	238.834	1700		
	119.417	2	238.834	1700		
	119.417	2	238.834	1700		
	119.417	1	119.417	1500		
	119.417	1	119.417	1500		
119.417	1	119.417	1500			
J-5	125.609	2	251.218	1700	23900	0.2766
	125.609	1	125.609	1500		
	128.09	1	128.09	1500		
	128.09	1	128.09	1500		
	128.09	2	256.18	1700		
	128.09	2	256.18	1700		
	128.09	2	256.18	1700		
	128.86	2	257.72	1700		
	128.86	2	257.72	1700		
	59.977	2	119.954	1500		
	19.181	2	38.362	1500		
	19.181	1	19.181	1500		
	119.799	1	119.799	1500		
	119.799	2	239.598	1700		
119.799	1	119.799	1500			
J-6	79.247	2	158.494	1500	12800	0.1481
	122.251	1	122.251	1500		
	122.251	1	122.251	1500		
	122.251	2	244.502	1700		
	122.251	2	244.502	1700		
	125.609	1	125.609	1500		
	125.609	2	251.218	1700		
	125.609	2	251.218	1700		

J-7	124.629	2	249.258	1700	12600	0.1458
	124.629	2	249.258	1700		
	120.042	2	240.084	1700		
	119.095	1	119.095	1500		
	75.976	1	75.976	1500		
	79.247	2	158.494	1500		
	79.247	1	79.247	1500		
	79.247	1	79.247	1500		
J-8	125.923	2	251.846	1700	28400	0.3287
	125.923	2	251.846	1700		
	120.042	1	120.042	1500		
	120.042	1	120.042	1500		
	106.061	1	106.061	1500		
	106.061	1	106.061	1500		
	106.061	2	212.122	1700		
	106.061	1	106.061	1500		
	84.01	1	84.01	1500		
	84.01	1	84.01	1500		
	84.01	2	168.02	1500		
	110.271	2	220.542	1700		
	122.91	1	122.91	1500		
	122.91	2	245.82	1700		
	122.91	2	245.82	1700		
	124.629	2	249.258	1700		
124.629	1	124.629	1500			
124.629	1	124.629	1500			
J-9	127.538	1	127.538	1500	13200	0.1528
	127.538	2	255.076	1700		
	127.538	2	255.076	1700		
	127.538	2	255.076	1700		
	127.538	2	255.076	1700		
	122.91	1	122.91	1500		
	122.91	2	245.82	1700		
	125.923	2	251.846	1700		
J-10	123.59	1	123.59	1500	35000	0.4051
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
J-11	123.59	2	247.18	1700	21500	0.2488
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	100.472	2	200.944	1700		
	100.472	1	100.472	1500		
J-12	123.677	2	247.354	1700	17700	0.2049
	123.677	2	247.354	1700		
	123.677	2	247.354	1700		
	119.89	1	119.89	1500		
	119.89	1	119.89	1500		
	119.89	1	119.89	1500		
	119.89	2	239.78	1700		
	100.472	2	200.944	1700		
	100.472	1	100.472	1500		
	100.472	1	100.472	1500		
J-13	123.677	2	247.354	1700	13000	0.1505
	123.677	2	247.354	1700		
	123.677	2	247.354	1700		
	123.677	2	247.354	1700		
	119.89	1	119.89	1500		
	119.89	1	119.89	1500		
	119.89	2	239.78	1700		

J-14	124.394	2	248.788	1700	18100	0.2095
	124.394	2	248.788	1700		
	124.394	2	248.788	1700		
	124.394	1	124.394	1500		
	124.942	2	249.884	1700		
	124.942	1	124.942	1500		
	124.942	2	249.884	1700		
	124.942	2	249.884	1700		
	122.295	2	244.59	1700		
	122.295	2	244.59	1700		
122.295	1	122.295	1500			
J-15	128.39	2	256.78	1700	8500	0.0984
	128.39	2	256.78	1700		
	128.39	2	256.78	1700		
	128.39	2	256.78	1700		
	128.39	2	256.78	1700		
J-16	118.817	2	237.634	1700	14500	0.1678
	118.817	2	237.634	1700		
	118.817	2	237.634	1700		
	118.817	1	118.817	1500		
	118.817	1	118.817	1500		
	118.743	1	118.743	1500		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	1	118.743	1500		
118.743	2	237.486	1700			
J-17	118.743	1	118.743	1500	20000	0.2315
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	1	118.743	1500		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	2	237.486	1700		
	118.743	2	237.486	1700		
J-18	122.114	1	122.114	1500	9800	0.1134
	122.114	2	244.228	1700		
	122.114	1	122.114	1500		
	122.114	2	244.228	1700		
	122.114	2	244.228	1700		
	122.114	2	244.228	1700		
J-19	118.627	2	237.254	1700	21898.66	0.2535
	118.627	2	237.254	1700		
	118.627	1	118.627	1500		
	118.627	2	237.254	1700		
	118.627	1	118.627	1500		
	120.941	1	120.941	1500		
	120.941	1	120.941	1500		
	120.941	1	120.941	1500		
	1466.22	1	1466.22	2932.44		
	120.941	1	120.941	1500		
	120.941	2	241.882	1700		
	120.941	2	241.882	1700		
733.11	1	733.11	1466.22			
J-20	123.59	2	247.18	1700	22166.22	0.2566
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	2	247.18	1700		
	97.903	2	195.806	1500		
	120.941	2	241.882	1700		
	120.941	1	120.941	1500		
	733.11	1	733.11	1466.22		
	J-21	121.964	1	121.964		
121.964		1	121.964	1500		
121.964		1	121.964	1500		
121.964		2	243.928	1700		
121.964		1	121.964	1500		
121.964		3	365.892	1900		
121.964		2	243.928	1700		
123.59		1	123.59	1500		
123.59		1	123.59	1500		
123.59		2	247.18	1700		
123.59		1	123.59	1500		
123.59		1	123.59	1500		
123.59		1	123.59	1500		
123.59		1	123.59	1500		
2199.33		1	2199.33	4398.66		

J-22	1275.53	1	1275.53	2551.06	10451.06	0.1210
	122.291	1	122.291	1500		
	122.291	1	122.291	1500		
	122.291	2	244.582	1700		
	122.291	2	244.582	1700		
J-23	122.291	1	122.291	1500	12800	0.1481
	97.799	2	195.598	1500		
	97.799	2	195.598	1500		
	97.799	1	97.799	1500		
	120.707	2	241.414	1700		
	120.707	1	120.707	1500		
	120.707	2	241.414	1700		
J-24	120.707	2	241.414	1700	18400	0.2130
	97.799	1	97.799	1500		
	97.799	2	195.598	1500		
	97.799	1	97.799	1500		
	123.57	2	247.14	1700		
	123.57	2	247.14	1700		
	123.57	1	123.57	1500		
	123.57	1	123.57	1500		
	99.033	2	198.066	1500		
	99.033	2	198.066	1500		
	99.033	1	99.033	1500		
J-25	99.033	1	99.033	1500	6400	0.0741
	102.732	1	102.732	1500		
	102.732	2	205.464	1700		
	102.732	2	205.464	1700		
J-26	102.732	1	102.732	1500	6400	0.0741
	149.011	1	149.011	1500		
	149.011	2	298.022	1700		
	126.411	1	126.411	1500		
J-27	126.411	2	252.822	1700	13200	0.1528
	119.045	1	119.045	1500		
	119.045	2	238.09	1700		
	116.738	1	116.738	1500		
	116.738	2	233.476	1700		
	116.738	2	233.476	1700		
	116.738	2	233.476	1700		
J-28	116.738	2	233.476	1700	21800	0.2523
	116.317	1	116.317	1500		
	116.317	2	232.634	1700		
	116.317	1	116.317	1500		
	116.317	2	232.634	1700		
	98.33	2	196.66	1500		
	98.33	2	196.66	1500		
	98.33	2	196.66	1500		
	98.33	2	196.66	1500		
	121.863	1	121.863	1500		
	121.863	1	121.863	1500		
	116.317	1	116.317	1500		
	116.317	2	232.634	1700		
	116.317	1	116.317	1500		
116.317	2	232.634	1700			
J-29	116.317	2	232.634	1700	17900	0.2072
	116.317	2	232.634	1700		
	116.317	1	116.317	1500		
	116.317	1	116.317	1500		
	120.511	1	120.511	1500		
	120.511	2	241.022	1700		
	103.698	1	103.698	1500		
	103.698	2	207.396	1700		
	103.698	2	207.396	1700		
	103.698	2	207.396	1700		
J-30	120.511	2	241.022	1700	13400	0.1551
	103.511	1	103.511	1500		
	103.511	2	207.022	1700		
	207.022	1	207.022	1700		
	181.663	2	363.326	1900		
	181.663	2	363.326	1900		
	118.74	1	118.74	1500		
	118.74	2	237.48	1700		
118.74	1	118.74	1500			

J-31	118.74	2	237.48	1700	21700	0.2512
	118.74	2	237.48	1700		
	100.788	1	100.788	1500		
	100.788	2	201.576	1700		
	100.788	1	100.788	1500		
	100.788	2	201.576	1700		
	120.485	2	240.97	1700		
	120.485	2	240.97	1700		
	120.485	2	240.97	1700		
	120.485	2	240.97	1700		
	122.527	2	245.054	1700		
122.527	2	245.054	1700			
122.527	2	245.054	1700			
J-32	122.527	1	122.527	1500	11500	0.1331
	122.527	2	245.054	1700		
	122.527	2	245.054	1700		
	122.527	2	245.054	1700		
	107.884	2	215.768	1700		
	107.884	2	215.768	1700		
J-33	122.269	1	122.269	1500	11500	0.1331
	122.269	2	244.538	1700		
	122.269	1	122.269	1500		
	122.269	2	244.538	1700		
	121.491	2	242.982	1700		
	121.491	2	242.982	1700		
J-34	121.491	2	242.982	1700	25800	0.2986
	121.491	1	121.491	1500		
	121.491	1	121.491	1500		
	119.701	2	239.402	1700		
	119.701	2	239.402	1700		
	119.701	2	239.402	1700		
	119.701	1	119.701	1500		
	119.701	1	119.701	1500		
	118.097	1	118.097	1500		
	118.097	2	236.194	1700		
	118.097	2	236.194	1700		
	118.097	1	118.097	1500		
	118.097	1	118.097	1500		
	121.023	2	242.046	1700		
121.023	2	242.046	1700			
J-35	121.023	2	242.046	1700	12800	0.1481
	121.023	1	121.023	1500		
	121.023	1	121.023	1500		
	121.023	2	242.046	1700		
	121.023	2	242.046	1700		
	121.023	2	242.046	1700		
	121.023	1	121.023	1500		
	121.023	1	121.023	1500		
J-36	120.3	1	120.3	1500	23700	0.2743
	120.3	2	240.6	1700		
	120.3	2	240.6	1700		
	120.3	1	120.3	1500		
	120.3	1	120.3	1500		
	63.709	2	127.418	1500		
	60.947	2	121.894	1500		
	123.563	2	247.126	1700		
	123.563	1	123.563	1500		
	123.563	2	247.126	1700		
	123.563	1	123.563	1500		
	100.354	2	200.708	1700		
	119.37	2	238.74	1700		
	119.37	1	119.37	1500		
119.37	1	119.37	1500			

J-37	119.296	2	238.592	1700	46900	0.5428
	121.944	3	365.832	1900		
	121.944	1	121.944	1500		
	121.944	2	243.888	1700		
	121.944	2	243.888	1700		
	121.944	2	243.888	1700		
	120.252	2	240.504	1700		
	120.252	2	240.504	1700		
	120.252	1	120.252	1500		
	120.252	2	240.504	1700		
	120.252	2	240.504	1700		
	59.241	2	118.482	1500		
	59.241	2	118.482	1500		
	125.501	2	251.002	1700		
	125.501	2	251.002	1700		
	125.501	1	125.501	1500		
	125.501	1	125.501	1500		
	57.631	1	57.631	1500		
	64.954	3	194.862	1500		
	61.216	3	183.648	1500		
	120.758	1	120.758	1500		
	120.758	2	241.516	1700		
	120.758	1	120.758	1500		
	118.508	1	118.508	1500		
	118.508	2	237.016	1700		
	118.508	2	237.016	1700		
118.508	2	237.016	1700			
118.508	2	237.016	1700			
124.063	1	124.063	1500			
J-38	117.938	1	117.938	1500	22600	0.2616
	117.938	1	117.938	1500		
	117.938	2	235.876	1700		
	117.938	1	117.938	1500		
	117.938	1	117.938	1500		
	117.938	1	117.938	1500		
	117.938	2	235.876	1700		
	121.411	2	242.822	1700		
	121.411	1	121.411	1500		
	121.411	1	121.411	1500		
	121.411	4	485.644	2100		
	121.411	1	121.411	1500		
	121.411	2	242.822	1700		
	247.059	1	247.059	1700		
J-39	78.165	1	78.165	1500	21800	0.2523
	113.81	1	113.81	1500		
	113.81	2	227.62	1700		
	98.884	2	197.768	1500		
	98.884	1	98.884	1500		
	98.884	2	197.768	1500		
	98.884	1	98.884	1500		
	98.884	1	98.884	1500		
	98.884	1	98.884	1500		
	124.115	1	124.115	1500		
	236.76	1	236.76	1700		
	124.115	2	248.23	1700		
J-40	119.949	1	119.949	1500	51500	0.5961
	119.949	2	239.898	1700		
	119.949	2	239.898	1700		
	119.949	1	119.949	1500		
	119.949	1	119.949	1500		
	239.518	1	239.518	1700		
	100.225	1	100.225	1500		
	100.225	2	200.45	1700		
	100.225	2	200.45	1700		
	100.225	2	200.45	1700		
	119.949	2	239.898	1700		
	119.949	2	239.898	1700		
	119.949	2	239.898	1700		
	152.797	2	305.594	1900		
	152.797	2	305.594	1900		
	152.797	2	305.594	1900		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	2	247.18	1700		
	123.59	3	370.77	1900		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	1	123.59	1500		
	123.59	3	370.77	1900		
	123.59	1	123.59	1500		
123.59	2	247.18	1700			
123.59	2	247.18	1700			
123.59	1	123.59	1500			
123.59	2	247.18	1700			
123.59	1	123.59	1500			
123.59	2	247.18	1700			
123.59	2	247.18	1700			
123.59	1	123.59	1500			
123.59	2	247.18	1700			

J-41	120.191	2	240.382	1700	16800	0.1944
	120.191	2	240.382	1700		
	120.191	2	240.382	1700		
	120.191	1	120.191	1500		
	118.786	2	237.572	1700		
	118.786	2	237.572	1700		
	118.786	2	237.572	1700		
	118.786	2	237.572	1700		
	118.786	2	237.572	1700		
J-42	132.123	2	264.246	1700	21885.084	0.2533
	132.123	2	264.246	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	1	119.361	1500		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	109.386	2	218.772	1700		
	109.386	2	218.772	1700		
	116.766	2	233.532	1700		
	116.766	2	233.532	1700		
	116.766	1	116.766	1500		
	92.542	1	92.542	185.084		
J-43	101.64	1	101.64	1500	13700	0.1586
	101.64	1	101.64	1500		
	101.64	1	101.64	1500		
	101.64	1	101.64	1500		
	118.363	1	118.363	1500		
	118.363	1	118.363	1500		
	118.363	1	118.363	1500		
	118.363	2	236.726	1700		
J-44	119.361	1	119.361	1500	16400	0.1898
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	2	238.722	1700		
	119.361	1	119.361	1500		
	119.361	1	119.361	1500		
	119.361	2	238.722	1700		
J-45	106.647	2	213.294	1700	10900	0.1262
	120.017	2	240.034	1700		
	120.017	1	120.017	1500		
	84.716	1	84.716	1500		
	84.716	1	84.716	1500		
	84.716	2	169.432	1500		
	84.716	2	169.432	1500		
J-46	96.953	2	193.906	1500	16500	0.1910
	96.953	2	193.906	1500		
	96.953	2	193.906	1500		
	96.953	2	193.906	1500		
	96.953	2	193.906	1500		
	56.125	1	56.125	1500		
	56.125	1	56.125	1500		
	104.492	1	104.492	1500		
	118.053	1	118.053	1500		
	118.053	1	118.053	1500		
J-47	153.982	1	153.982	1500	23300	0.2697
	239.147	1	239.147	1700		
	123.827	2	247.654	1700		
	123.827	1	123.827	1500		
	115.387	1	115.387	1500		
	115.387	1	115.387	1500		
	115.387	2	230.774	1700		
	115.387	1	115.387	1500		
	115.387	1	115.387	1500		
	97.339	2	194.678	1500		
	97.339	2	194.678	1500		
	114.58	1	114.58	1500		
	114.58	2	229.16	1700		
	114.58	1	114.58	1500		
	114.58	1	114.58	1500		
J-48	104.204	1	104.204	1500	14500	0.1678
	104.204	1	104.204	1500		
	104.204	2	208.408	1700		
	116.17	2	232.34	1700		
	116.738	1	116.738	1500		
	116.738	2	233.476	1700		
	116.738	2	233.476	1700		
	116.738	1	116.738	1500		

J-49	92.199	2	184.398	1500	20700	0.2396
	124.812	2	249.624	1700		
	120.511	1	120.511	1500		
	120.511	1	120.511	1500		
	120.511	2	241.022	1700		
	120.511	2	241.022	1700		
	120.511	1	120.511	1500		
	120.511	1	120.511	1500		
	135.122	2	270.244	1700		
	132.156	2	264.312	1700		
	132.156	1	132.156	1500		
	132.156	2	264.312	1700		
132.156	1	132.156	1500			
J-50	121.472	2	242.944	1700	49900	0.5775
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	2	242.944	1700		
	121.472	1	121.472	1500		
	121.472	1	121.472	1500		
	120.3	2	240.6	1700		
	120.3	2	240.6	1700		
	120.3	2	240.6	1700		
	120.3	1	120.3	1500		
	120.3	2	240.6	1700		
	118.586	2	237.172	1700		
118.586	2	237.172	1700			
118.586	2	237.172	1700			
118.586	1	118.586	1500			
118.586	1	118.586	1500			
118.586	2	237.172	1700			
J-51	118.586	2	237.172	1700	21300	0.2465
	118.586	2	237.172	1700		
	118.586	2	237.172	1700		
	118.586	2	237.172	1700		
	118.586	1	118.586	1500		
	118.586	1	118.586	1500		
	127.182	2	254.364	1700		
	127.182	2	254.364	1700		
	118.586	2	237.172	1700		
	118.586	1	118.586	1500		
	118.586	1	118.586	1500		
J-52	118.586	2	237.172	1700	11500	0.1331
	118.586	2	237.172	1700		
	118.586	2	237.172	1700		
	118.586	2	237.172	1700		
	162.73	1	162.73	1500		
	162.73	1	162.73	1500		
J-53	2000	1	2000	4000	4000	0.0463
J-54	2000	1	2000	4000	4000	0.0463

Fuente: Elaboración propia

En los modelos de la red de agua potable, se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para determinar los caudales.

**Fórmula de Hazen-Williams**

$$Q = 0.000426 * C * D^{2.63}(\text{pulg}) * S^{0.54}(\text{m/Km})$$

Asimismo, para el cálculo de las pérdidas de carga se consideró la fórmula de Darcy-Weisbach

**Fórmula de Darcy-Weisbach**

$$h = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

**2. Niveles del reservorio considerados para el modelo en periodo extendido**

Dotación estimada=	150.00 ltrs/día
Población =	3030.00 hbts

Qp =	$\frac{3030 * 150}{86400}$	=	5.26 lps
Volumen de regulación =	21.6 * Qp	=	113.62 m3
Volumen de agua contra incendio =	Menor a 10000 hbts	=	0.00 m3
Volumen de reserva =	25 % total	=	37.87 m3
Vol total=	Vol res. + Vol reg. + Vol ACI		
Vol total=	0.25 * Vol total + Vol reg. + Vol ACI		
Vol total=	(4/3) * (Vol reg. + Vol ACI)		
Vol total=	(4/3) * (113.62 + 0)		
Vol total=	151.49 m3		
Vol total=	160.00 m3		

Nivel máximo=	5.50 m
Nivel mínimo=	4.94 m
Diámetro del reservorio=	19.10 m
Área del reservorio=	286.52 m
Altura=	0.558 m

**Fuente:** Elaboración propia

### 3. Dotaciones para la red de alcantarillado

Para la red de alcantarillado, se calcularon las dotaciones correspondientes, considerando además de las viviendas, la I.E. N° 11587 Yehude Simon Munaro y el mercado de Villa Hermosa (ambos aledaños al área de estudio). A partir del 80% de dichos valores, se obtuvieron los caudales de contribución al desagüe, que posteriormente fueron ingresados a los modelos de la red de alcantarillado; se tuvo en consideración el caudal mínimo de 1.5 l/s establecido en la norma OS.070. Redes de aguas residuales.

**Tabla N°02: Dotaciones para la red de alcantarillado**

BUZÓN	ÁREA DE LOTE (1° NIVEL)	NRO DE PISOS	ÁREA TOTAL DEL LOTE	DOTACIÓN/LOTE	DOTACIÓN TOTAL(L/día)	DOTACIÓN TOTAL(L/s)	Qcd (L/s)
BUZÓN 1	125.923	1	125.923	1500	16200	0.1875	1.6500
	125.923	1	125.923	1500			
	80.719	3	242.157	1700			
	80.719	3	242.157	1700			
	80.719	2	161.438	1500			
	127.538	1	127.538	1500			
	127.538	2	255.076	1700			
	127.538	2	255.076	1700			
	127.538	2	255.076	1700			
	127.538	2	255.076	1700			
BUZÓN 2	122.91	1	122.91	1500	8300	0.0961	0.0769
	122.91	2	245.82	1700			
	125.923	2	251.846	1700			
	125.923	2	251.846	1700			
	125.923	2	251.846	1700			
BUZÓN 3	120.042	1	120.042	1500	20300	0.2350	0.1880
	120.042	1	120.042	1500			
	106.061	1	106.061	1500			
	106.061	1	106.061	1500			
	106.061	2	212.122	1700			
	106.061	1	106.061	1500			
	84.01	1	84.01	1500			
	84.01	1	84.01	1500			
	84.01	2	168.02	1500			
	110.271	2	220.542	1700			
	122.91	1	122.91	1500			
	122.91	2	245.82	1700			
	122.91	2	245.82	1700			
BUZÓN 4	124.629	2	249.258	1700	9800	0.1134	1.5454
	124.629	1	124.629	1500			
	124.629	1	124.629	1500			
	124.629	2	249.258	1700			
	124.629	2	249.258	1700			
	120.042	2	240.084	1700			
BUZÓN 5	119.095	1	119.095	1500	15400	0.1782	0.1426
	75.976	1	75.976	1500			
	79.247	2	158.494	1500			
	79.247	1	79.247	1500			
	79.247	1	79.247	1500			
	79.247	2	158.494	1500			
	122.251	1	122.251	1500			
	122.251	1	122.251	1500			
	122.251	2	244.502	1700			
122.251	2	244.502	1700				
BUZÓN 6	125.609	1	125.609	1500	8100	0.0938	3.0750
	125.609	2	251.218	1700			
	125.609	2	251.218	1700			
	125.609	2	251.218	1700			
	125.609	1	125.609	1500			
BUZÓN 7	128.09	1	128.09	1500	16000	0.1852	0.1481
	128.09	1	128.09	1500			
	128.09	2	256.18	1700			
	128.09	2	256.18	1700			
	128.09	2	256.18	1700			
	128.86	2	257.72	1700			
	128.86	2	257.72	1700			
	59.977	2	119.954	1500			
	19.181	2	38.362	1500			
	19.181	1	19.181	1500			
BUZÓN 8	119.799	1	119.799	1500	9400	0.1088	0.0870
	119.799	2	239.598	1700			
	119.799	1	119.799	1500			
	119.799	1	119.799	1500			
	119.799	2	239.598	1700			
	119.799	1	119.799	1500			
BUZÓN 9	119.417	2	238.834	1700	9600	0.1111	0.0889
	119.417	2	238.834	1700			
	119.417	2	238.834	1700			
	119.417	1	119.417	1500			
	119.417	1	119.417	1500			
	119.417	1	119.417	1500			
BUZÓN 10	118.508	2	237.016	1700	16000	0.1852	0.1481
	74.628	2	149.256	1500			
	48.674	2	97.348	1500			
	118.508	1	118.508	1500			
	118.508	1	118.508	1500			
	118.508	2	237.016	1700			
	118.508	2	237.016	1700			
	123.119	1	123.119	1500			
	122.562	2	245.124	1700			
	122.562	2	245.124	1700			

BUZON 11	119.296	2	238.592	1700	18500	0.2141	0.1713
	119.296	2	238.592	1700			
	119.296	1	119.296	1500			
	119.296	2	238.592	1700			
	119.296	2	238.592	1700			
	119.296	2	238.592	1700			
	121.944	3	365.832	1900			
	121.944	1	121.944	1500			
	121.944	2	243.888	1700			
	121.944	2	243.888	1700			
121.944	2	243.888	1700				
BUZON 12	120.252	2	240.504	1700	36700	0.4248	0.3398
	120.252	2	240.504	1700			
	120.252	1	120.252	1500			
	120.252	2	240.504	1700			
	120.252	2	240.504	1700			
	59.241	2	118.482	1500			
	59.241	2	118.482	1500			
	125.501	2	251.002	1700			
	125.501	2	251.002	1700			
	125.501	1	125.501	1500			
	125.501	1	125.501	1500			
	57.631	1	57.631	1500			
	64.954	3	194.862	1500			
	61.216	3	183.648	1500			
	120.758	1	120.758	1500			
	120.758	2	241.516	1700			
	120.758	1	120.758	1500			
	118.508	1	118.508	1500			
	118.508	2	237.016	1700			
	118.508	2	237.016	1700			
118.508	2	237.016	1700				
118.508	2	237.016	1700				
124.063	1	124.063	1500				
BUZON 13	117.938	1	117.938	1500	36300	0.4201	0.3361
	117.938	1	117.938	1500			
	117.938	2	235.876	1700			
	117.938	1	117.938	1500			
	117.938	1	117.938	1500			
	117.938	1	117.938	1500			
	117.938	2	235.876	1700			
	117.938	2	235.876	1700			
	121.411	2	242.822	1700			
	121.411	1	121.411	1500			
	121.411	1	121.411	1500			
	121.411	4	485.644	2100			
	121.411	1	121.411	1500			
	121.411	2	242.822	1700			
	247.059	1	247.059	1700			
	78.165	1	78.165	1500			
	113.81	1	113.81	1500			
	113.81	2	227.62	1700			
	98.884	2	197.768	1500			
	98.884	1	98.884	1500			
98.884	2	197.768	1500				
98.884	1	98.884	1500				
98.884	1	98.884	1500				
98.884	1	98.884	1500				
BUZON 14	124.115	1	124.115	1500	16000	0.1852	3.0000
	236.76	1	236.76	1700			
	124.115	2	248.23	1700			
	124.115	1	124.115	1500			
	124.115	2	248.23	1700			
	119.949	1	119.949	1500			
	119.949	2	239.898	1700			
	119.949	2	239.898	1700			
	119.949	1	119.949	1500			
	119.949	1	119.949	1500			
BUZON 15	239.518	1	239.518	1700	35500	0.4109	0.3287
	100.225	1	100.225	1500			
	100.225	2	200.45	1700			
	100.225	2	200.45	1700			
	100.225	2	200.45	1700			
	119.949	2	239.898	1700			
	119.949	2	239.898	1700			
	119.949	2	239.898	1700			
	152.797	2	305.594	1900			
	152.797	2	305.594	1900			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	3	370.77	1900			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	3	370.77	1900			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
BUZON 16	123.59	1	123.59	1500	15800	0.1829	0.1463
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			

BUZON 17	123.59	2	247.18	1700	27300	0.3160	0.2528
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	BUZON 18	123.59	2	247.18			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		1	123.59	1500			
123.59		1	123.59	1500			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		1	123.59	1500			
123.59		1	123.59	1500			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
123.59		2	247.18	1700			
BUZON 19		123.59	2	247.18	1700	16000	0.1852
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	2	247.18	1700			
	121.964	1	121.964	1500			
	121.964	1	121.964	1500			
	121.964	2	243.928	1700			
BUZON 20	121.964	1	121.964	1500	24898.66	0.2882	0.2305
	121.964	3	365.892	1900			
	121.964	2	243.928	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	2	247.18	1700			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	123.59	1	123.59	1500			
	2199.33	1	2199.33	4398.66			
	BUZON 21	1275.53	1	1275.53			
BUZON 22	122.291	1	122.291	1500	16200	0.1875	0.1500
	122.291	1	122.291	1500			
	122.291	2	244.582	1700			
	122.291	2	244.582	1700			
	122.291	1	122.291	1500			
	120.707	2	241.414	1700			
	120.707	1	120.707	1500			
	120.707	2	241.414	1700			
	120.707	2	241.414	1700			
	120.707	2	241.414	1700			
BUZON 23	101.64	1	101.64	1500	30100	0.3484	0.2787
	101.64	1	101.64	1500			
	101.64	1	101.64	1500			
	101.64	1	101.64	1500			
	118.363	1	118.363	1500			
	118.363	1	118.363	1500			
	118.363	1	118.363	1500			
	118.363	2	236.726	1700			
	119.361	1	119.361	1500			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	1	119.361	1500			
	119.361	2	238.722	1700			
BUZON 24	119.361	1	119.361	1500	21885.084	0.2533	0.2026
	132.123	2	264.246	1700			
	132.123	2	264.246	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	1	119.361	1500			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	119.361	2	238.722	1700			
	109.386	2	218.772	1700			
	109.386	2	218.772	1700			
	116.766	2	233.532	1700			
	116.766	2	233.532	1700			
92.542	1	92.542	185.084				

BUZON 25	120.191	2	240.382	1700	16800	0.1944	0.1556
	120.191	2	240.382	1700			
	120.191	2	240.382	1700			
	120.191	1	120.191	1500			
	118.786	2	237.572	1700			
	118.786	2	237.572	1700			
	118.786	2	237.572	1700			
	118.786	2	237.572	1700			
	118.786	2	237.572	1700			
BUZON 26	122.002	2	244.004	1700	9600	0.1111	0.0889
	122.002	2	244.004	1700			
	122.002	2	244.004	1700			
	196.512	1	196.512	1500			
	65.431	2	130.862	1500			
BUZON 27	239.147	1	239.147	1700	15600	0.1806	0.1444
	123.827	2	247.654	1700			
	123.827	1	123.827	1500			
	115.387	1	115.387	1500			
	115.387	1	115.387	1500			
	115.387	2	230.774	1700			
	115.387	1	115.387	1500			
	115.387	1	115.387	1500			
	97.339	2	194.678	1500			
BUZON 28	114.58	1	114.58	1500	15200	0.1759	0.1407
	114.58	2	229.16	1700			
	114.58	1	114.58	1500			
	114.58	1	114.58	1500			
	114.58	1	114.58	1500			
	96.207	2	192.414	1500			
	96.207	1	96.207	1500			
	96.207	1	96.207	1500			
	96.207	2	192.414	1500			
BUZON 29	106.647	2	213.294	1700	10900	0.1262	0.1009
	120.017	2	240.034	1700			
	120.017	1	120.017	1500			
	84.716	1	84.716	1500			
	84.716	1	84.716	1500			
	84.716	2	169.432	1500			
BUZON 30	104.204	1	104.204	1500	14500	0.1678	0.1343
	104.204	1	104.204	1500			
	104.204	2	208.408	1700			
	116.738	2	233.476	1700			
	116.738	1	116.738	1500			
	116.738	2	233.476	1700			
	116.738	2	233.476	1700			
	116.738	2	233.476	1700			
	116.738	1	116.738	1500			
BUZON 31	92.199	2	184.398	1500	12600	0.1458	0.1167
	124.812	2	249.624	1700			
	120.511	1	120.511	1500			
	120.511	1	120.511	1500			
	120.511	2	241.022	1700			
	120.511	2	241.022	1700			
	120.511	1	120.511	1500			
	120.511	1	120.511	1500			
BUZON 32	96.953	2	193.906	1500	16500	0.1910	0.1528
	96.953	2	193.906	1500			
	96.953	2	193.906	1500			
	96.953	2	193.906	1500			
	96.953	2	193.906	1500			
	56.125	1	56.125	1500			
	56.125	1	56.125	1500			
	104.492	1	104.492	1500			
	118.053	1	118.053	1500			
	118.053	1	118.053	1500			
BUZON 33	135.122	2	270.244	1700	8100	0.0938	0.0750
	132.156	2	264.312	1700			
	132.156	1	132.156	1500			
	132.156	2	264.312	1700			
	132.156	1	132.156	1500			
BUZON 34	123.57	2	247.14	1700	21800	0.2523	0.2019
	123.57	2	247.14	1700			
	123.57	1	123.57	1500			
	123.57	1	123.57	1500			
	123.57	1	123.57	1500			
	99.033	2	198.066	1500			
	99.033	2	198.066	1500			
	99.033	1	99.033	1500			
	99.033	1	99.033	1500			
	120.362	2	240.724	1700			
	120.362	2	240.724	1700			
	120.362	1	120.362	1500			
	120.362	1	120.362	1500			
	120.362	1	120.362	1500			
BUZON 35	97.799	2	195.598	1500	9000	0.1042	3.0833
	97.799	2	195.598	1500			
	97.799	1	97.799	1500			
	97.799	1	97.799	1500			
	97.799	2	195.598	1500			
BUZON 36	120.941	2	241.882	1700	13132.44	0.1520	3.1216
	120.941	2	241.882	1700			
	120.941	2	241.882	1700			
	120.941	2	241.882	1700			
	120.941	2	241.882	1700			
	120.941	2	241.882	1700			
	1466.22	1	1466.22	2932.44			

BUZON 37	97.903	2	195.806	1500	12532.44	0.1451	0.1160
	120.941	2	241.882	1700			
	120.941	1	120.941	1500			
	120.941	1	120.941	1500			
	120.941	2	241.882	1700			
	120.941	2	241.882	1700			
	1466.22	1	1466.22	2932.44			
BUZON 38	100.472	2	200.944	1700	19400	0.2245	3.0000
	100.472	2	200.944	1700			
	100.472	1	100.472	1500			
	100.472	2	200.944	1700			
	100.472	1	100.472	1500			
	100.472	1	100.472	1500			
	103.095	2	206.19	1700			
	103.095	2	206.19	1700			
	103.095	1	103.095	1500			
	103.095	1	103.095	1500			
	103.095	2	206.19	1700			
	103.095	2	206.19	1700			
	BUZON 39	118.627	2	237.254			
118.627		2	237.254	1700			
118.627		1	118.627	1500			
118.627		2	237.254	1700			
118.627		1	118.627	1500			
120.941		1	120.941	1500			
120.941		1	120.941	1500			
120.941		1	120.941	1500			
120.362		2	240.724	1700			
120.362		2	240.724	1700			
120.362		1	120.362	1500			
120.362		1	120.362	1500			
120.362		2	240.724	1700			
1466.22		1	1466.22	2932.44			
BUZON 40		119.824	2	239.648	1700	28100	0.3252
	119.824	2	239.648	1700			
	119.824	2	239.648	1700			
	119.824	2	239.648	1700			
	119.824	1	119.824	1500			
	120.954	1	120.954	1500			
	120.954	2	241.908	1700			
	120.954	2	241.908	1700			
	120.954	2	241.908	1700			
	119.824	2	239.648	1700			
	119.824	2	239.648	1700			
	119.824	1	119.824	1500			
	119.824	2	239.648	1700			
	120.954	1	120.954	1500			
	120.954	2	241.908	1700			
	120.954	2	241.908	1700			
	BUZON 41	123.677	2	247.354	1700		
123.677		2	247.354	1700			
123.677		2	247.354	1700			
123.677		2	247.354	1700			
119.89		1	119.89	1500			
119.89		1	119.89	1500			
119.89		1	119.89	1500			
119.89		2	239.78	1700			
123.677		1	123.677	1500			
123.677		1	123.677	1500			
123.677		2	247.354	1700			
123.677		2	247.354	1700			
119.89		1	119.89	1500			
119.89		2	239.78	1700			
119.89		1	119.89	1500			
119.89		1	119.89	1500			
BUZON 42		124.394	2	248.788	1700	28100	0.3252
	124.394	2	248.788	1700			
	124.394	2	248.788	1700			
	124.394	1	124.394	1500			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	1	124.942	1500			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	2	249.884	1700			
	124.942	1	124.942	1500			
	124.942	1	124.942	1500			
	124.942	2	249.884	1700			
BUZON 43	122.295	2	244.59	1700	19200	0.2222	1.6778
	122.295	2	244.59	1700			
	122.295	1	122.295	1500			
	122.295	2	244.59	1700			
	122.295	1	122.295	1500			
	122.295	2	244.59	1700			
	122.295	1	122.295	1500			
	122.295	1	122.295	1500			
	122.295	2	244.59	1700			
	122.295	2	244.59	1700			
	122.295	1	122.295	1500			
	122.295	1	122.295	1500			

BUZON 44	128.39	2	256.78	1700	39100	0.4525	0.3620
	128.39	2	256.78	1700			
	128.39	2	256.78	1700			
	128.39	2	256.78	1700			
	128.39	2	256.78	1700			
	330	1	330	16500			
	128.39	2	256.78	1700			
	128.39	1	128.39	1500			
	128.39	1	128.39	1500			
	128.39	2	256.78	1700			
	128.39	2	256.78	1700			
	128.39	1	128.39	1500			
	128.39	1	128.39	1500			
	128.39	1	128.39	1500			
BUZON 45	118.817	2	237.634	1700	22400	0.2593	0.2074
	118.817	2	237.634	1700			
	118.817	2	237.634	1700			
	118.817	1	118.817	1500			
	118.817	1	118.817	1500			
	118.817	2	237.634	1700			
	118.817	2	237.634	1700			
	118.817	1	118.817	1500			
	118.817	1	118.817	1500			
	118.817	2	237.634	1700			
	118.817	2	237.634	1700			
	118.817	1	118.817	1500			
	118.817	1	118.817	1500			
	118.817	1	118.817	1500			
BUZON 46	118.743	1	118.743	1500	24500	0.2836	0.2269
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
BUZON 47	118.743	1	118.743	1500	26000	0.3009	0.2407
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	1	118.743	1500			
	118.743	2	237.486	1700			
	118.743	2	237.486	1700			
BUZON 48	122.114	1	122.114	1500	26000	0.3009	0.2407
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	1	122.114	1500			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	1	122.114	1500			
	122.114	1	122.114	1500			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	1	122.114	1500			
	122.114	2	244.228	1700			
	122.114	2	244.228	1700			
122.114	1	122.114	1500				
BUZON 49	102.732	1	102.732	1500	19400	0.2245	1.6796
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	1	102.732	1500			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	1	102.732	1500			
	102.732	1	102.732	1500			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	2	205.464	1700			
	102.732	1	102.732	1500			
	102.732	1	102.732	1500			
BUZON 50	149.011	1	149.011	1500	13200	0.1528	0.1222
	149.011	2	298.022	1700			
	126.411	1	126.411	1500			
	126.411	2	252.822	1700			
	149.011	2	298.022	1700			
	149.011	2	298.022	1700			
	126.411	2	252.822	1700			
126.411	2	252.822	1700				

BUZON 51	119.045	1	119.045	1500	16200	0.1875	0.1500				
	119.045	2	238.09	1700							
	116.738	1	116.738	1500							
	116.738	2	233.476	1700							
	116.738	2	233.476	1700							
	116.738	2	233.476	1700							
	116.738	2	233.476	1700							
	116.738	1	116.738	1500							
	116.738	1	116.738	1500							
	116.738	2	233.476	1700							
BUZON 52	116.317	1	116.317	1500	31200	0.3611	0.2889				
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	1	116.317	1500							
	116.317	2	232.634	1700							
	98.33	2	196.66	1500							
	98.33	2	196.66	1500							
	98.33	2	196.66	1500							
	98.33	2	196.66	1500							
	121.863	1	121.863	1500							
	121.863	1	121.863	1500							
	121.863	2	243.726	1700							
	121.863	1	121.863	1500							
	121.863	2	243.726	1700							
	121.863	2	243.726	1700							
	121.863	2	243.726	1700							
	121.863	1	121.863	1500							
	121.863	1	121.863	1500							
	121.863	1	121.863	1500							
121.863	1	121.863	1500								
BUZON 53	116.317	1	116.317	1500	25600	0.2963	0.2370				
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	1	116.317	1500							
	116.317	2	232.634	1700							
	98.33	2	196.66	1500							
	98.33	2	196.66	1500							
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	1	116.317	1500							
	116.317	1	116.317	1500							
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	1	116.317	1500							
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	2	232.634	1700							
	116.317	1	116.317	1500							
	BUZON 54	120.511	1	120.511				1500	22800	0.2639	1.7111
		120.511	2	241.022				1700			
103.698		1	103.698	1500							
103.698		2	207.396	1700							
103.698		2	207.396	1700							
103.698		2	207.396	1700							
120.511		2	241.022	1700							
120.511		2	241.022	1700							
120.511		1	120.511	1500							
120.511		1	120.511	1500							
103.698		2	207.396	1700							
103.698		1	103.698	1500							
103.698		2	207.396	1700							
103.698		2	207.396	1700							
BUZON 55	103.511	1	103.511	1500	10111.29	0.1170	0.0936				
	103.511	2	207.022	1700							
	207.022	1	207.022	1700							
	181.663	2	363.326	1900							
	181.663	2	363.326	1900							
	94.086	1	94.086	1411.29							
BUZON 56	118.74	1	118.74	1500	8100	0.0938	0.0750				
	118.74	2	237.48	1700							
	118.74	1	118.74	1500							
	118.74	2	237.48	1700							
	118.74	2	237.48	1700							
BUZON 57	100.788	1	100.788	1500	13200	0.1528	0.1222				
	100.788	2	201.576	1700							
	100.788	1	100.788	1500							
	100.788	2	201.576	1700							
	120.485	2	240.97	1700							
	120.485	2	240.97	1700							
	120.485	2	240.97	1700							
	120.485	2	240.97	1700							
BUZON 58											
BUZON 59	122.527	2	245.054	1700	8300	0.0961	0.0769				
	122.527	2	245.054	1700							
	122.527	2	245.054	1700							
	122.527	1	122.527	1500							
	122.527	2	245.054	1700							
BUZON 60	122.527	2	245.054	1700	14700	0.1701	0.1361				
	122.527	2	245.054	1700							
	107.884	2	215.768	1700							
	107.884	2	215.768	1700							
	122.269	1	122.269	1500							
	122.269	1	122.269	1500							
	122.269	2	244.538	1700							
	122.269	1	122.269	1500							
122.269	2	244.538	1700								

BUZON 61	121.491	2	242.982	1700	9800	0.1134	0.0907
	121.491	2	242.982	1700			
	121.491	2	242.982	1700			
	121.491	2	242.982	1700			
	121.491	1	121.491	1500			
	121.491	1	121.491	1500			
BUZON 62	119.701	2	239.402	1700	16000	0.1852	0.1481
	119.701	2	239.402	1700			
	119.701	2	239.402	1700			
	119.701	1	119.701	1500			
	119.701	1	119.701	1500			
	118.097	1	118.097	1500			
	118.097	2	236.194	1700			
	118.097	2	236.194	1700			
	118.097	1	118.097	1500			
	118.097	1	118.097	1500			
	118.097	1	118.097	1500			
BUZON 63	121.472	2	242.944	1700	31800	0.3681	0.2944
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	2	242.944	1700			
	121.472	1	121.472	1500			
	121.472	1	121.472	1500			
	BUZON 64	121.023	2	242.046			
121.023		2	242.046	1700			
121.023		2	242.046	1700			
121.023		2	242.046	1700			
121.023		1	121.023	1500			
121.023		1	121.023	1500			
BUZON 65	121.023	2	242.046	1700	8100	0.0938	0.0750
	121.023	2	242.046	1700			
	121.023	2	242.046	1700			
	121.023	1	121.023	1500			
	121.023	1	121.023	1500			
BUZON 66	120.3	2	240.6	1700	16200	0.1875	0.1500
	120.3	2	240.6	1700			
	120.3	2	240.6	1700			
	120.3	1	120.3	1500			
	120.3	2	240.6	1700			
	120.3	1	120.3	1500			
	120.3	2	240.6	1700			
	120.3	1	120.3	1500			
	120.3	1	120.3	1500			
BUZON 67	63.709	2	127.418	1500	15800	0.1829	0.1463
	60.947	2	121.894	1500			
	123.563	2	247.126	1700			
	123.563	1	123.563	1500			
	123.563	2	247.126	1700			
	123.563	1	123.563	1500			
	100.354	2	200.708	1700			
	119.37	2	238.74	1700			
	119.37	1	119.37	1500			
	119.37	1	119.37	1500			
	119.37	1	119.37	1500			
BUZON 68	118.586	2	237.172	1700	19600	0.2269	0.1815
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	1	118.586	1500			
	118.586	1	118.586	1500			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	1	118.586	1500			
	118.586	1	118.586	1500			
BUZON 69	127.182	2	254.364	1700	23000	0.2662	0.2130
	127.182	2	254.364	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	1	118.586	1500			
	118.586	1	118.586	1500			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	118.586	2	237.172	1700			
	162.73	1	162.73	1500			
162.73	1	162.73	1500				

Fuente: Elaboración propia

Para la verificación de los parámetros de la red de alcantarillado se tuvieron en cuenta los conceptos básicos referidos a la fórmula de Manning reemplazada en la ecuación de continuidad. Es así que se obtuvo la fórmula para calcular el caudal a tubo lleno.

**Ecuación de Continuidad**

$$Q_{(m^3/s)} = (V_{(m/s)})(A_{(m^2)})$$

**Fórmula de Manning**

$$V_{(m/s)} = \frac{1}{n} (R_h^{2/3}_{(m)}) (S^{1/2}_{(m/m)})$$

**Caudal a tubo lleno**

$$Q_{TLL(m^3/s)} = \frac{(D/4)^{2/3} * S^{1/2}}{n} * \frac{\pi D^2}{4} = \frac{(1/4)^{2/3} * \pi}{4} * \frac{D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q_{TLL(m^3/s)} = \frac{0.312 * D^{8/3}_{(m)} * S^{1/2}_{(m/m)}}{n}$$

Con el caudal a tubo lleno, y los caudales de contribución al desagüe, se obtiene la relación de caudales, que fue el dato de entrada a la Tabla N°03 para obtener la relación de tirantes y velocidades ( $f_d$ ;  $f_v$ ).

$$\frac{q}{Q_{TLL}} = f_q \quad \longrightarrow \quad f_d; f_v$$

A partir del valor de  $f_d$  y el diámetro de la tubería, se calculó el tirante real.

$$d = f_d * D$$

Asimismo, con el cálculo de la velocidad a tubo lleno y la relación  $f_v$ , se obtuvo la velocidad real del flujo.

$$V_{TLL(m^3/s)} = \frac{Q_{TLL(m^3/s)}}{A_{(m^2)}} = \frac{0.397 * D^{2/3}_{(m)} * S^{1/2}_{(m/m)}}{n}$$

$$v = f_v * V_{TLL}$$

Para la verificación de tensión tractiva, previamente se calculó el radio hidráulico a partir de la fórmula de Manning.

$$R_{h(m)} = \left( \frac{V_{(m/s)} * n}{(S^{1/2}_{(m/m)})} \right)^{3/2}$$

$$\sigma_t = R_{h(m)} * S_{(m/m)} * \rho_{(Kg/m^3)} * g_{e(m/s^2)} \geq 1Pa$$

**Tabla N°03: Relaciones hidráulicas**

$f_q = \frac{q}{Q_{TLL}}$	$f_d = \frac{d}{D}$	$f_v = \frac{v}{V_{TLL}}$	$f_q = \frac{q}{Q_{TLL}}$	$f_d = \frac{d}{D}$	$f_v = \frac{v}{V_{TLL}}$
0.01	0.04	0.20	0.51	0.51	1.01
0.02	0.08	0.30	0.52	0.51	1.01
0.03	0.10	0.31	0.53	0.52	1.02
0.04	0.13	0.41	0.54	0.53	1.03
0.05	0.15	0.45	0.55	0.53	1.03
0.06	0.16	0.48	0.56	0.54	1.04
0.07	0.18	0.53	0.57	0.54	1.04
0.08	0.18	0.55	0.58	0.55	1.05
0.09	0.20	0.56	0.59	0.56	1.05
0.10	0.22	0.59	0.60	0.56	1.06
0.11	0.23	0.60	0.61	0.57	1.06
0.12	0.24	0.63	0.62	0.58	1.07
0.13	0.25	0.64	0.63	0.58	1.07
0.14	0.26	0.66	0.64	0.58	1.07
0.15	0.27	0.68	0.65	0.59	1.08
0.16	0.28	0.69	0.66	0.60	1.08
0.17	0.29	0.71	0.67	0.60	1.08
0.18	0.30	0.72	0.68	0.60	1.09
0.19	0.30	0.73	0.69	0.61	1.09
0.20	0.31	0.75	0.70	0.62	1.10
0.21	0.32	0.76	0.71	0.62	1.10
0.22	0.33	0.77	0.72	0.62	1.10
0.23	0.34	0.78	0.73	0.63	1.10
0.24	0.35	0.80	0.74	0.64	1.11
0.25	0.35	0.80	0.75	0.64	1.11
0.26	0.36	0.81	0.76	0.65	1.11
0.27	0.36	0.82	0.77	0.66	1.12
0.28	0.37	0.83	0.78	0.66	1.12
0.29	0.38	0.84	0.79	0.67	1.13
0.30	0.38	0.85	0.80	0.68	1.13
0.31	0.39	0.86	0.81	0.68	1.13
0.32	0.40	0.87	0.82	0.69	1.14
0.33	0.40	0.88	0.83	0.69	1.14
0.34	0.41	0.89	0.84	0.70	1.14
0.35	0.42	0.90	0.85	0.71	1.15
0.36	0.43	0.91	0.86	0.71	1.15
0.37	0.43	0.92	0.87	0.72	1.15
0.38	0.44	0.93	0.88	0.73	1.15
0.39	0.44	0.94	0.89	0.73	1.16
0.40	0.45	0.95	0.90	0.74	1.16
0.41	0.46	0.95	0.91	0.75	1.16
0.42	0.46	0.95	0.92	0.75	1.16
0.43	0.47	0.96	0.93	0.76	1.16
0.44	0.47	0.97	0.94	0.76	1.16
0.45	0.48	0.98	0.95	0.77	1.16
0.46	0.48	0.98	0.96	0.78	1.17
0.47	0.49	0.98	0.97	0.79	1.17
0.48	0.49	0.99	0.98	0.80	1.17
0.49	0.49	1.00	0.99	0.80	1.17
0.50	0.50	1.00			

**Fuente:** Comportamiento hidráulico de sección parcialmente llena

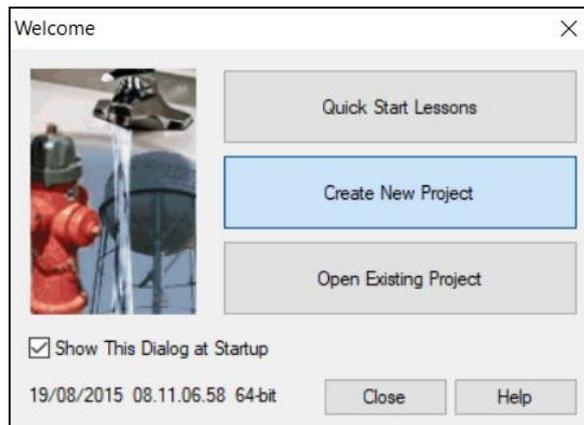
## Anexo 07: Modelamiento en WaterCAD

### 1. Modelamiento de la Red de Agua Potable actual-Modelo Estático

#### 1.1. Configuración de nuevo proyecto

Abrir el software WaterCAD V8i. En la ventana emergente seleccionar Create New Project (Creación de un Nuevo Proyecto).

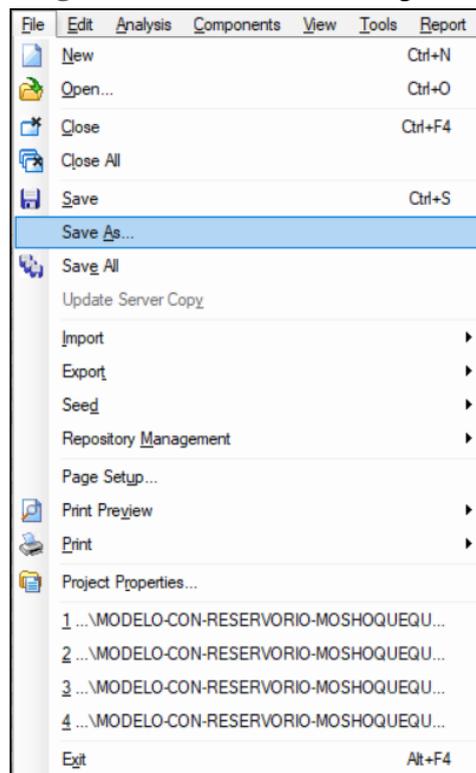
**Figura N° 01:** Inicio del Programa



**Fuente:** Software WaterCAD

Guardar el archivo con el nombre y la ubicación correspondientes, seleccionando las opciones: File-Save As...

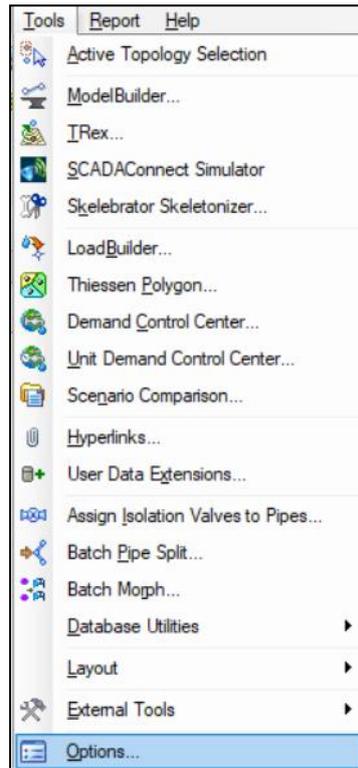
**Figura N° 02:** Menú del Programa



**Fuente:** Software WaterCAD

Configurar el entorno del proyecto a través de las opciones Tools-Options.

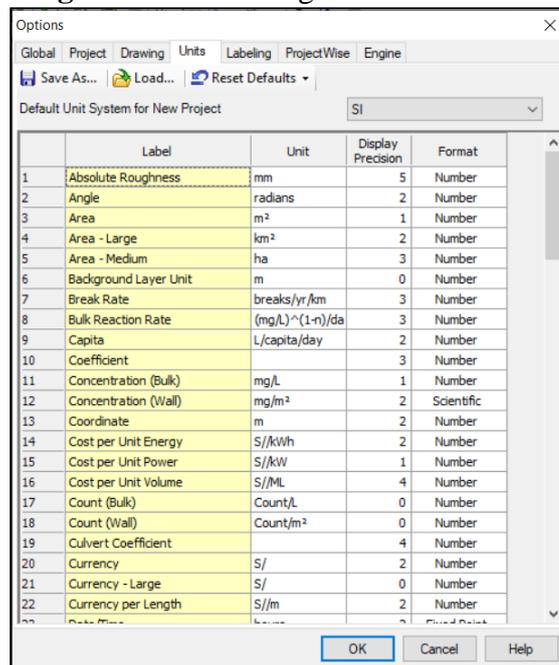
**Figura N° 03: Herramientas del Programa**



**Fuente: Software WaterCAD**

Aquí se deben definir las unidades, para ello seleccionar la pestaña Units e indicar como sigue. Reset Defaults: SI; Diameter (Diámetro): mm; Flow (Caudal): L/s; Length (Longitud): m; Pressure (Presión): mH2O.

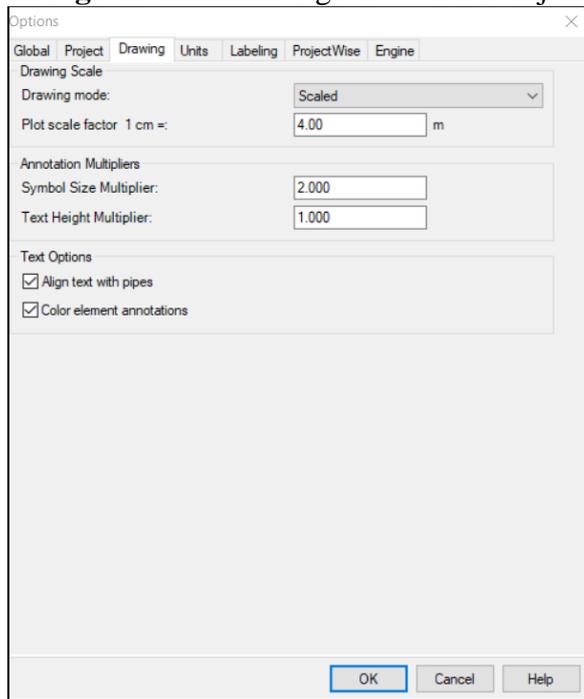
**Figura N° 04: Configuración de Unidades**



**Fuente: Software WaterCAD**

A continuación, definir las opciones de dibujo en la pestaña Drawing. Asignar la escala de dibujo adecuada.

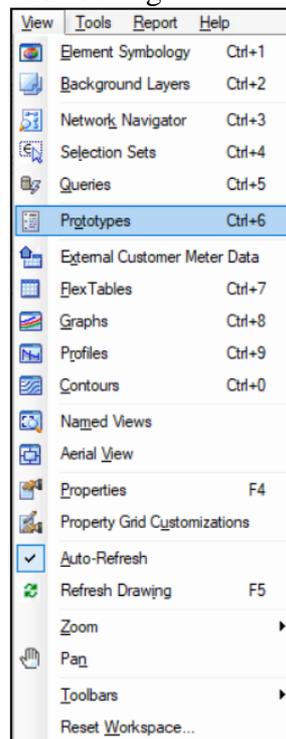
**Figura N° 05:** Configuración de Dibujo



**Fuente:** Software WaterCAD

Asignar las características generales a las tuberías de la red a modelar, empleando los comandos View-Prototypes.

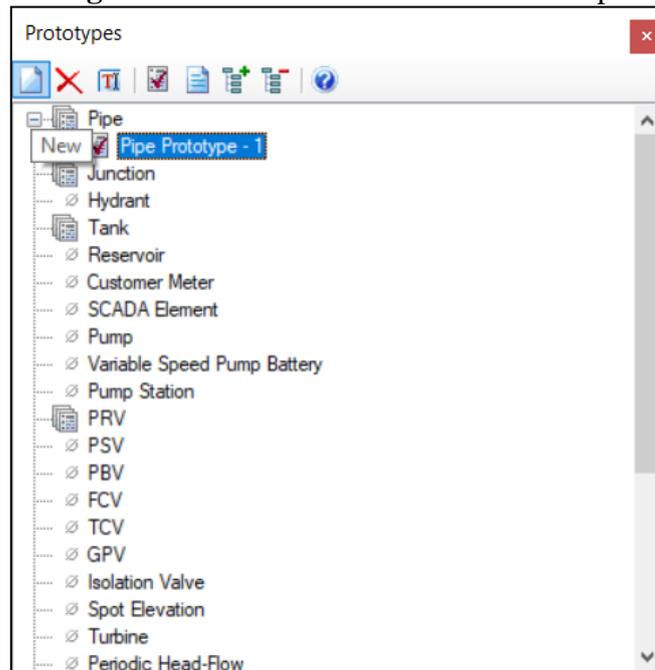
**Figura N° 06:** Configuración de Prototipos



**Fuente:** Software WaterCAD

Crear un nuevo prototipo de tubería: New/Pipe Prototype-1.

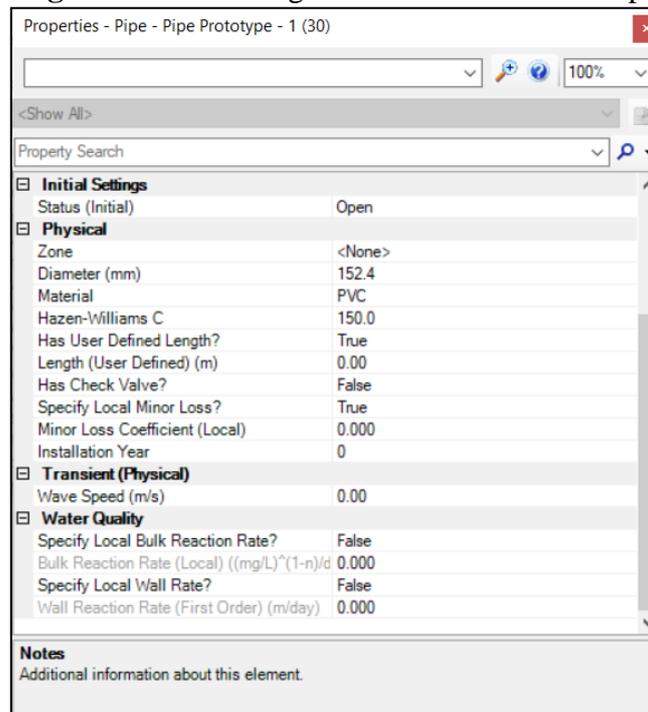
**Figura N° 07:** Creación de Nuevo Prototipo



**Fuente:** Software WaterCAD

Verificar las características generales de la tubería como sigue. Material: PVC, Hazen-Williams C=150

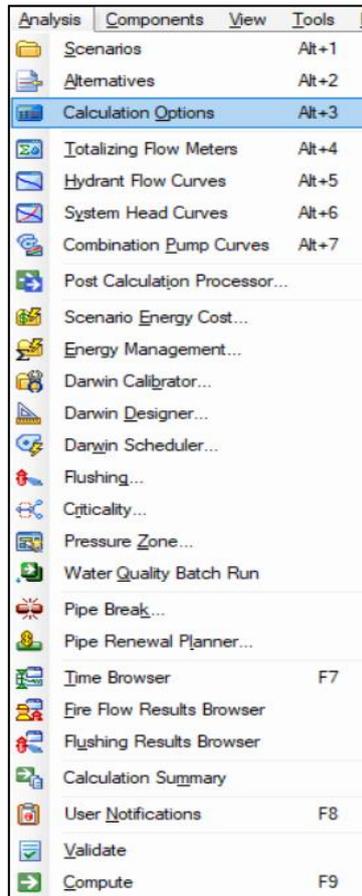
**Figura N° 08:** Configuración de Nuevo Prototipo



**Fuente:** Software WaterCAD

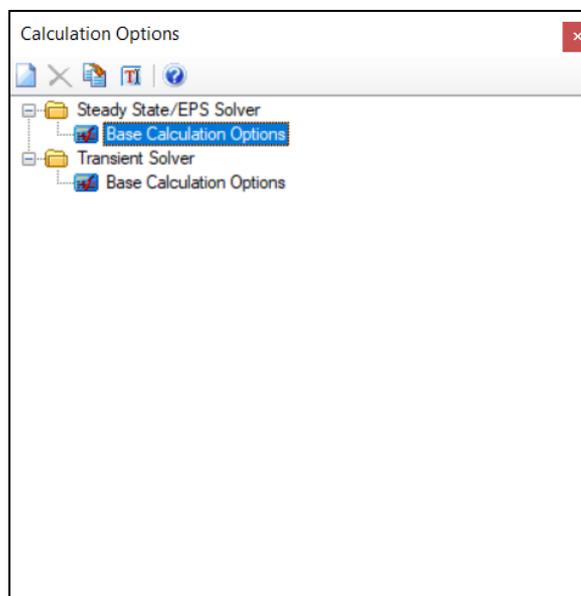
Asignar las opciones de cálculo base de la red a modelar, empleando los comandos Analysis- Calculation Options

**Figura N° 09:** Opciones de Cálculo (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

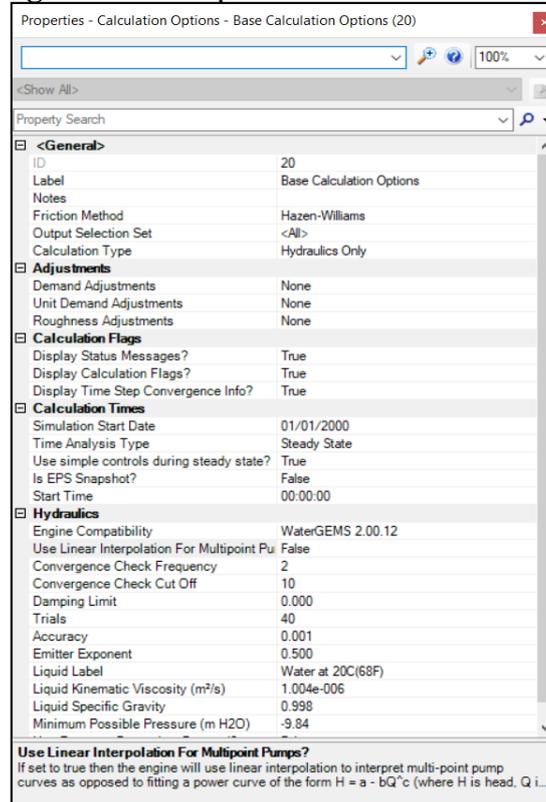
**Figura N° 10:** Opciones de Cálculo Base (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

Verificar la configuración por defecto. Friction Method (Método de fricción): Hazen-Williams; Time Analysis Type (Tipo de análisis): Steady State (Estado estático); Liquid Label (Líquido a conducir): Water at 20°C(68F).

**Figura N° 11: Opciones de Cálculo Base (b)**



**Fuente:** Software WaterCAD

## 1.2. Topología de la red de agua potable

Definir la red de agua potable en el archivo AutoCAD utilizando una polilínea y guardarlo en formato DXF. A continuación, importar el archivo en extensión DXF a través de la herramienta Model Builder.

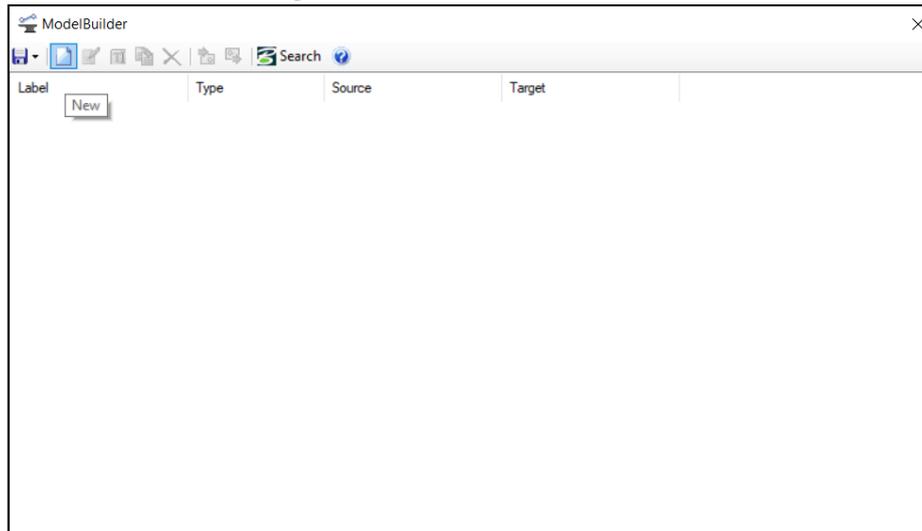
**Figura N° 12: Model Builder (a)**



**Fuente:** Software WaterCAD

En la ventana emergente seleccionar la opción New.

**Figura N° 13: Model Builder (b)**

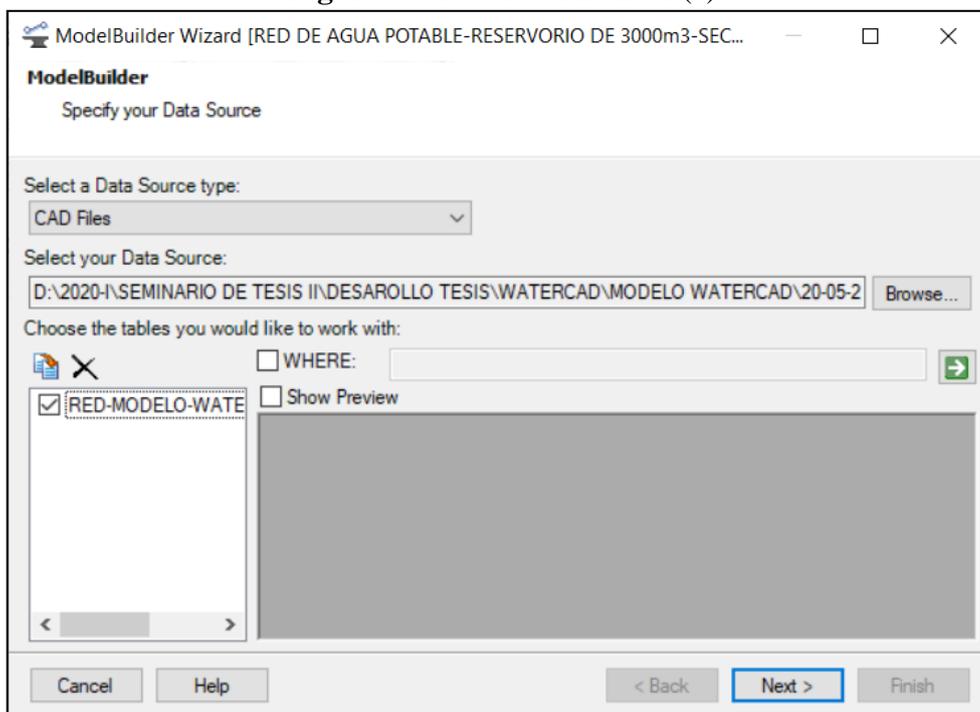


**Fuente:** Software WaterCAD

En la ventana siguiente aparecen diversos campos.

- Select a Data Source type (Seleccionar el tipo de fuente de la data): CAD files (Archivos CAD).
- En el recuadro Browse, seleccionar el archivo en extensión DXF. En el apartado inferior izquierdo dejar activa solo la capa de la polilínea con la que fue definida la red en el archivo a ser importado. Next.

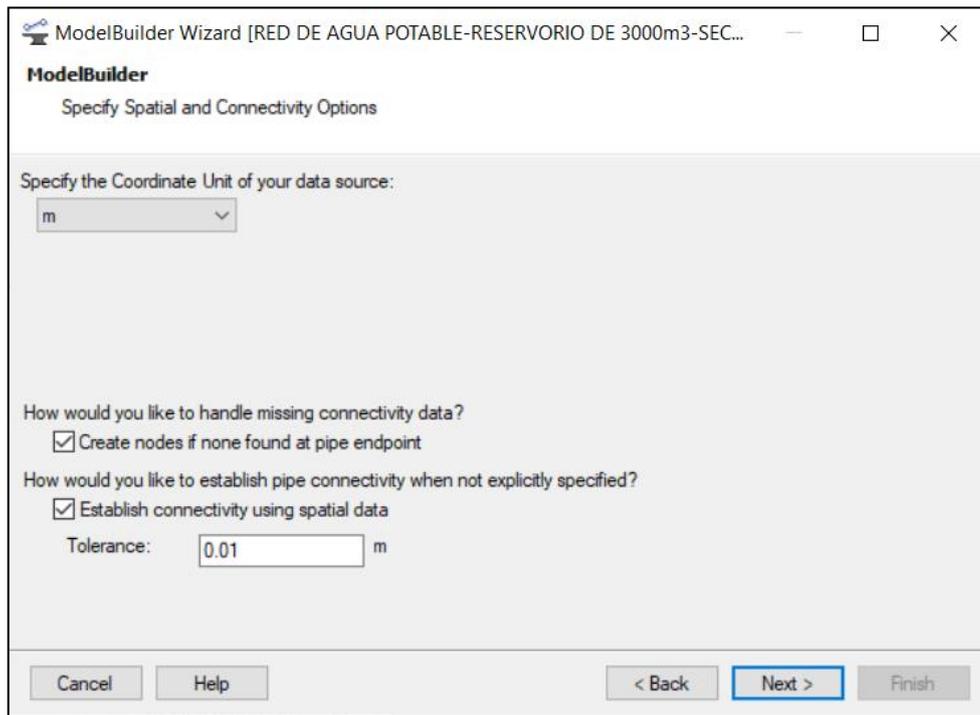
**Figura N° 14: Model Builder (c)**



**Fuente:** Software WaterCAD

A continuación, indicar la unidad de los elementos importados: m y la tolerancia=0.01m. Seleccionar la opción Next hasta llegar a la ventana mostrada en la Figura N° 16.

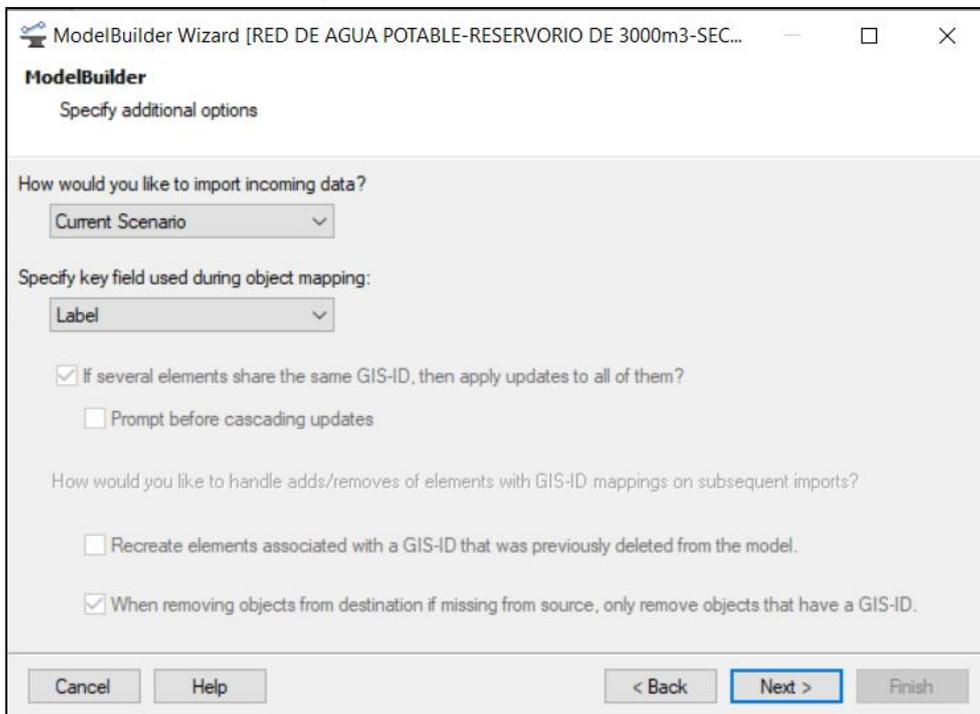
**Figura N° 15: Model Builder (d)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Importar la información al escenario en curso: Current Scenario. Continuar (Next).

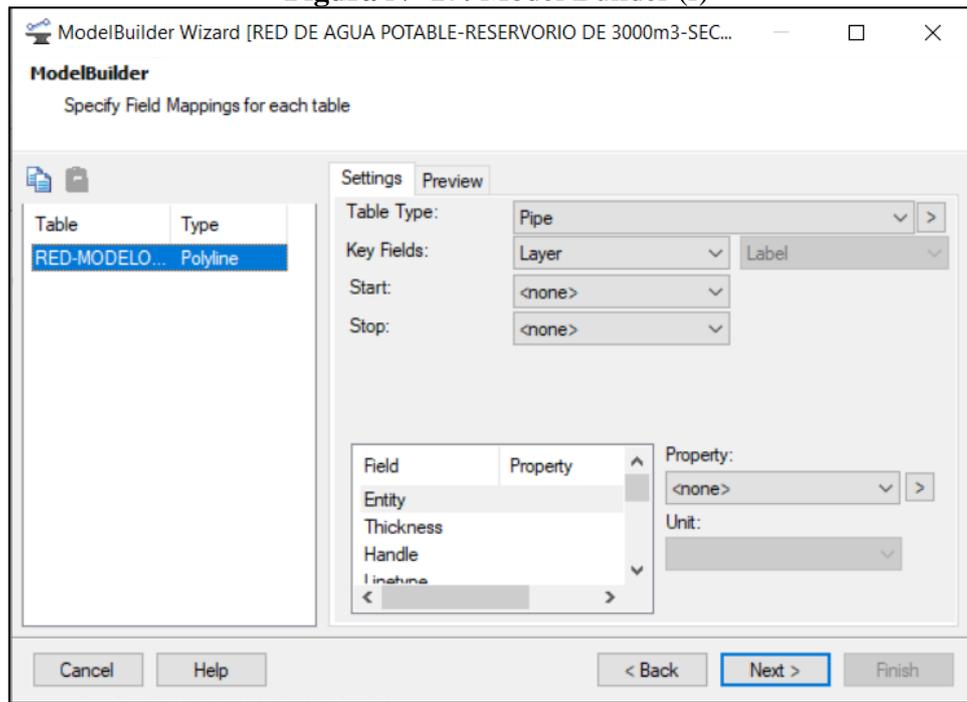
**Figura N° 16: Model Builder (e)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Indicar en el apartado Table Type (Tipo de datos): Pipe (Tubería). Asimismo, en el apartado Key Fields: Layer (Capas). Next.

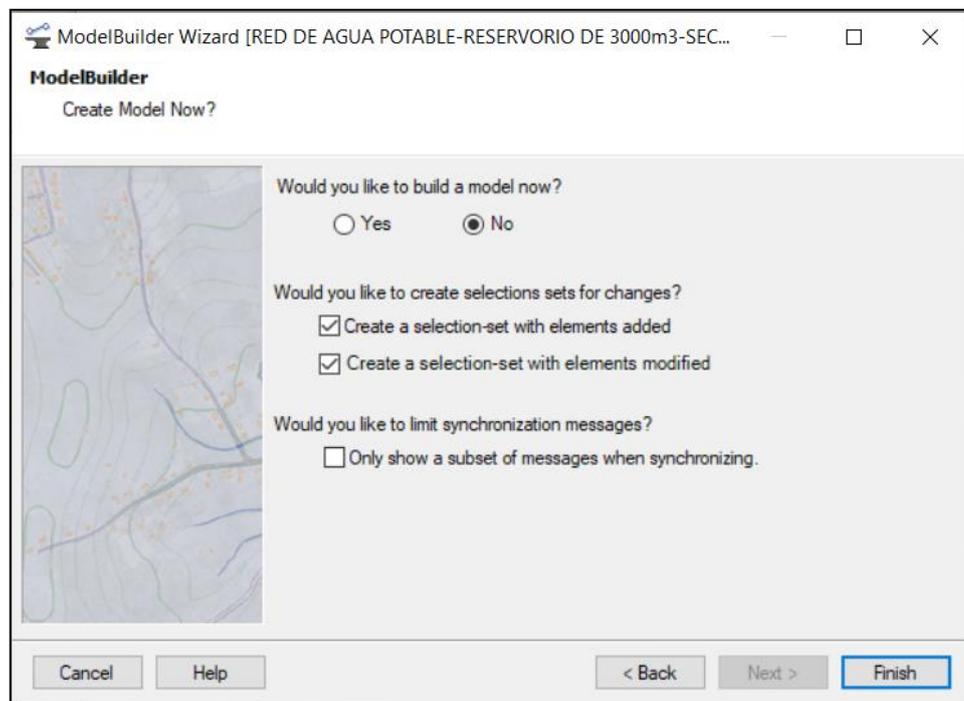
**Figura N° 17: Model Builder (f)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Confirmar la construcción del modelo. Finish.

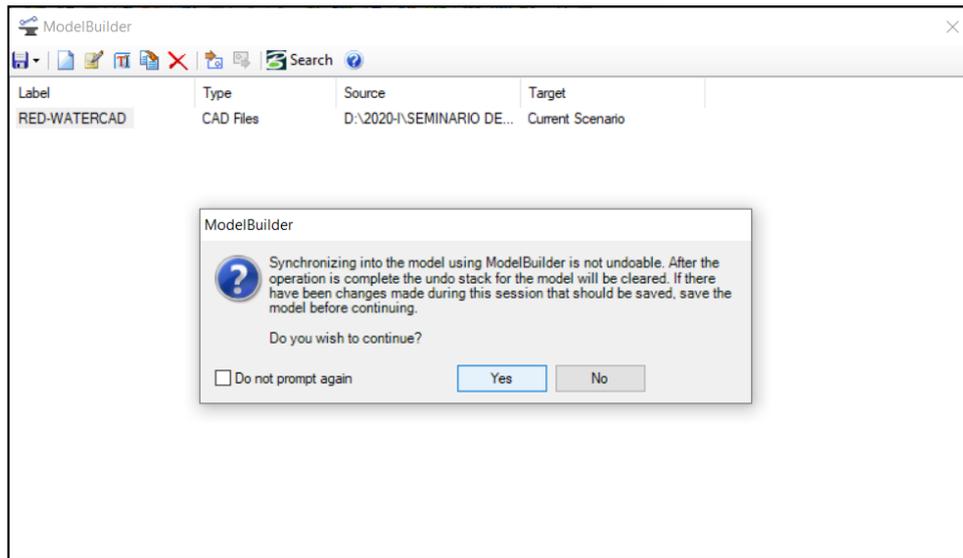
**Figura N° 18: Model Builder (g)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Confirmar la sincronización a través del Model Builder.

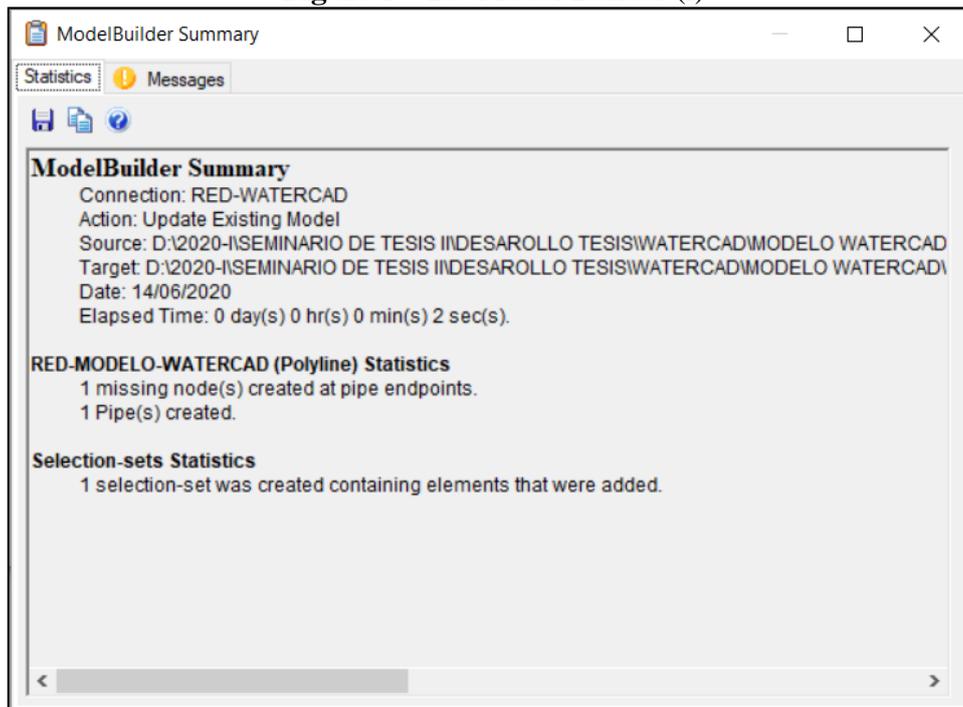
**Figura N° 19: Model Builder (h)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Visualizar el resumen de la data importada y cerrar las ventanas mostradas.

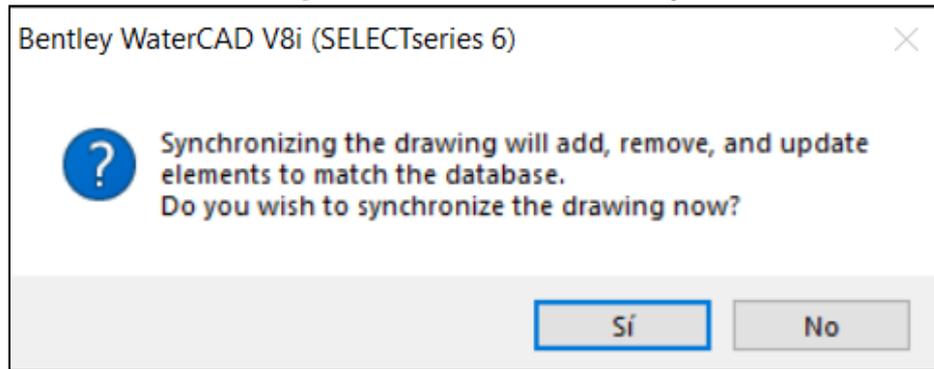
**Figura N° 20: Model Builder (i)**



**Fuente:** Software WaterCAD

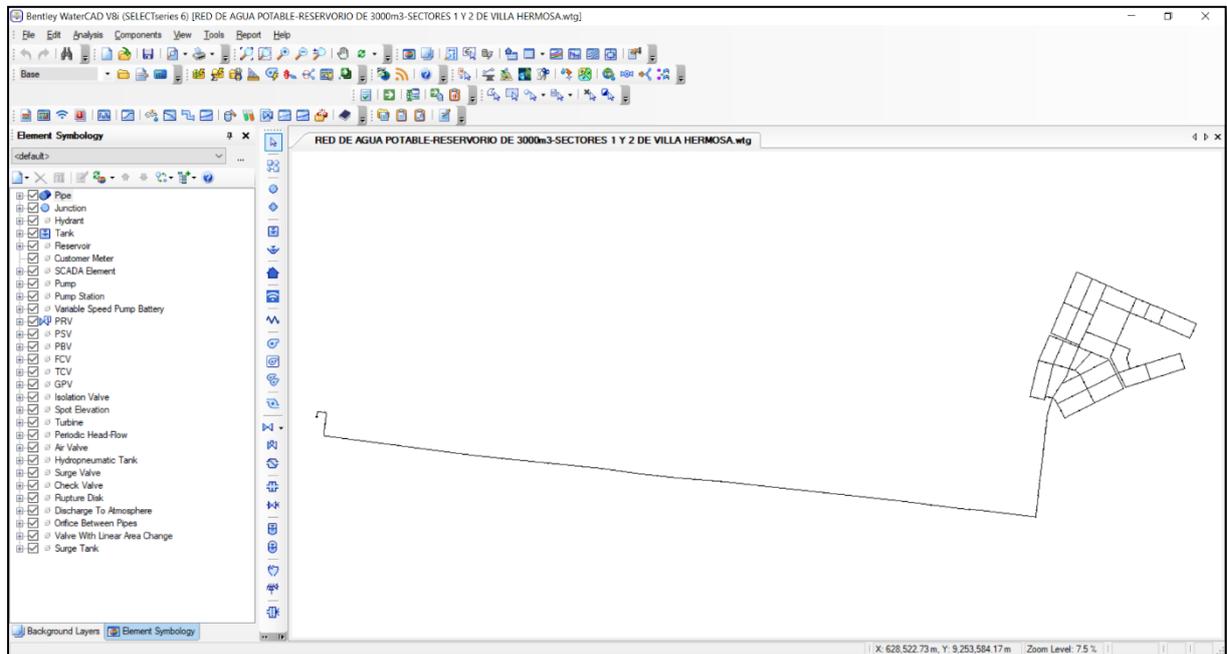
Confirmar la sincronización final del dibujo.

**Figura N° 21:** Model Builder (j)



**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 22:** Red de Agua Potable-Reservorio de 3000m3-Sectores 1 y 2 de Villa Hermosa



**Fuente:** Software WaterCAD

### 1.3. Ingreso de información a la red de agua potable

#### 1.3.1. Reservorio de 3000m<sup>3</sup>

**Tabla N° 01:** Características del Reservorio de Moshoqueque-3000 m<sup>3</sup>

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (msnm)	ELEVACIÓN BASE (msnm)	ELEVACIÓN MÍNIMA (msnm)	ELEVACIÓN INICIAL (msnm)	ELEVACIÓN MÁXIMA (msnm)
RESERVORIO	26.41	48.91	54.19	57.09	58.23

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

#### 1.3.2. Nodos

**Tabla N° 02:** Características de los nodos de la red

NODO	ELEVACIÓN (msnm)	DEMANDA (L/s)	NODO	ELEVACIÓN (msnm)	DEMANDA (L/s)
J-1	26.222	0.306	J-38	30.858	0.098
J-2	26.430	0.519	J-39	30.522	0.168
J-3	27.090	0.519	J-40	30.558	0.231
J-4	27.493	0.519	J-41	30.584	0.113
J-5	27.520	0.502	J-42	30.368	0.253
J-6	27.530	0.243	J-43	30.294	0.257
J-7	27.709	0.259	J-44	29.905	0.288
J-8	27.886	0.416	J-45	30.021	0.121
J-9	27.914	0.414	J-46	29.949	0.148
J-10	28.142	0.361	J-47	30.106	0.213
J-11	28.173	0.414	J-48	30.353	0.074
J-12	28.252	0.259	J-49	30.261	0.074
J-13	28.953	0.299	J-50	30.210	0.153
J-14	29.556	0.299	J-51	30.458	0.252
J-15	29.484	0.302	J-52	30.507	0.207
J-16	30.374	0.222	J-53	30.456	0.155
J-17	29.816	0.240	J-54	30.473	0.251
J-18	29.622	0.222	J-55	30.426	0.133
J-19	29.761	0.240	J-56	30.382	0.133
J-20	29.333	0.222	J-57	30.394	0.299
J-21	29.496	0.385	J-58	30.214	0.148
J-22	29.732	0.495	J-59	30.098	0.274
J-23	29.611	0.278	J-60	29.988	0.543
J-24	29.986	0.111	J-61	30.083	0.262
J-25	29.944	0.192	J-62	30.055	0.252
J-26	29.973	0.089	J-63	30.160	0.596
J-27	29.994	0.166	J-64	29.977	0.194
J-28	29.661	0.277	J-65	29.891	0.253
J-29	29.930	0.148	J-66	30.094	0.159
J-30	30.001	0.146	J-67	30.036	0.190
J-31	30.006	0.329	J-68	29.956	0.126
J-32	30.219	0.153	J-69	30.105	0.191
J-33	30.334	0.405	J-70	29.791	0.270
J-34	30.464	0.249	J-71	30.124	0.168
J-35	30.640	0.205	J-72	30.145	0.240
J-36	30.723	0.150	J-73	30.057	0.578
J-37	30.590	0.209	J-74	30.126	0.247
			J-75	30.163	0.133

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.3.3. Tuberías

**Tabla N° 03:** Diámetros de tuberías empleadas-Clase PN 7.5 bar

DÁMETRO NOMINAL (pulg)	DÁMETRO NOMINAL (mm)	ESPESOR (mm)	DÁMETRO INTERIOR (mm)
PN 7.5 bar			
20	500	18.1	463.8
18	450	16.3	417.4
16	400	14.5	371
14	355	12.9	329.2
12	315	11.4	292.2
10	250	9.1	231.8
8	200	7.3	185.4
6	160	5.8	148.4
4	110	4	102

**Fuente:** Tubos Nicoll- Sistema Presión NTP-ISO 1452

**Tabla N° 04:** Características de las tuberías de la red

TUBERÍA	DÍAMETRO (pulgadas)	DÍAMETRO INTERIOR (mm)	MATERIAL	LONGITUD (m)	TUBERÍA	DÍAMETRO (pulgadas)	DÍAMETRO INTERIOR (mm)	MATERIAL	LONGITUD (m)
P-1	20	463.8	PVC	44.14	P-51	4	102	PVC	110.96
P-2	20	463.8	PVC	73.06	P-52	4	102	PVC	47.88
P-3	20	463.8	PVC	464.19	P-53	8	185.4	PVC	111.1
P-4	18	417.4	PVC	181.42	P-54	8	185.4	PVC	80.05
P-5	18	417.4	PVC	101.97	P-55	4	102	PVC	99.19
P-6	18	417.4	F*F*	106.67	P-56	4	102	PVC	103.19
P-7	18	417.4	PVC	17.65	P-57	8	185.4	PVC	49.45
P-8	18	417.4	F*F*	103.63	P-58	8	185.4	PVC	23.89
P-9	18	417.4	F*F*	117.6	P-59	4	102	AC	101.56
P-10	18	417.4	F*F*	110.7	P-60	8	185.4	AC	78.74
P-11	10	231.8	PVC	53.3	P-61	6	148.4	PVC	102.2
P-12	10	231.8	PVC	54.6	P-62	6	148.4	PVC	102.67
P-13	10	231.8	PVC	471.58	P-63	8	185.4	AC	57.14
P-14	10	231.8	PVC	191.47	P-64	8	185.4	AC	48.45
P-15	10	231.8	PVC	48.24	P-65	4	102	PVC	72.09
P-16	10	231.8	PVC	179.5	P-66	4	102	PVC	5.86
P-17	8	185.4	PVC	43.8	P-67	8	185.4	PVC	46.96
P-18	8	185.4	PVC	51.62	P-68	8	185.4	PVC	50.27
P-19	8	185.4	PVC	41.9	P-69	4	102	PVC	74.94
P-20	8	185.4	PVC	45.2	P-70	4	102	PVC	60.64
P-21	8	185.4	PVC	56.61	P-71	4	102	PVC	100.69
P-22	8	185.4	PVC	38.61	P-72	8	185.4	PVC	44.44
P-23	8	185.4	PVC	44.3	P-73	4	102	PVC	105.17
P-24	8	185.4	PVC	50.46	P-74	4	102	PVC	48.47
P-25	8	185.4	PVC	22.21	P-75	4	102	PVC	47.72
P-26	4	102	PVC	11.26	P-76	4	102	PVC	49.1
P-27	4	102	PVC	45.98	P-77	4	102	PVC	103.33
P-28	4	102	PVC	114.2	P-78	4	102	PVC	100.23
P-29	4	102	PVC	85.08	P-79	4	102	PVC	36.81
P-30	4	102	PVC	103.03	P-80	4	102	PVC	46.81
P-31	4	102	PVC	101.5	P-81	4	102	PVC	50.85
P-32	4	102	PVC	51.67	P-82	4	102	PVC	18.24
P-33	4	102	PVC	48.13	P-83	4	102	PVC	21.21
P-34	4	102	PVC	100.97	P-84	4	102	PVC	48.7
P-35	4	102	PVC	45.39	P-85	4	102	PVC	48.65
P-36	4	102	PVC	49.23	P-86	4	102	PVC	45.66
P-37	4	102	PVC	106.13	P-87	4	102	PVC	50.38
P-38	4	102	PVC	49	P-88	4	102	PVC	50.16
P-39	4	102	PVC	104.7	P-89	4	102	PVC	45.25
P-40	4	102	PVC	50.33	P-90	4	102	PVC	41.83
P-41	4	102	PVC	45.32	P-91	4	102	PVC	59.4
P-42	4	102	PVC	99.96	P-92	4	102	PVC	50.02
P-43	8	185.4	PVC	51.88	P-93	4	102	PVC	49.05
P-44	8	185.4	PVC	54.84	P-94	8	185.4	PVC	55.02
P-45	8	185.4	PVC	14.17	P-95	8	185.4	PVC	49.78
P-46	8	185.4	PVC	84.92	P-96	4	102	PVC	50.36
P-47	4	102	PVC	46.59	P-97	4	102	PVC	48.66
P-48	4	102	PVC	29.28	P-98	4	102	PVC	49.5
P-49	4	102	PVC	34.4					
P-50	4	102	PVC	49.97					

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

### 1.3.4. Válvula compuerta a la salida del Reservoirio de 3000 m<sup>3</sup>

**Tabla N° 05:** Características de la válvula ubicada a la salida del reservorio

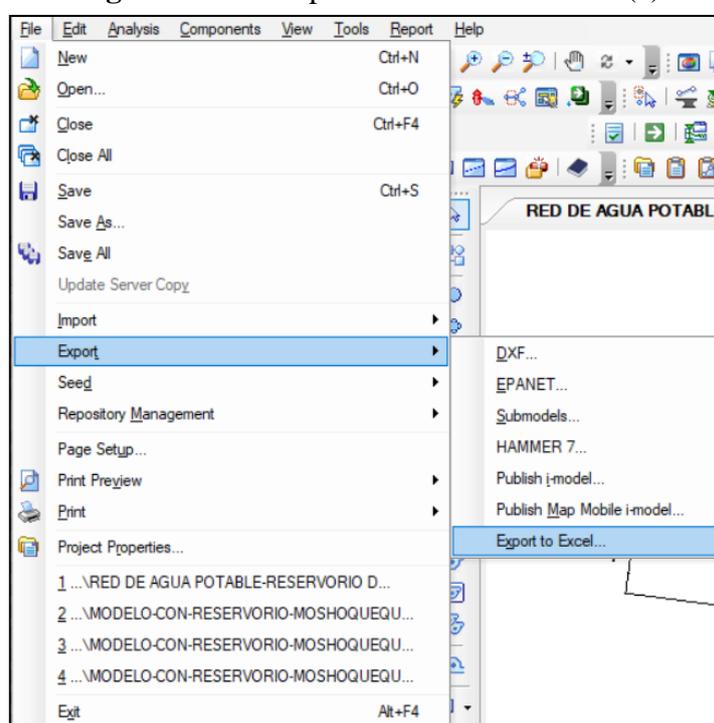
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (msnm)	DIÁMETRO (pulgadas)	DIÁMETRO (mm)
VÁLVULA COMPUERTA	26.41	20	463.8

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

## 1.4. Resultados del modelo de la red de agua potable

Después de ejecutar el análisis del modelo, exportar los resultados de los diferentes componentes de la red, para ello seleccionar la opción File-Export-Export to Excel.

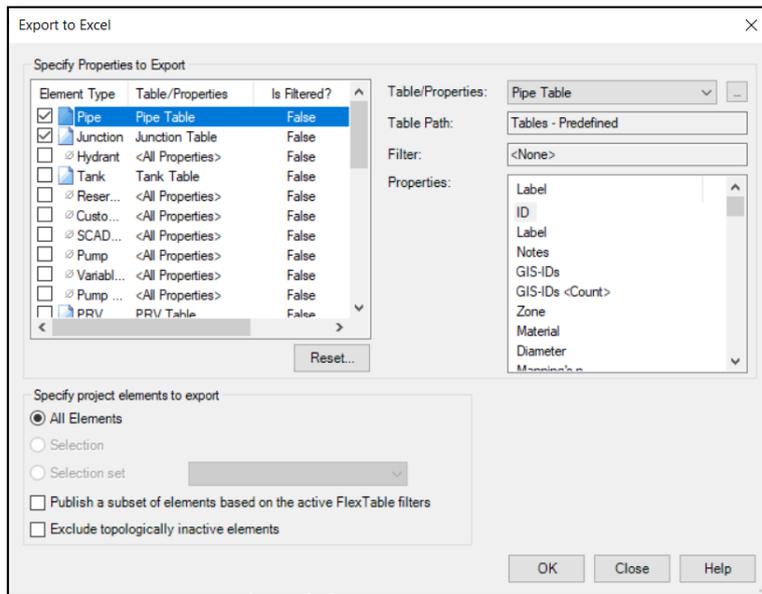
**Figura N° 23:** Exportación de Resultados (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

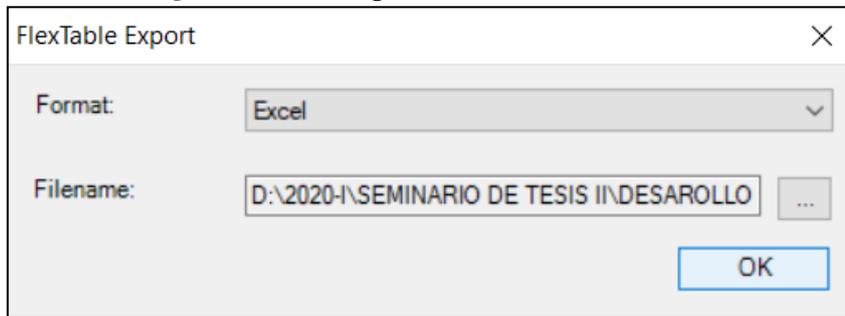
Especificar las propiedades a exportar: Pipe (Tubería), Juntion (Nodo) y Tank (Reservorio). Seleccionar la fila de cada propiedad y en el menú desplegable Table/Properties indicar la tabla correspondiente. A continuación, indicar el formato al que se exportará la data: Excel y la ubicación del documento. Confirmar (OK).

**Figura N° 24: Exportación de Resultados (b)**



**Fuente: Software WaterCAD**

**Figura N° 25: Exportación de Resultados (c)**



**Fuente: Software WaterCAD**

**Figura N° 26: Exportación de Resultados-Excel**

Element ID	Name	Type	Length	Diameter	Material	Velocity	Headloss	Loss Coefficient
1	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
2	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
3	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
4	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
5	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
6	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
7	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
8	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
9	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
10	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
11	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
12	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
13	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
14	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
15	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
16	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
17	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
18	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
19	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
20	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
21	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
22	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
23	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
24	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
25	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
26	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
27	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
28	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
29	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
30	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
31	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
32	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
33	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
34	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
35	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
36	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
37	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
38	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
39	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
40	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
41	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
42	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
43	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
44	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
45	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
46	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
47	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
48	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
49	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
50	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
51	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
52	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
53	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
54	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
55	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
56	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
57	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
58	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
59	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
60	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
61	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
62	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
63	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
64	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
65	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
66	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
67	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
68	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
69	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
70	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
71	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
72	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
73	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
74	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
75	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
76	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
77	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
78	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
79	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
80	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
81	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
82	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
83	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
84	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
85	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
86	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
87	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
88	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
89	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
90	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
91	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
92	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
93	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
94	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
95	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
96	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
97	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
98	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
99	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...
100	Reser...	Reser...	...	...	...	...	...	...

**Fuente: Software WaterCAD**

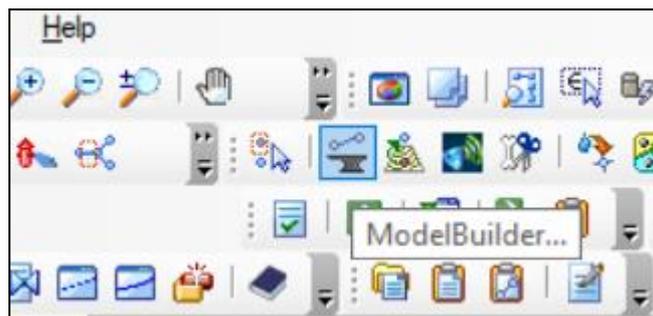
## 2. Modelo de la Red de Agua Potable con el reservorio de Villa Hermosa operativo-Modelo en Periodo Extendido.

2.1. La configuración del nuevo proyecto, se desarrolló de la misma forma como se detalló en el modelo anterior.

### 2.2. Topología de la red de agua potable

Definir la red de agua potable en el archivo AutoCAD utilizando una polilínea y guardarlo en extensión DXF. Importar este archivo a través de la herramienta Model Builder.

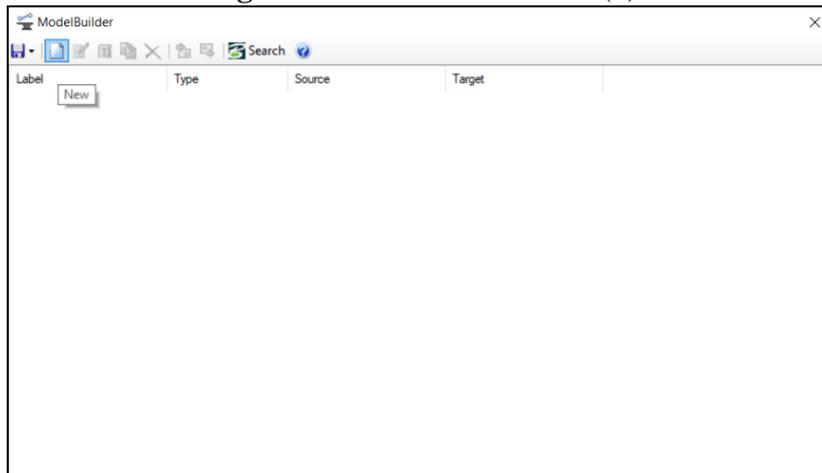
Figura N° 27: Model Builder (a)



Fuente: Software WaterCAD

En la ventana emergente seleccionar la opción New.

Figura N° 28: Model Builder (b)

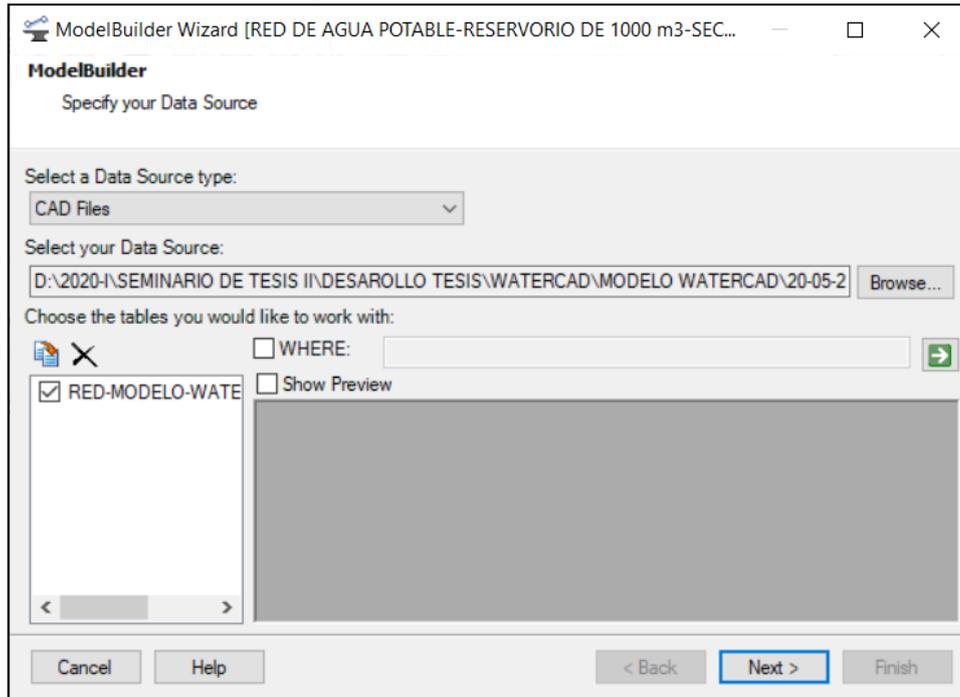


Fuente: Software WaterCAD

En la ventana siguiente se visualizan diversos campos.

- Select a Data Source type (Seleccionar el tipo de fuente de la data): CAD files (Archivos CAD).
- En el recuadro Browse, seleccionar el archivo en extensión DXF. En el apartado inferior izquierdo dejar activa solo la capa de la polilínea con la que fue definida la red en el archivo a ser importado. Next.

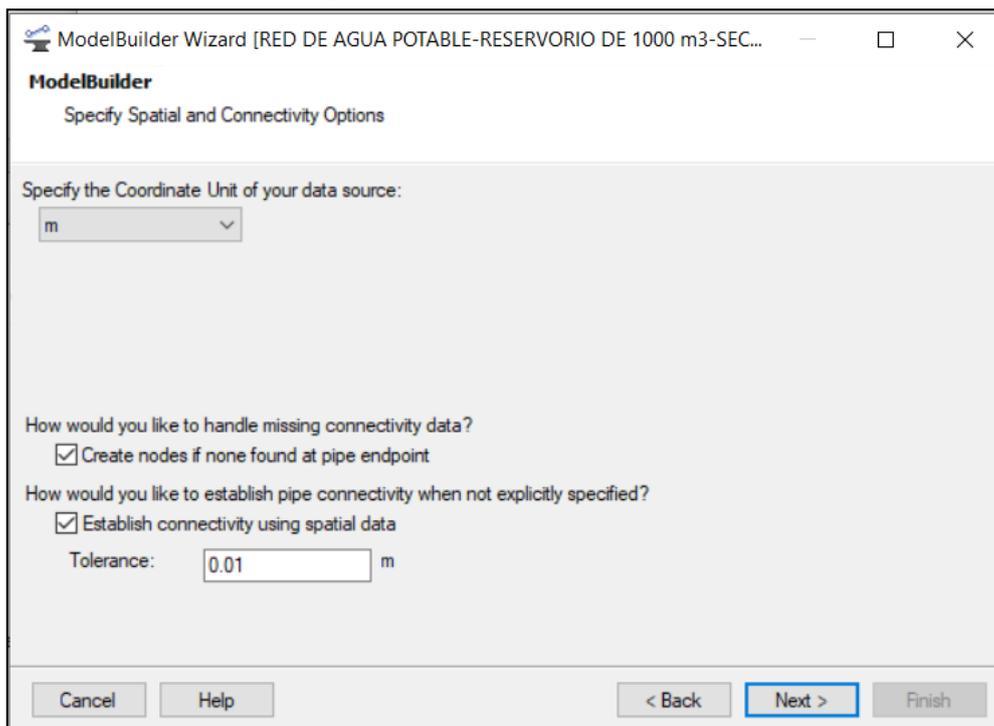
**Figura N° 29: Model Builder (c)**



**Fuente:** Software WaterCAD

A continuación, indicar la unidad de los elementos importados: m y la tolerancia=0.01m. Seleccionar la opción Next.

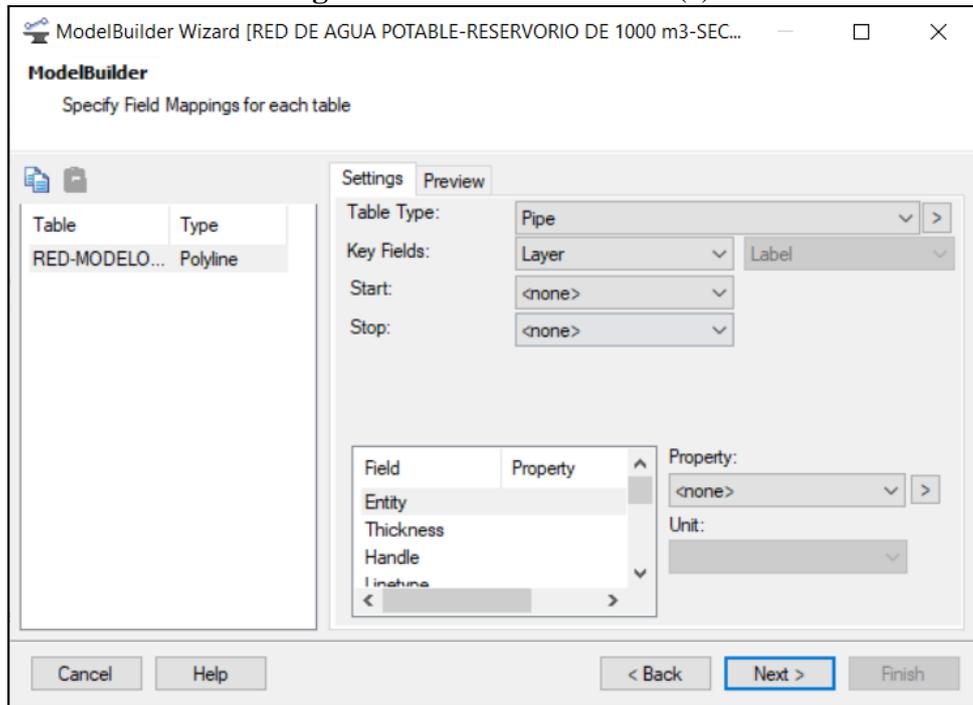
**Figura N° 30: Model Builder (d)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Indicar en el apartado Table Type (Tipo de datos): Pipe (Tubería). Asimismo, en el apartado Key Fields: Layer (Capas). Next.

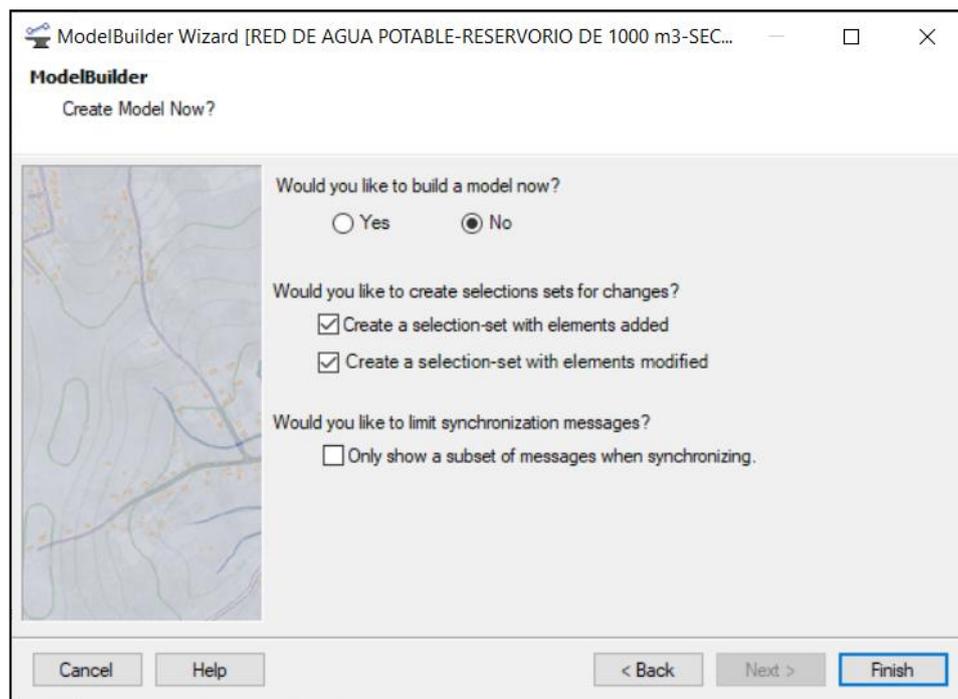
**Figura N° 31: Model Builder (e)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Confirmar la construcción del modelo. Finish.

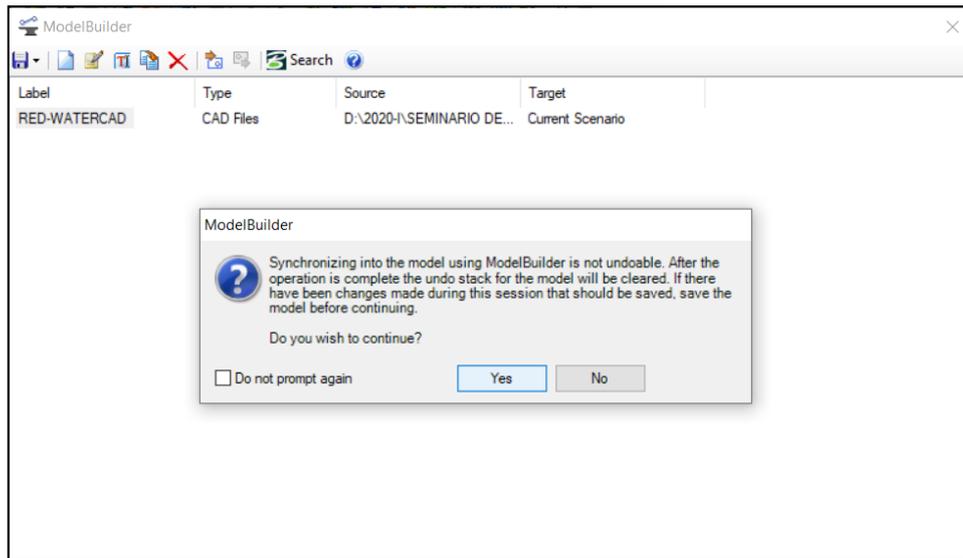
**Figura N° 32: Model Builder (f)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Confirmar la sincronización a través del Model Builder.

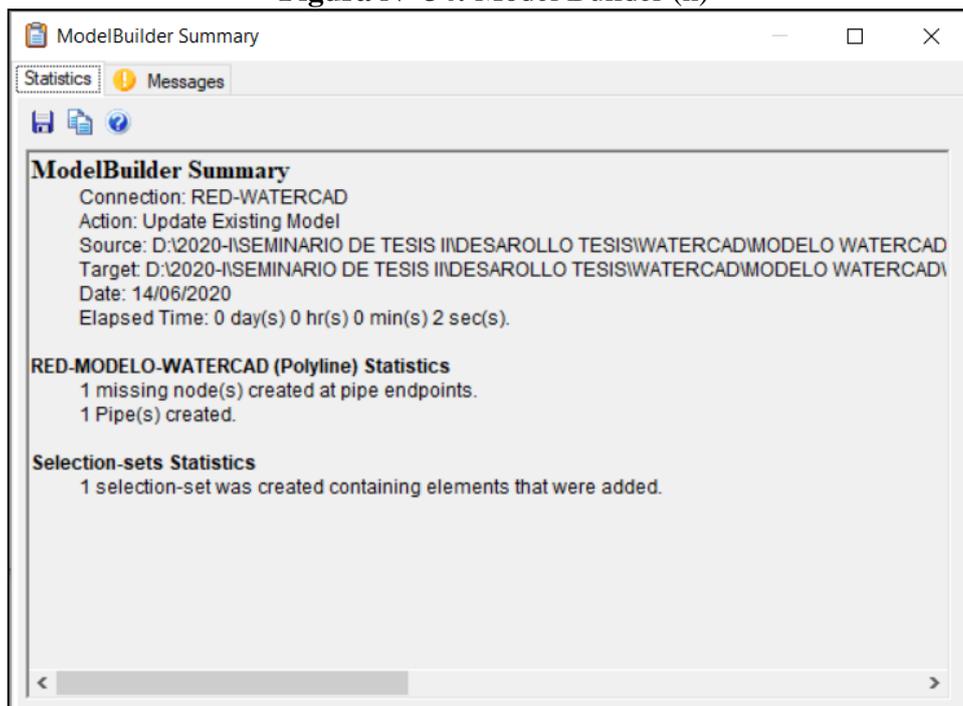
**Figura N° 33: Model Builder (g)**



**Fuente:** Software WaterCAD

Visualizar el resumen de la data importada y cerrar las ventanas mostradas.

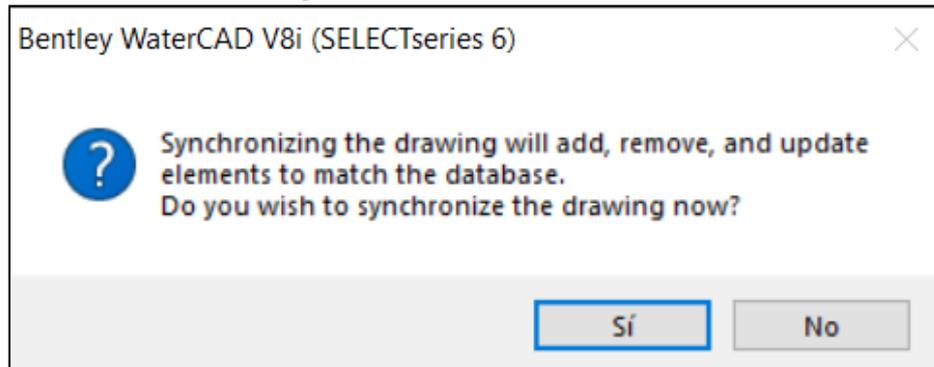
**Figura N° 34: Model Builder (h)**



**Fuente:** Software WaterCAD

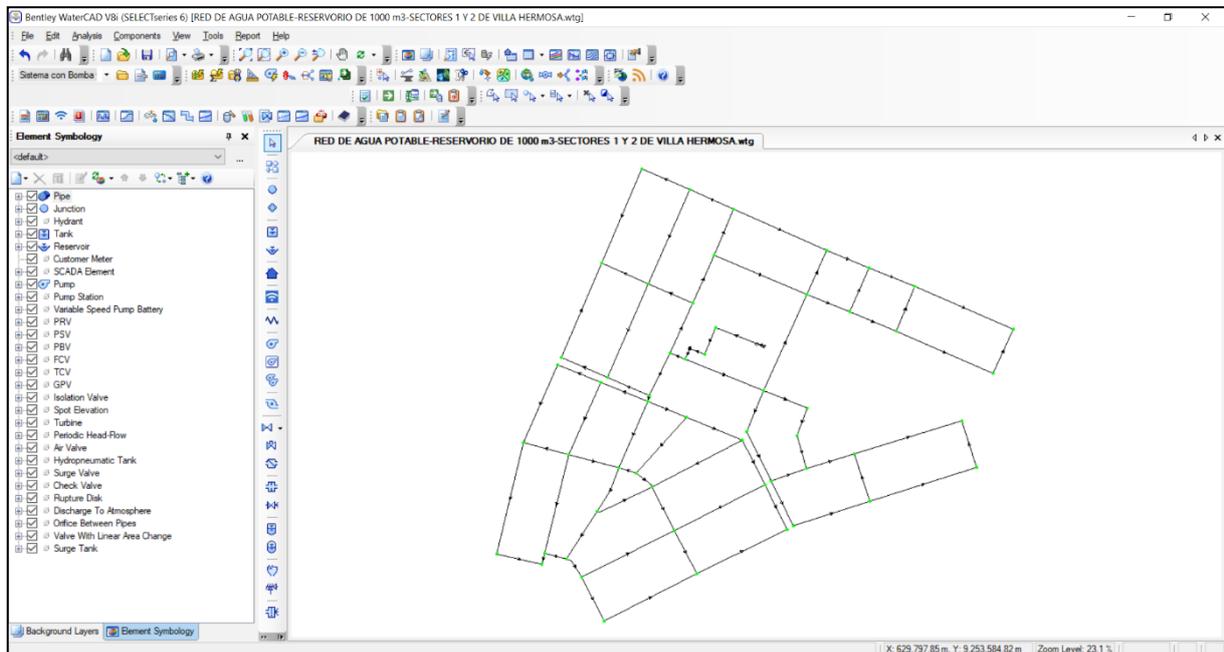
Confirmar la sincronización final del dibujo.

**Figura N° 35:** Model Builder (i)



**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 36:** Red de Agua Potable-Reservorio de 1000 m3-Sectores 1 y 2 de Villa Hermosa



**Fuente:** Software WaterCAD

## 2.3. Ingreso de información a la red de agua potable

### 2.3.1. Captación

**Tabla N° 06:** Características de la captación-Pozo N°01

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (msnm)	NIVEL ESTÁTICO (msnm)	NIVEL DINÁMICO (msnm)
CAPTACIÓN	30.104	28.554	17.104

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

### 2.3.2. Bomba sumergida de 20 HP

**Tabla N° 07:** Características de la bomba sumergida-Pozo N°01

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (msnm)		CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA		
			APAGADO	DISEÑO	MAX. OPERACIÓN
BOMBA	1.504	CAUDAL (LPS)	0	23.5	48
		ALTURA (m)	82	52	0

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

**Tabla N° 08:** Eficiencia del equipo de bombeo -Pozo N°01

EFICIENCIA DE MOTOR	85%
EFICIENCIA DE LA BOMBA	70%
CAUDAL DE DISEÑO	23.5

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

### 2.3.3. Reservorio de 3000m<sup>3</sup>

**Tabla N° 09:** Características del Reservorio de Villa Hermosa-1000 m<sup>3</sup>

ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (msnm)	ELEVACIÓN BASE (msnm)	ELEVACIÓN MÍNIMA (msnm)	ELEVACIÓN INICIAL (msnm)	ELEVACIÓN MÁXIMA (msnm)
630058.225	9253522.64	RESERVORIO	30.0646	51.5646	53.4646	56.4646	59.4646

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

### 2.3.4. Variación Horaria del Consumo de Agua Potable

**Tabla N° 10:** Variación horaria del consumo de agua potable

CURVA DE VARIACIÓN HORARIA-DE AGUA POTABLE			
HORA	FACTOR	HORA	FACTOR
00:00	0.61	12:00	1.29
01:00	0.62	13:00	1.27
02:00	0.63	14:00	1.22
03:00	0.64	15:00	1.20
04:00	0.65	16:00	1.20
05:00	0.63	17:00	1.15
06:00	0.94	18:00	1.12
07:00	1.20	19:00	1.06
08:00	1.31	20:00	0.90
09:00	1.37	21:00	0.78
10:00	1.34	22:00	0.71
11:00	1.33	23:00	0.65

**Fuente:** Variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos

### 2.3.5. Escenario para modelamiento de la Red de Agua Potable

**Tabla N° 11:** Escenario-Modelo Watercad

ESCENARIO		
Nivel de Agua en Tanque (m)		Estado de la Bomba
>=	5.5	OFF
<=	3.5	ON

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.3.6. Nodos

**Tabla N° 12:** Características de los nodos de la red

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	NODO	ELEVACIÓN (msnm)	DEMANDA (L/s)
3254	629932.27	9253313.754	"J1"	29.986	0.1111
3255	629910.818	9253319.506	"J2"	29.944	0.1921
3256	629908.122	9253308.572	"J3"	29.973	0.0891
3257	629863.327	9253318.95	"J4"	29.994	0.1655
3258	629889.866	9253430.025	"J5"	29.661	0.2766
3259	629924.202	9253507.858	"J6"	29.93	0.1481
3260	629926.998	9253514.908	"J7"	30.001	0.1458
3261	629967.47	9253609.66	"J8"	30.006	0.3287
3262	630006.91	9253703.151	"J9"	30.219	0.1528
3263	630054.467	9253682.949	"J10"	30.334	0.4051
3264	630098.283	9253663.031	"J11"	30.464	0.2488
3265	630190.673	9253622.287	"J12"	30.6396	0.2049
3266	630232.45	9253604.534	"J13"	30.7228	0.1505
3267	630278.17	9253586.281	"J14"	30.5897	0.2095
3268	630375.389	9253543.778	"J15"	30.8584	0.0984
3269	630353.289	9253502.456	"J16"	30.5217	0.1678
3270	630258.73	9253541.196	"J17"	30.5579	0.2315
3271	630212.531	9253561.164	"J18"	30.5839	0.1134
3272	630170.546	9253578.196	"J19"	30.3681	0.2535
3273	630078.398	9253616.866	"J20"	30.2942	0.2566
3275	630057.83	9253569.235	"J21"	29.9046	0.2882
3276	630036.111	9253518.877	"J22"	30.0207	0.1210
3282	630055.522	9253511.722	"J23"	29.9493	0.1481
3283	630128.071	9253481.989	"J24"	30.1057	0.2130
3284	630171.397	9253464.863	"J25"	30.3533	0.0741
3285	630160.632	9253437.63	"J26"	30.2614	0.0741
3286	630169.9	9253404.503	"J27"	30.21	0.1528
3287	630217.615	9253419.35	"J28"	30.4579	0.2523
3288	630324.051	9253451.685	"J29"	30.5066	0.2072
3289	630338.76	9253406.126	"J30"	30.4557	0.1551
3290	630232.943	9253372.281	"J31"	30.4732	0.2512
3291	630156.962	9253347.09	"J32"	30.4258	0.1331
3292	630150.702	9253343.934	"J33"	30.3816	0.1331
3293	630062.133	9253299.269	"J34"	30.3939	0.2986
3294	629970.151	9253252.498	"J35"	30.2139	0.1481
3295	629947.07	9253296.231	"J36"	30.0975	0.2743
3296	629935.131	9253418.111	"J37"	29.9878	0.5428
3297	629966.382	9253490.38	"J38"	30.0832	0.2616
3298	629973.019	9253494.957	"J39"	30.0546	0.2523
3299	630013.336	9253588.873	"J40"	30.1599	0.5961
3300	629963.025	9253361.916	"J41"	29.9769	0.1944
3301	629984.298	9253405.167	"J42"	29.8909	0.2533
3302	630013.01	9253471.296	"J43"	30.0942	0.1586
3303	630014.536	9253476.959	"J44"	30.0356	0.1898
3304	630001.669	9253399.594	"J45"	29.9558	0.1262
3305	630051.693	9253455.39	"J46"	30.1049	0.1910
3306	630017.437	9253385.755	"J47"	29.7906	0.2697
3307	630106.552	9253432.622	"J48"	30.124	0.1678
3308	630110.66	9253441.098	"J49"	30.1452	0.2396
3309	630039.551	9253342.361	"J50"	30.0571	0.5775
3310	630128.841	9253387.848	"J51"	30.1256	0.2465
3311	630135.311	9253391.912	"J52"	30.1628	0.1331
3251	630078.906	9253544.21	"J53"	30.13	0.0463
3252	630069.84	9253522.657	"J54"	30.07	0.0463

**Fuente:** Elaboración Propia

## 2.3.7. Tuberías

**Tabla N° 13:** Características de las tuberías de la red

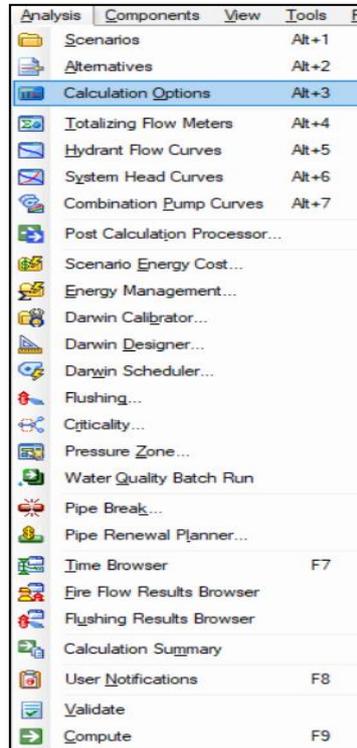
TUBERÍA	DÍAMETRO (pulgadas)	DÍAMETRO INTERIOR (mm)	MATERIAL	LONGITUD (m)
P-1	8	185.4	PVC	22.21
P-2	4	102	PVC	11.26
P-3	4	102	PVC	45.98
P-4	4	102	PVC	114.2
P-5	4	102	PVC	85.08
P-6	4	102	PVC	103.03
P-7	4	102	PVC	101.5
P-8	4	102	PVC	51.67
P-9	4	102	PVC	48.13
P-10	4	102	PVC	100.97
P-11	4	102	PVC	45.39
P-12	4	102	PVC	49.23
P-13	4	102	PVC	106.13
P-14	4	102	PVC	49
P-15	4	102	PVC	104.7
P-16	4	102	PVC	50.33
P-17	4	102	PVC	45.32
P-18	4	102	PVC	99.96
P-19	8	185.4	PVC	51.88
P-20	8	185.4	PVC	54.84
P-21	8	185.4	PVC	14.17
P-22	8	185.4	PVC	84.92
P-23	4	102	PVC	46.59
P-24	4	102	PVC	29.28
P-25	4	102	PVC	34.4
P-26	4	102	PVC	49.97
P-27	4	102	PVC	110.96
P-28	4	102	PVC	47.88
P-29	8	185.4	PVC	111.1
P-30	8	185.4	PVC	80.05
P-31	4	102	PVC	99.19
P-32	4	102	PVC	103.19
P-33	8	185.4	PVC	49.45
P-34	8	185.4	PVC	23.89
P-35	4	102	AC	101.56
P-36	8	185.4	AC	78.74
P-37	6	148.4	PVC	102.2
P-38	6	148.4	PVC	102.67
P-39	8	185.4	AC	57.14
P-40	8	185.4	AC	48.45
P-41	4	102	PVC	72.09
P-42	4	102	PVC	5.86
P-43	8	185.4	PVC	46.96
P-44	8	185.4	PVC	50.27
P-45	8	185.4	PVC	11.31
P-46	4	102	PVC	74.94
P-47	4	102	PVC	60.64
P-48	4	102	PVC	100.69
P-49	8	185.4	PVC	44.44
P-50	4	102	PVC	105.17
P-51	4	102	PVC	48.47
P-52	4	102	PVC	47.72
P-53	4	102	PVC	49.1
P-54	4	102	PVC	103.33
P-55	4	102	PVC	100.23
P-56	4	102	PVC	36.81
P-57	4	102	PVC	46.81
P-58	4	102	PVC	50.85
P-59	4	102	PVC	18.24
P-60	4	102	PVC	21.21
P-61	4	102	PVC	48.7
P-62	4	102	PVC	48.65
P-63	4	102	PVC	45.66
P-64	4	102	PVC	50.38
P-65	4	102	PVC	50.16
P-66	4	102	PVC	45.25
P-67	4	102	PVC	41.83
P-68	4	102	PVC	59.4
P-69	4	102	PVC	50.02
P-70	4	102	PVC	49.05
P-71	8	185.4	PVC	55.02
P-72	8	185.4	PVC	49.78
P-73	4	102	PVC	50.36
P-74	4	102	PVC	48.66
P-75	4	102	PVC	49.5
P-76	6	148.4	PVC	5.4
P-77	6	148.4	PVC	43.05
P-78	12	292.2	PVC	23.37
P-79	12	292.2	PVC	12.86

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

## 2.4. Configuración del modelo en periodo extendido

Definir la configuración base para el modelo en periodo extendido seleccionando la opción Analysis-Calculation Options.

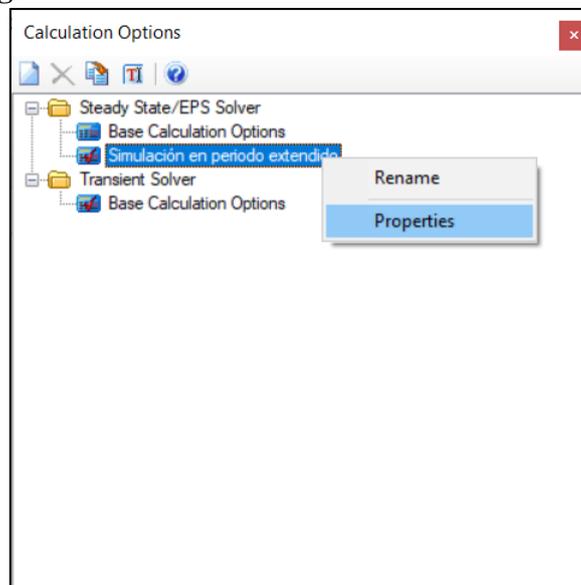
**Figura N° 37:** Opciones de Cálculo (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

Crear un nuevo archivo: New y renombrarlo con la opción Rename: “Simulación en periodo extendido”.

**Figura N° 38:** Simulación en Periodo Extendido (a)



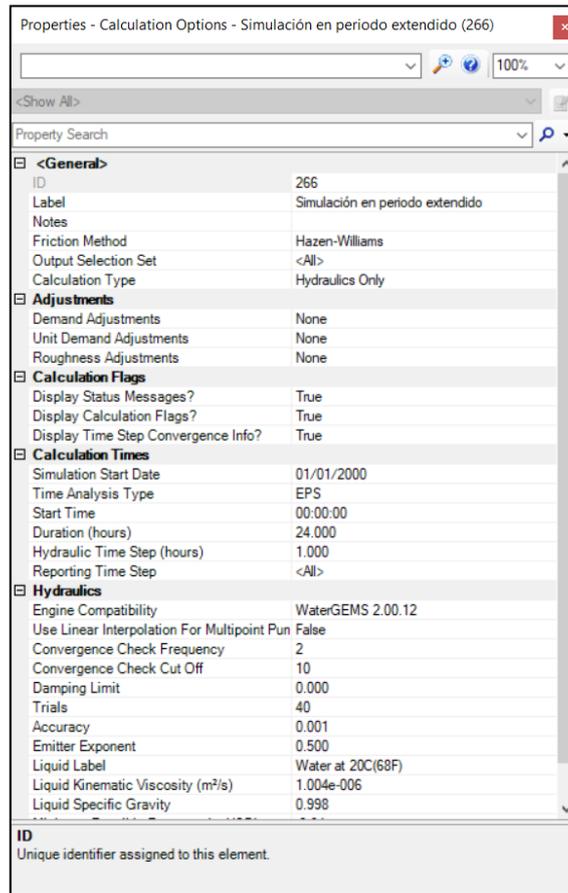
**Fuente:** Software WaterCAD

Verificar la configuración por defecto. Friction Method (Método de fricción): Hazen-Williams; Calculation Type (Tipo de cálculo): Hydraulics Only (Solo Hidráulico); Liquid Label (Líquido a conducir): Water at 20°C(68F).

Time Analysis Type (Tipo de análisis): EPS (Simulación en Periodo Extendido)

- Start Time: 00:00 am
- Duration: 24 hrs
- Hydraulic Time Step: 1 hr

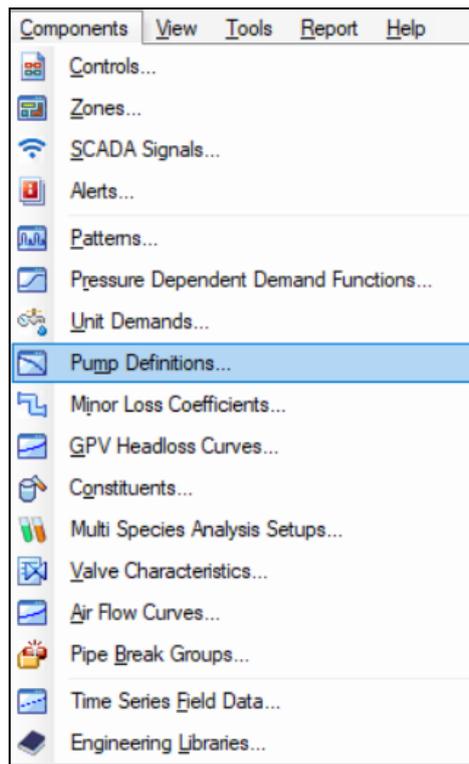
**Figura N° 39:** Simulación en Periodo Extendido (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

Ingresa los datos correspondientes al equipo de bombeo, seleccionando las opciones Component-Pump Definitions. En la ventana emergente, seleccionar la opción New y renombrar con la opción Rename: “BOMBA”.

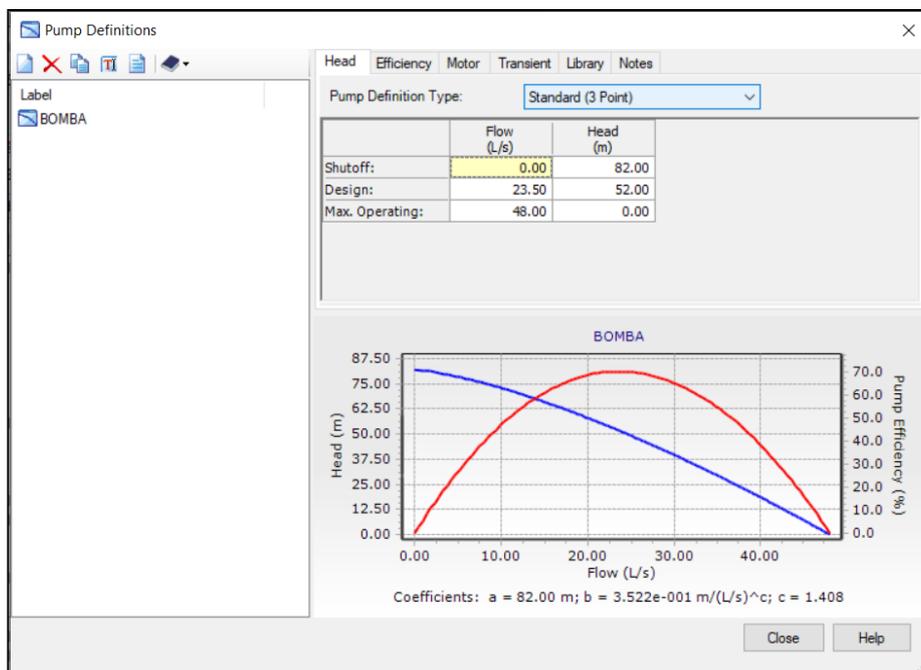
**Figura N° 40:** Definición de la bomba



**Fuente:** Software WaterCAD

Utilizar el tipo de definición de bomba en base a 3 puntos. Para ello en la pestaña: Head, ir al menú desplegable Pump Definition Type: Standard (3 Point) e introducir los datos que se muestran en la Figura N°07 (características de la bomba).

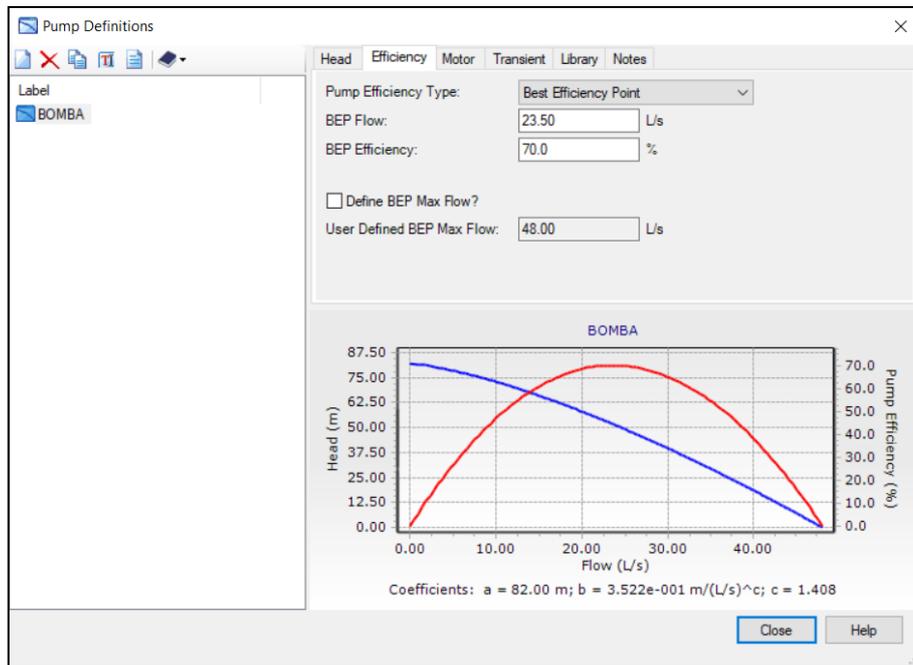
**Figura N° 41:** Curva de Rendimiento de la Bomba



**Fuente:** Software WaterCAD

Indicar la eficiencia de la bomba. Para ello en la pestaña: Efficiency, ir al menú desplegable Pump Efficiency Type: Best Efficiency Point, e introducir los datos que se muestran en la Figura N°08 (eficiencia de la bomba).

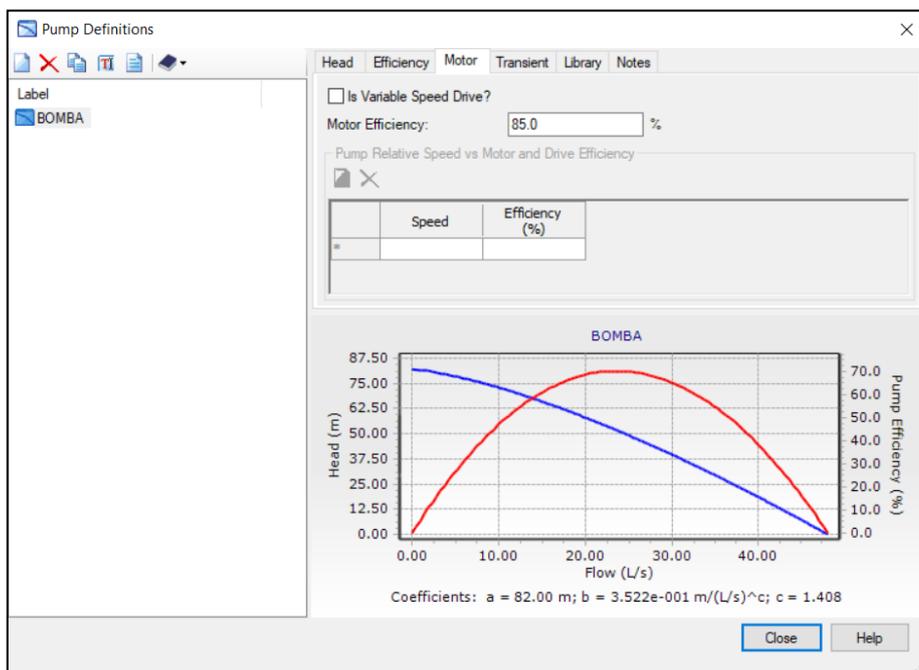
**Figura N° 42: Eficiencia de la Bomba**



**Fuente:** Software WaterCAD

Ingresar la eficiencia del motor. En la pestaña: Motor, ir al apartado Motor Efficiency e introducir el dato mostrado en la Figura N°08 (eficiencia del motor).

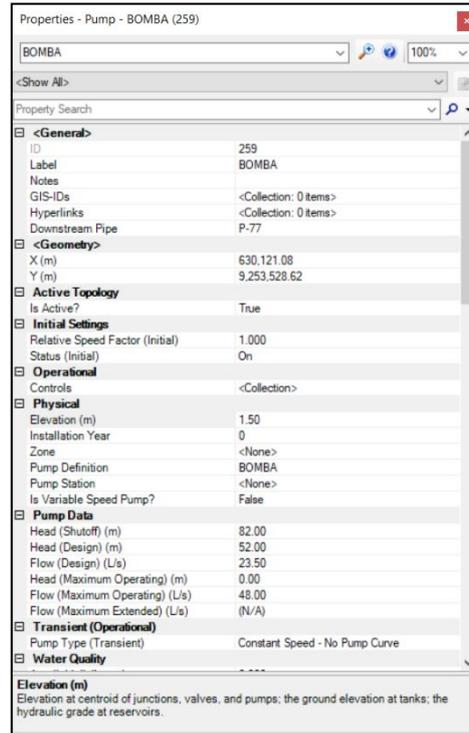
**Figura N° 43: Eficiencia del Motor**



**Fuente:** Software WaterCAD

Asignar la nueva definición a la bomba, para ello ir a las propiedades de la bomba y en el menú desplegable de Pump Definition especificar: “BOMBA”.

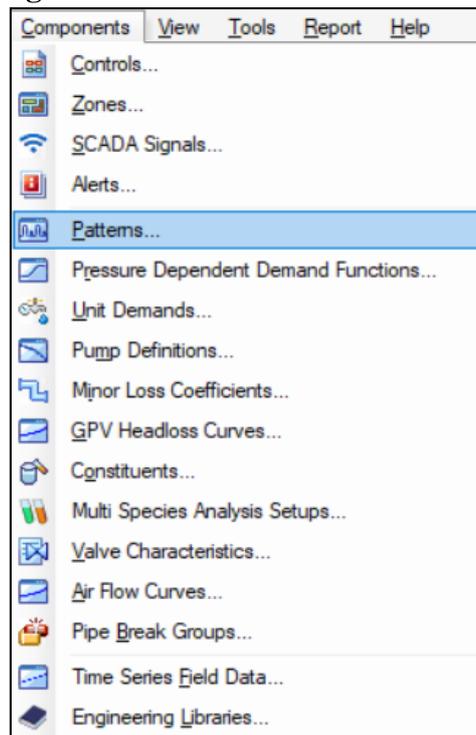
**Figura N° 44:** Definición de la bomba



**Fuente:** Software WaterCAD

Ingresar los patrones de consumo máximo horario: Components-Patterns.

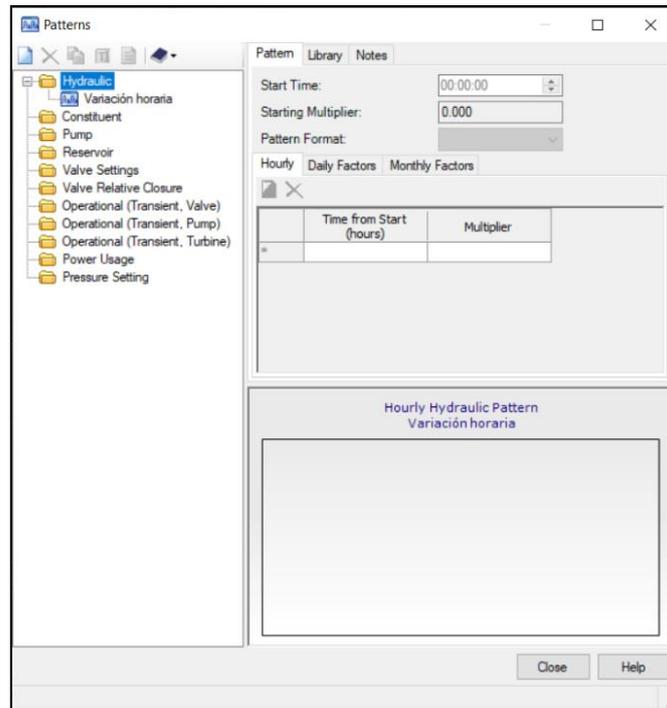
**Figura N° 45:** Patrones de consumo (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

En la ventana emergente, seleccionar la opción Hydraulic; crear un nuevo patrón con la opción New y renombrarlo: “Variación horaria”

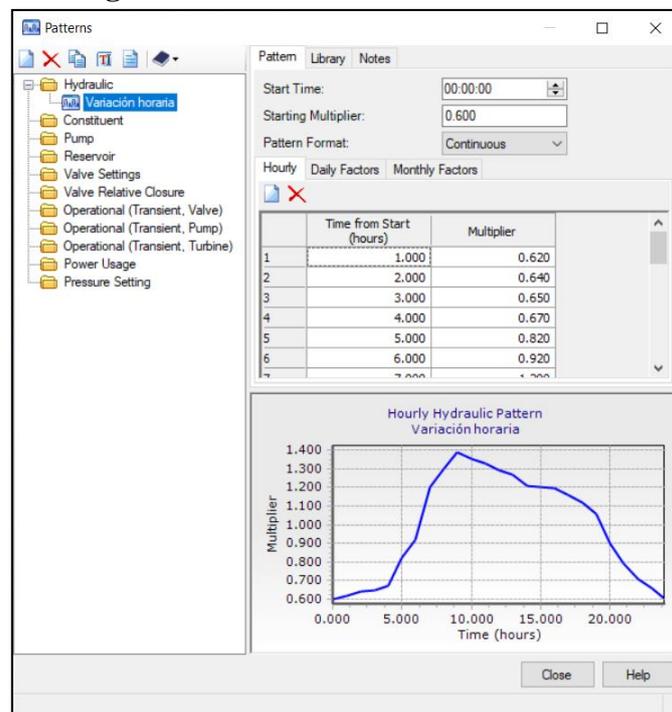
**Figura N° 46:** Patrones de consumo (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

Ingresar en la pestaña Pattern una a una las 24 horas con los factores correspondientes.

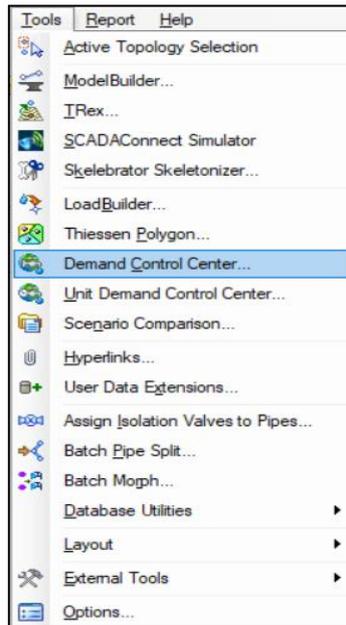
**Figura N° 47:** Curva de Variación Horaria



**Fuente:** Software WaterCAD

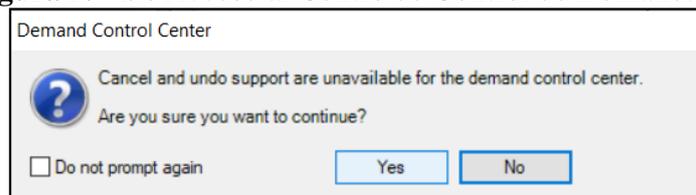
Asignar el patrón “Variación horaria” a las demandas en los nudos: Tools-Demand Control Center-Continuar (Yes).

**Figura N° 48:** Acceso al Centro de Control de Demandas (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

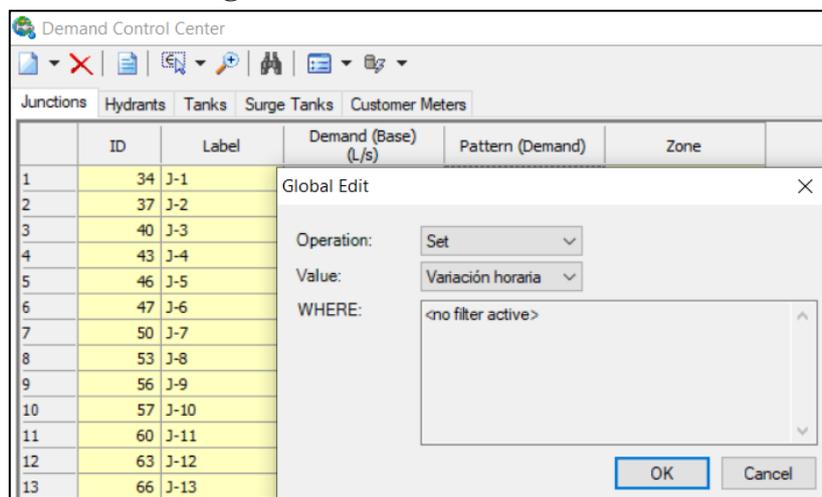
**Figura N° 49:** Acceso al Centro de Control de Demandas (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

En el encabezado Pattern (Demand) seleccionar la opción Global Edit e indicar en el menú desplegable Value: “Variación Horaria”.

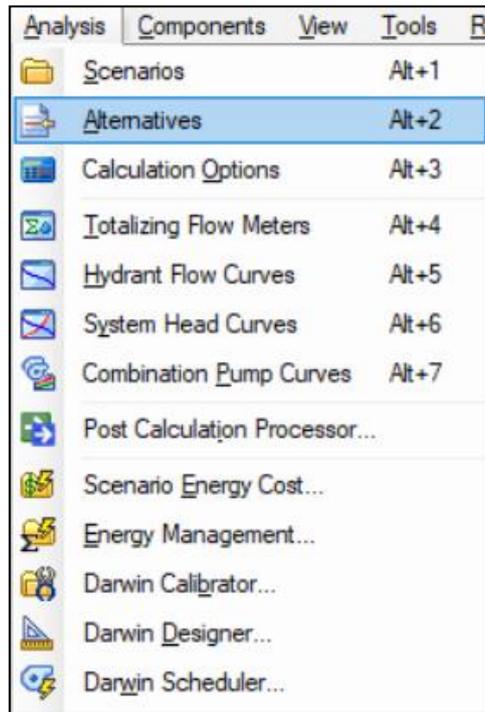
**Figura N° 50:** Patrón de Demandas



**Fuente:** Software WaterCAD

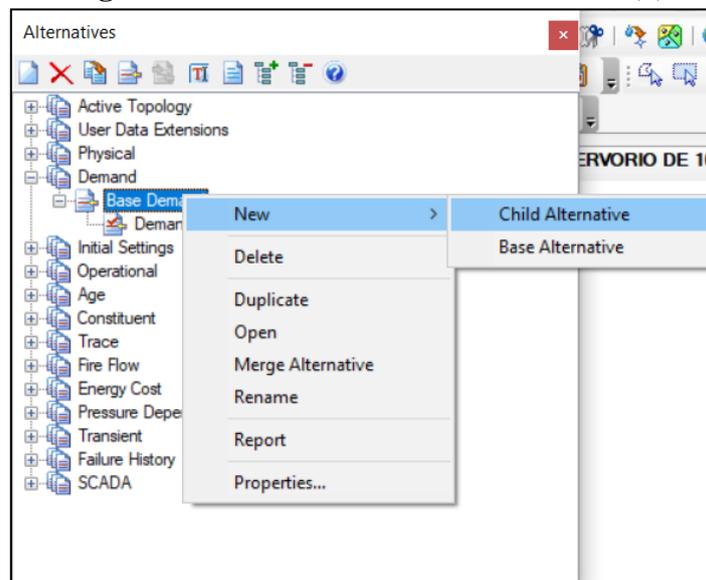
Crear una demanda base, para ello ir a la pestaña Analysis-Alternatives. En Demand- Base Demand – seleccionar la opción New-Child Alternative y renombrarla como “Demanda con variación”.

**Figura N° 51:** Creación de Demanda Base (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

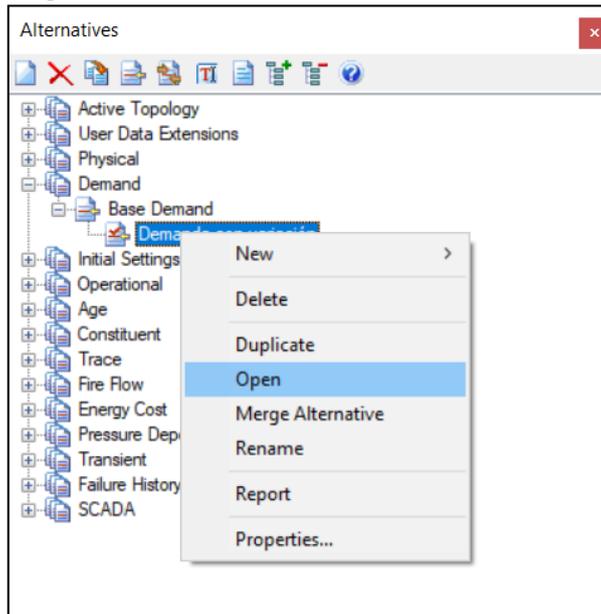
**Figura N° 52:** Creación de Demanda Base (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

Visualizar la tabla de demandas contenidas en la nueva demanda base.

**Figura N° 53:** Creación de Demanda Base (c)



**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 54:** Creación de Demanda Base (d)

Demand : Demanda con variación (RED DE AGUA POTABL

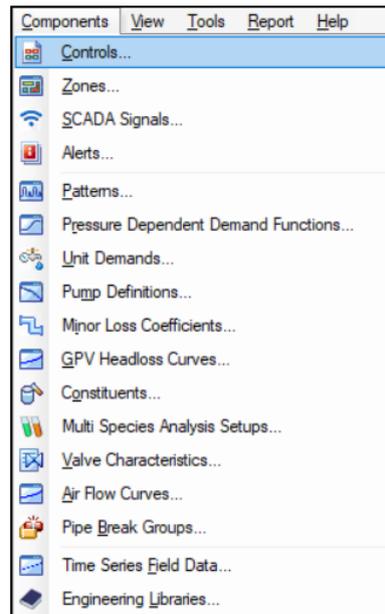
Junction Hydrant Tank Surge Tank Cu

	*	ID	Label	Dei ^
34: J-1	<input type="checkbox"/>	34	J-1	<Collec
37: J-2	<input type="checkbox"/>	37	J-2	<Collec
40: J-3	<input type="checkbox"/>	40	J-3	<Collec
43: J-4	<input type="checkbox"/>	43	J-4	<Collec
46: J-5	<input type="checkbox"/>	46	J-5	<Collec
47: J-6	<input type="checkbox"/>	47	J-6	<Collec
50: J-7	<input type="checkbox"/>	50	J-7	<Collec
53: J-8	<input type="checkbox"/>	53	J-8	<Collec
56: J-9	<input type="checkbox"/>	56	J-9	<Collec
57: J-10	<input type="checkbox"/>	57	J-10	<Collec
60: J-11	<input type="checkbox"/>	60	J-11	<Collec
63: J-12	<input type="checkbox"/>	63	J-12	<Collec
66: J-13	<input type="checkbox"/>	66	J-13	<Collec
69: J-14	<input type="checkbox"/>	69	J-14	<Collec
72: J-15	<input type="checkbox"/>	72	J-15	<Collec
75: J-16	<input type="checkbox"/>	75	J-16	<Collec
78: J-17	<input type="checkbox"/>	78	J-17	<Collec
81: J-18	<input type="checkbox"/>	81	J-18	<Collec
84: J-19	<input type="checkbox"/>	84	J-19	<Collec
87: J-20	<input type="checkbox"/>	87	J-20	<Collec
90: J-21	<input type="checkbox"/>	90	J-21	<Collec
93: J-22	<input type="checkbox"/>	93	J-22	<Collec
96: J-23	<input type="checkbox"/>	96	J-23	<Collec
99: J-24	<input type="checkbox"/>	99	J-24	<Collec
102: J-25	<input type="checkbox"/>	102	J-25	<Collec
105: J-26	<input type="checkbox"/>	105	J-26	<Collec
108: J-27	<input type="checkbox"/>	108	J-27	<Collec
111: J-28	<input type="checkbox"/>	111	J-28	<Collec
114: J-29	<input type="checkbox"/>	114	J-29	<Collec
117: J-30	<input type="checkbox"/>	117	J-30	<Collec
120: J-31	<input type="checkbox"/>	120	J-31	<Collec
123: J-32	<input type="checkbox"/>	123	J-32	<Collec
124: J-33	<input type="checkbox"/>	124	J-33	<Collec
125: J-34	<input type="checkbox"/>	125	J-34	<Collec
128: J-35	<input type="checkbox"/>	128	J-35	<Collec
129: J-36	<input type="checkbox"/>	129	J-36	<Collec
132: J-37	<input type="checkbox"/>	132	J-37	<Collec
135: J-38	<input type="checkbox"/>	135	J-38	<Collec

**Fuente:** Software WaterCAD

Ingresar el escenario, seleccionando las opciones Components-Controls.

**Figura N° 55:** Acceso al Control de Componentes



**Fuente:** Software WaterCAD

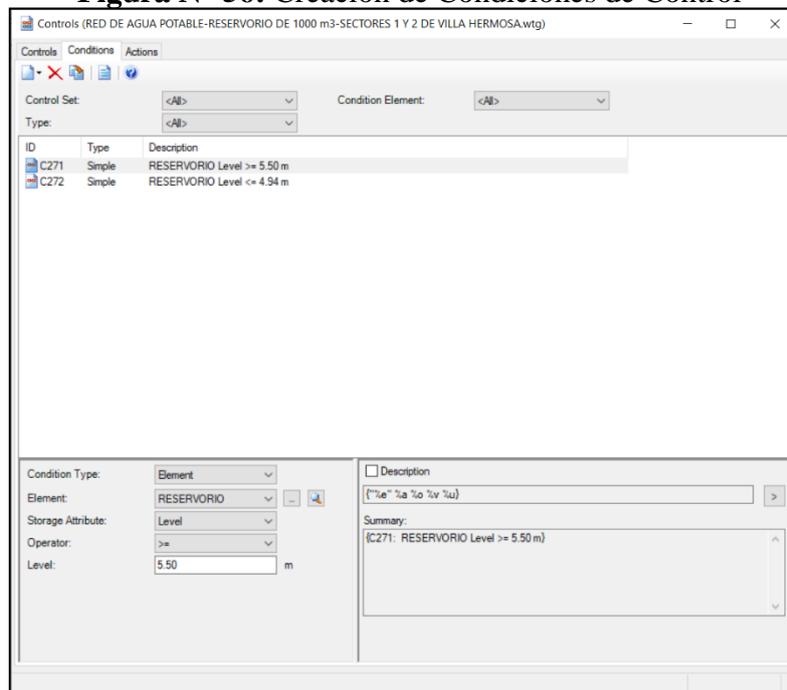
En la pestaña Condiciones, crear una nueva del tipo Simple. Posteriormente especificar:

Condition Type: Element; Element: Reservoir; Storage Attribute: Level; Operator: >=; Level: 5.5

Bajo la misma secuencia, crear otra condición para el nivel mínimo del reservorio:

Operator: <=; Level: 4.94 (nivel mínimo).

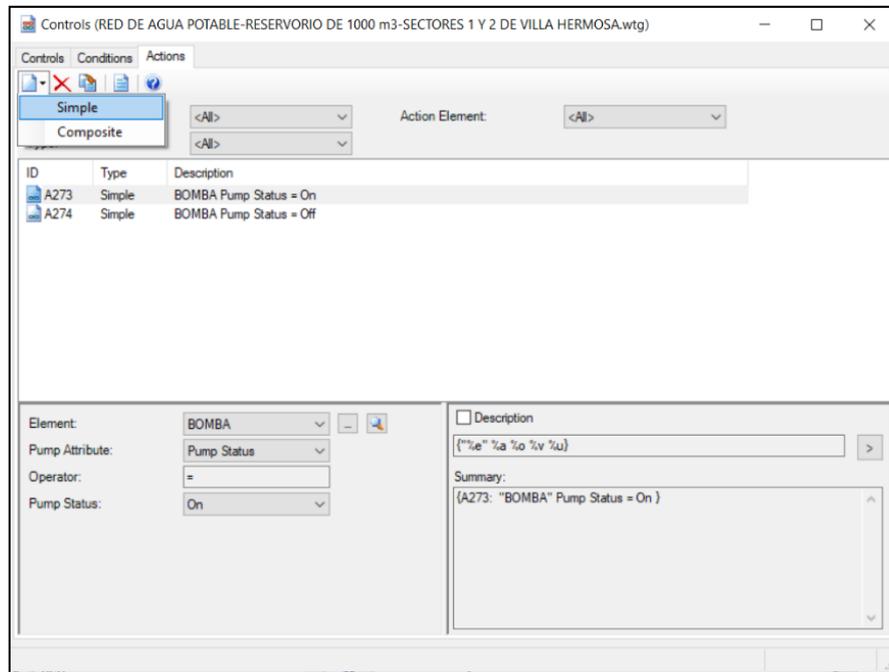
**Figura N° 56:** Creación de Condiciones de Control



**Fuente:** Software WaterCAD

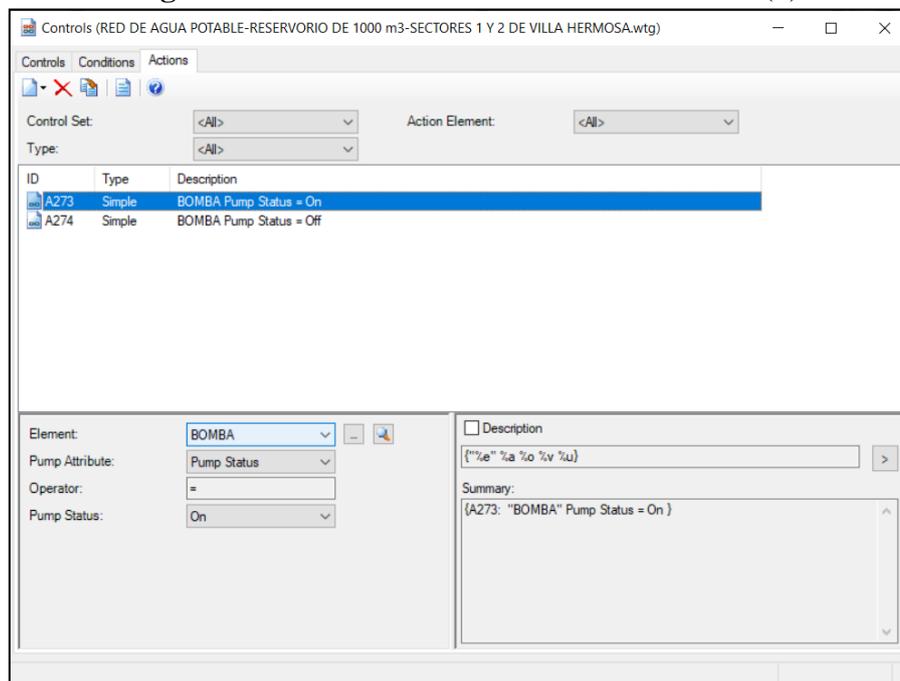
En la pestaña Acciones, crear una nueva del tipo Simple. A continuación, especificar:  
 Element: Bomba; Pump Attribute: Pump Status; Operator: =; Pump Status: On  
 Bajo la misma secuencia, crear otra acción para el estado apagado de la bomba:  
 Operator: =; Pump Status: Off

**Figura N° 57:** Creación de Acciones de Control (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 58:** Creación de Acciones de Control (b)



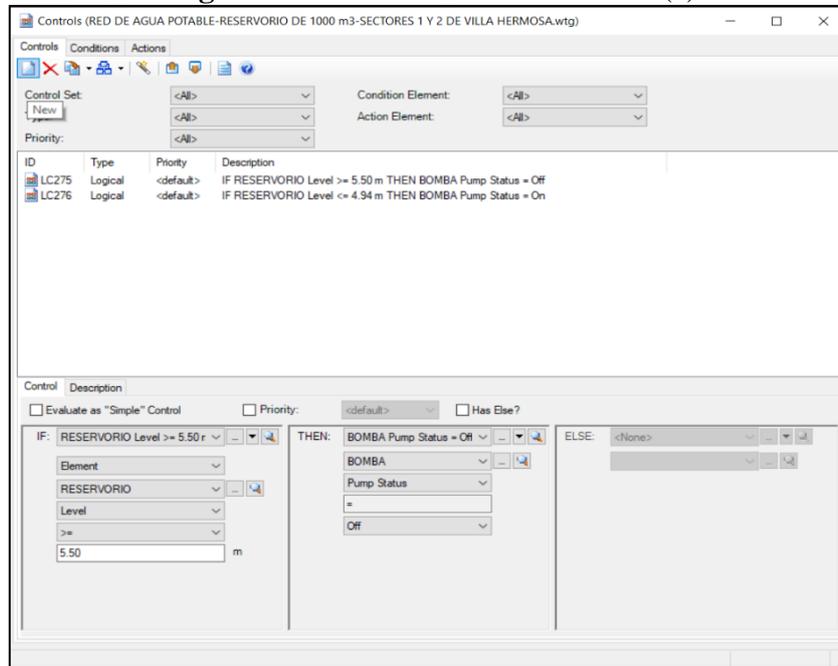
**Fuente:** Software WaterCAD

Integrar las Condiciones y Acciones anteriormente creadas, en la pestaña Controles: New.

- En el primer control indicar: If(si) el nivel del reservorio es  $\geq 5.50\text{m}$ , Then (entonces) apagar la bomba y posteriormente el reservorio empezará a brindar el servicio.

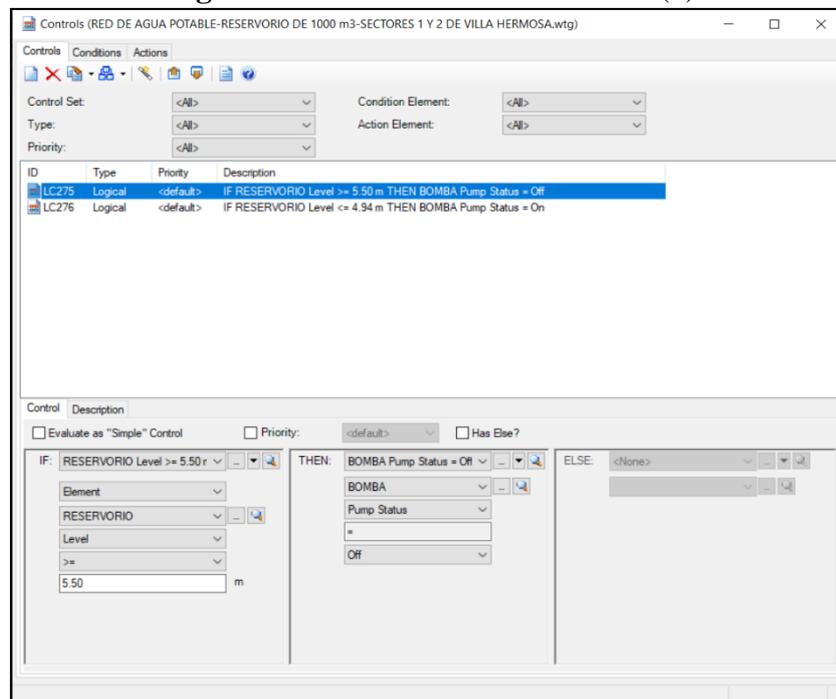
- En el segundo control indicar: If(si) el nivel del reservorio es  $\leq 4.94\text{m}$ , Then (entonces) prender la bomba para llenar (filling) el reservorio.

**Figura N° 59:** Creación de Controles (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

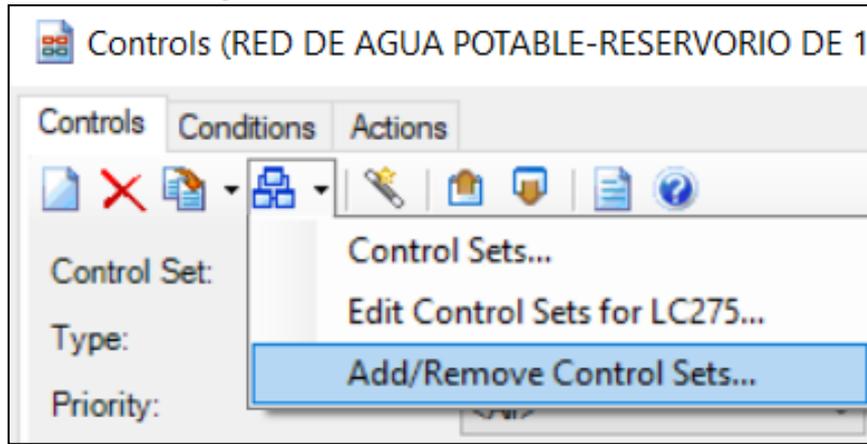
**Figura N° 60:** Creación de Controles (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

Añadir los nuevos controles a través de la opción Add/Remove Control Sets.

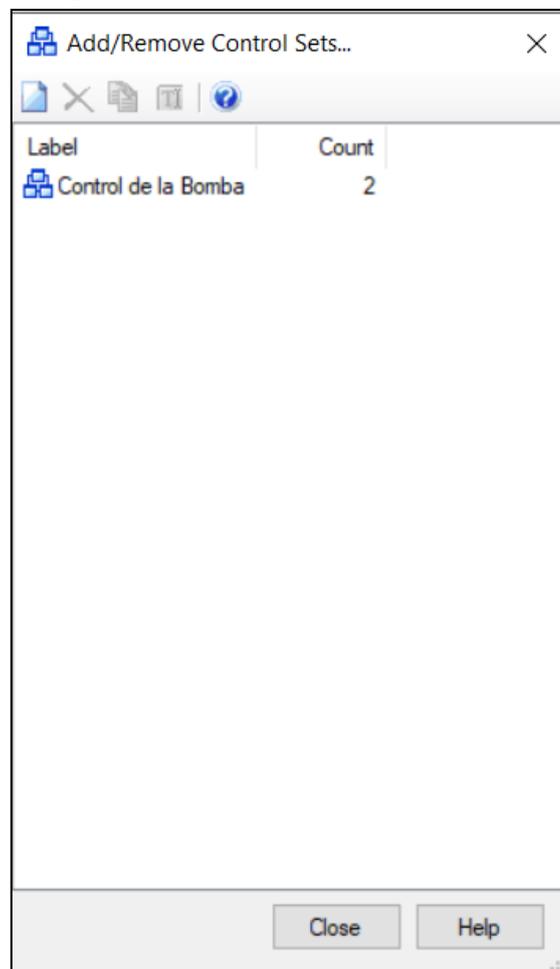
**Figura N° 61:** Adición de Controles (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

Seleccionar la opción New y renombrar como “Control de la Bomba”

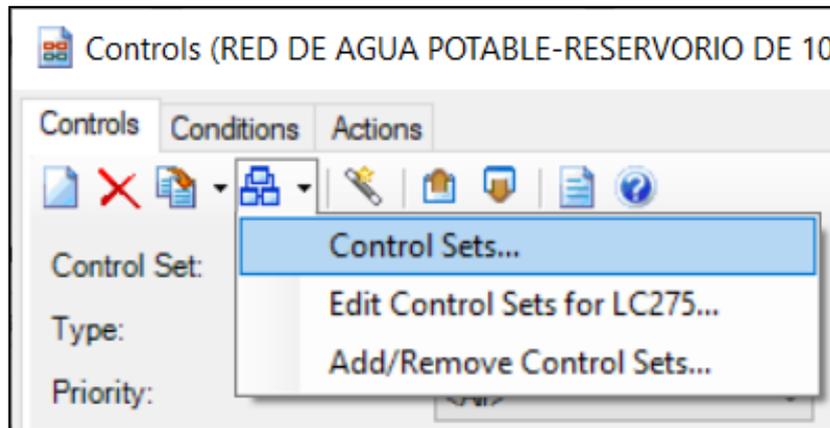
**Figura N° 62:** Adición de Controles (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

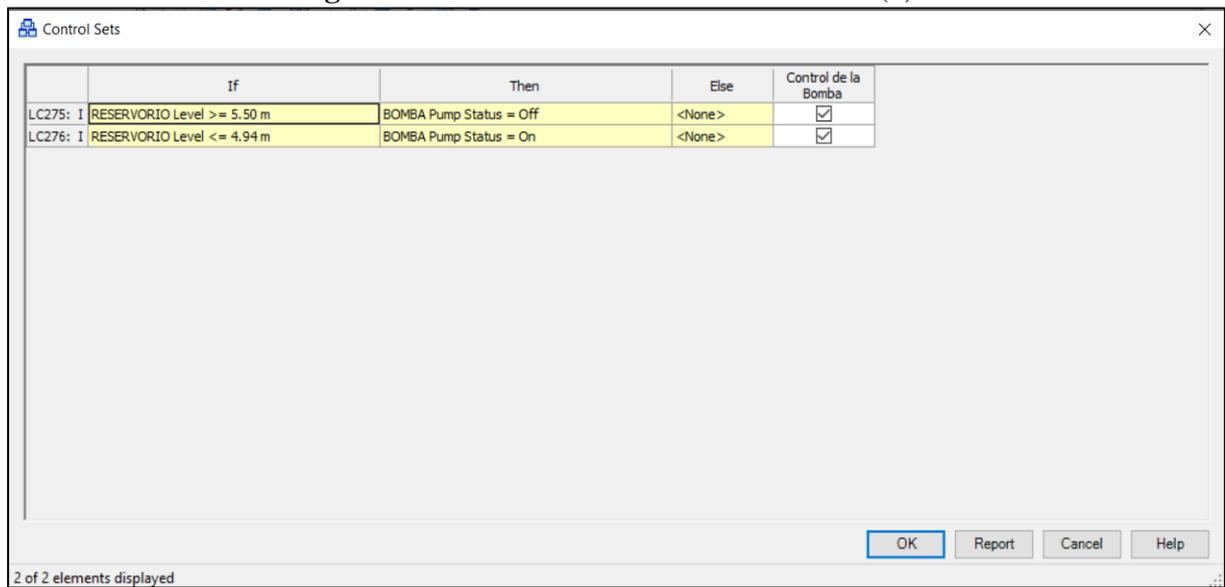
Establecer controles con la opción Control Sets y aprobar el uso del control denominado “Control de la Bomba”.

**Figura N° 63:** Establecimiento de Controles (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

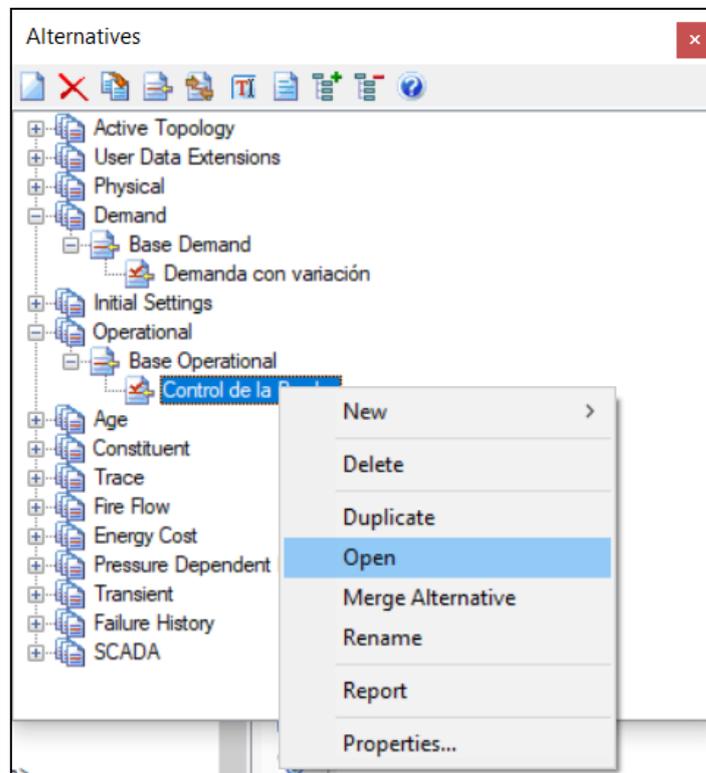
**Figura N° 64:** Establecimiento de Controles (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

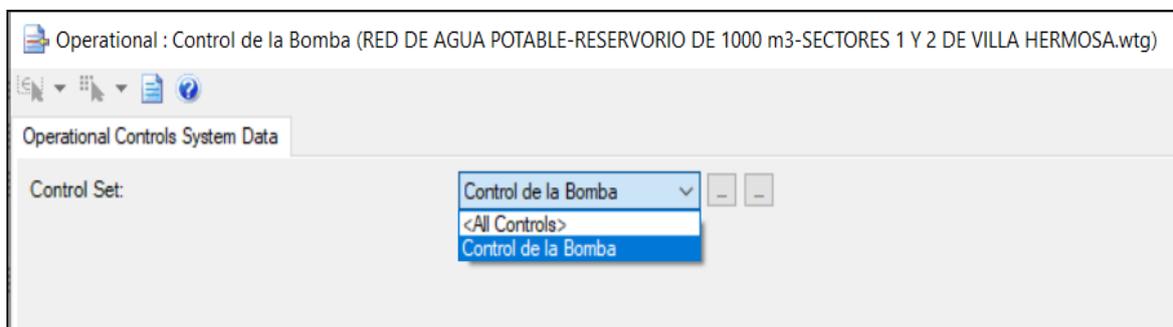
Ir a la pestaña Analysis-Alternatives. En Operational-Base Operational – seleccionar la opción New-Child Alternative y renombrarla como “Control de la Bomba”. Abrir el sistema de control operacional y establecer el control recientemente creado.

**Figura N° 65:** Creación de Base Operacional (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

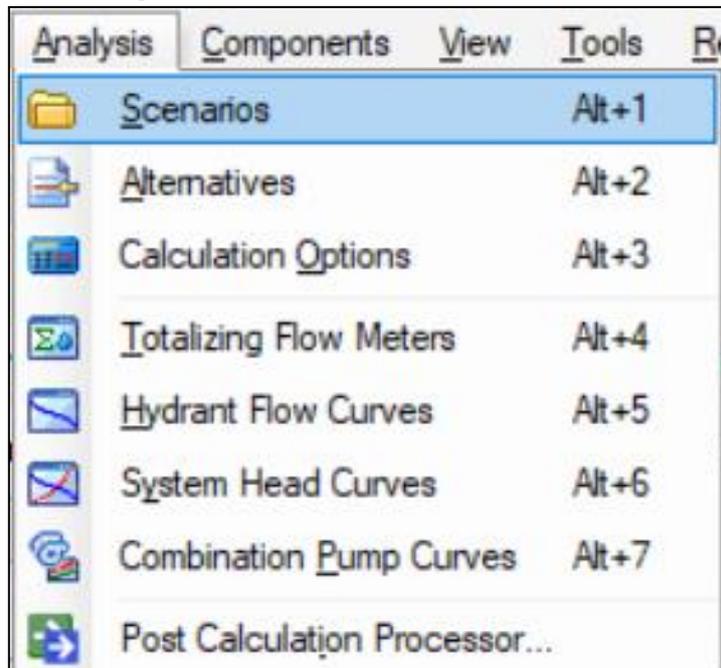
**Figura N° 66:** Creación de Base Operacional (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

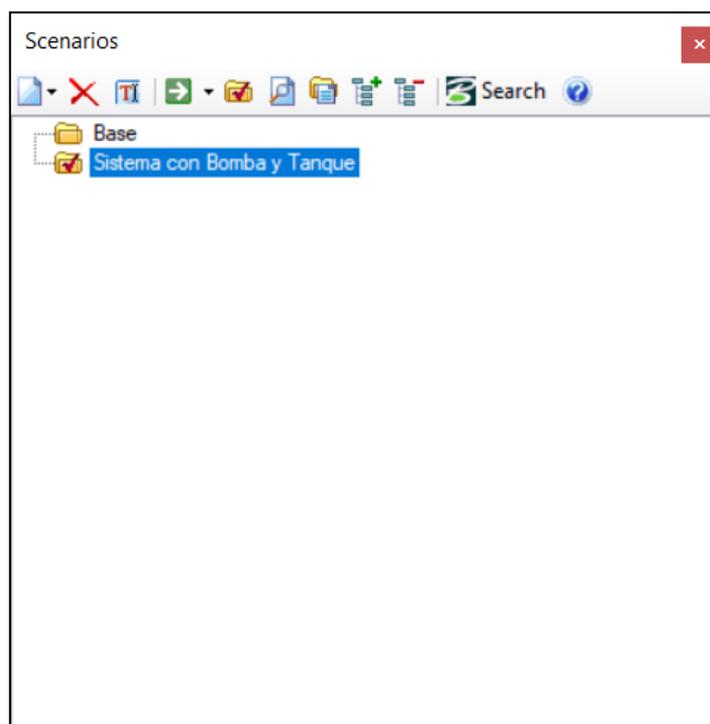
Crear un nuevo escenario con las opciones Analysis-Scenarios-New-Base escenario, y renombrar como “Sistema con Bomba y Tanque”.

**Figura N° 67:** Creación de Escenario (a)



**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 68:** Creación de Escenario (b)



**Fuente:** Software WaterCAD

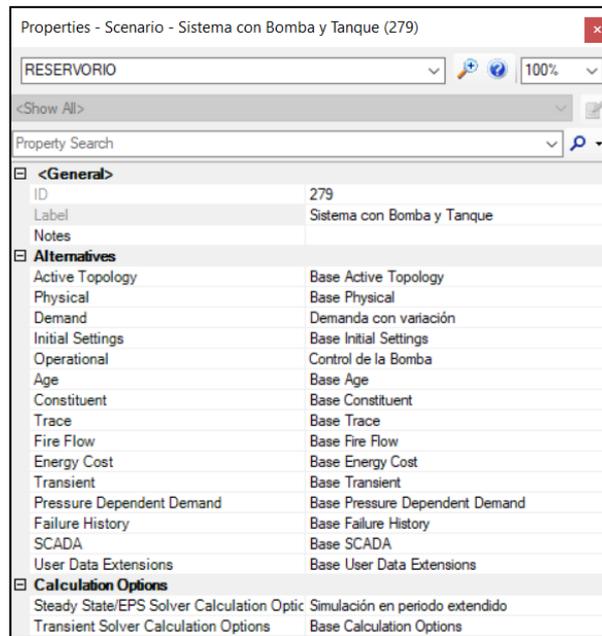
Ingresar a las propiedades del escenario creado y especificar:

Demand: Demanda con variación

Operational: Control de la Bomba

Steady State/EPS Solver Calculation Options: Simulación en periodo extendido.

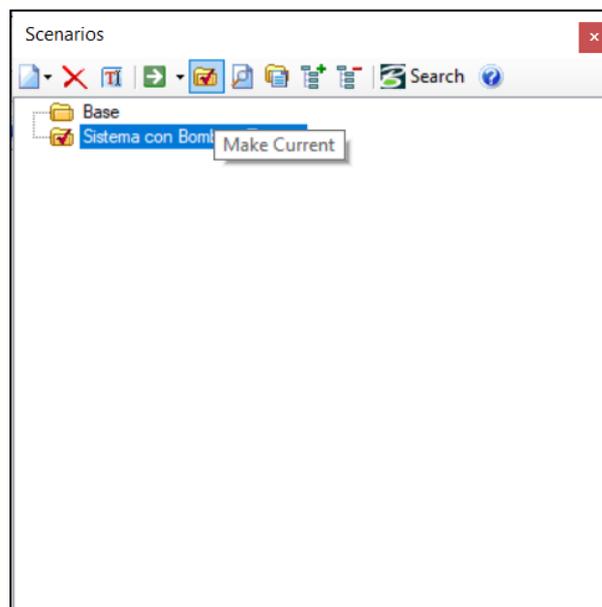
**Figura N° 69:** Propiedades del Escenario



**Fuente:** Software WaterCAD

Asignar a “Sistema con Bomba y Tanque” como escenario en curso con la opción Make Current.

**Figura N° 70:** Escenario en curso

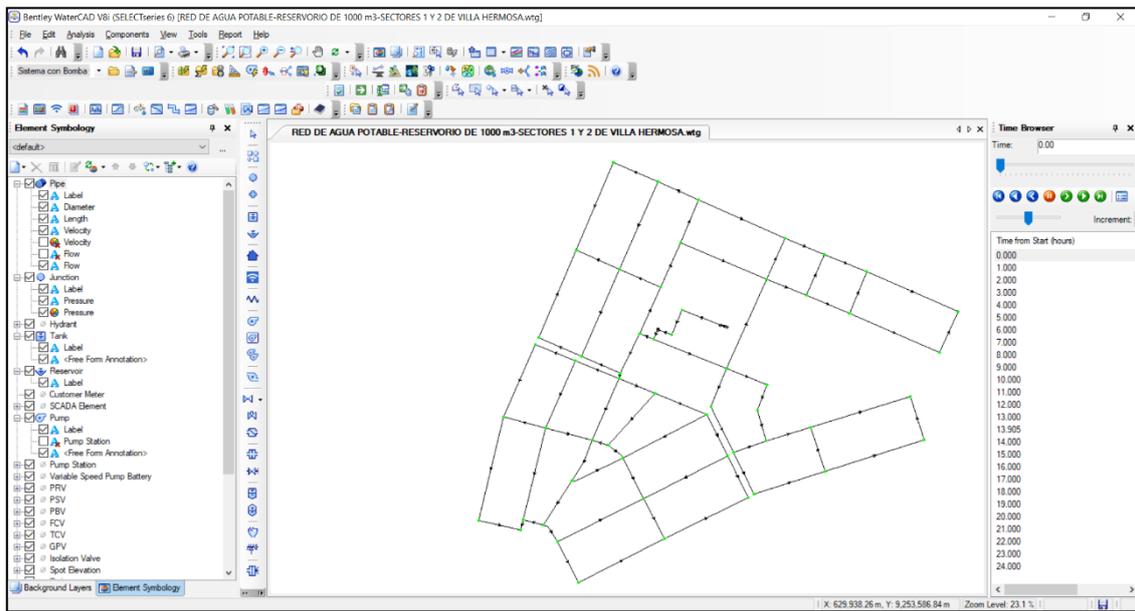


**Fuente:** Software WaterCAD

Después de la configuración anterior, verificar en el dibujo el marcador graficado antes de la bomba. A continuación, validar el modelo y computar. Se visualiza el sentido del flujo correspondiente a las 00:00 hrs.

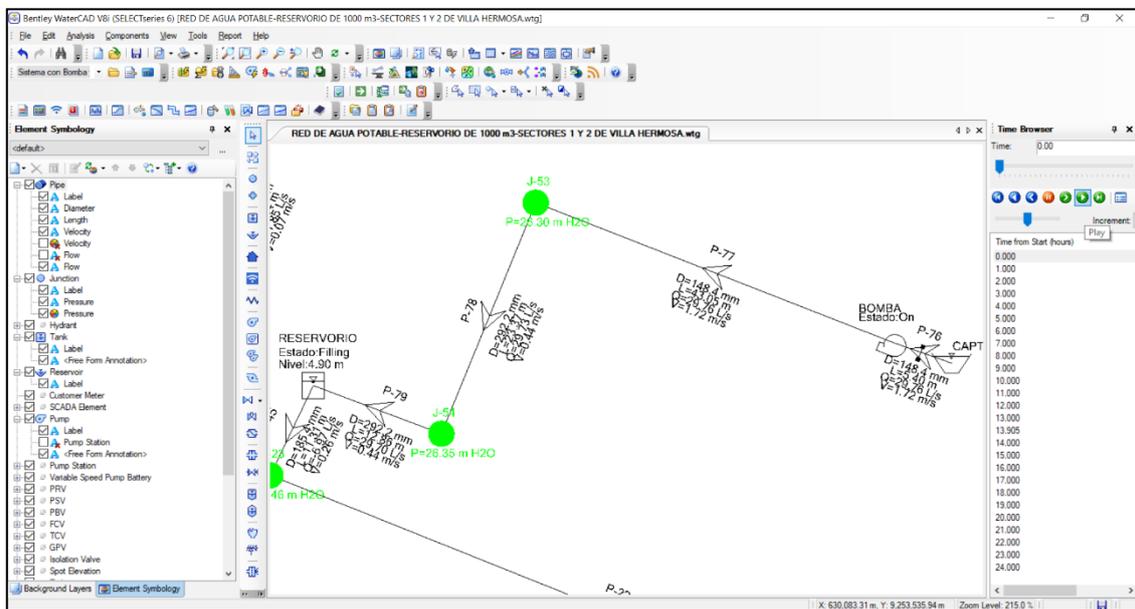
Para visualizar el comportamiento dinámico de la red en el transcurso de las 24 hrs. seleccionar las opciones Analysis/Time Browser. Una vez habilitada esta herramienta, empezar en las 00:00 hrs. y presionar el ícono Play. Asimismo, se aprecia la variación del estado operativo de la bomba y el reservorio.

**Figura N° 71:** Comportamiento Dinámico de la Red de Agua Potable



**Fuente:** Software WaterCAD

**Figura N° 72:** Estado Operativo de la Bomba y el Reservorio de la Red



**Fuente:** Software WaterCAD

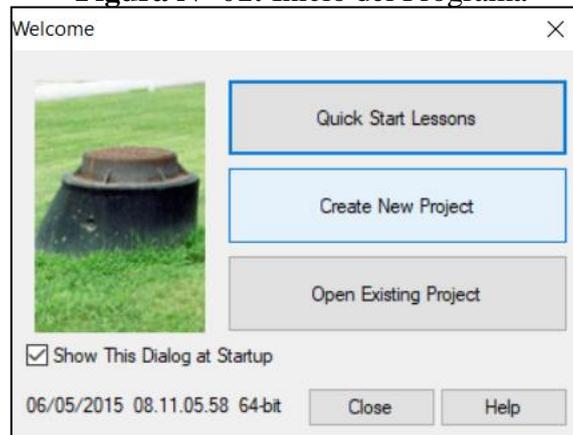
## Anexo 08: Modelo en SewerCAD

### 1. Modelamiento de la Red de Alcantarillado-Estación de Bombeo de Aguas Residuales

#### 1.1. Configuración de nuevo proyecto

Abrir el software SewerCAD V8i. En la ventana emergente seleccionar Create New Project (Creación de un Nuevo Proyecto).

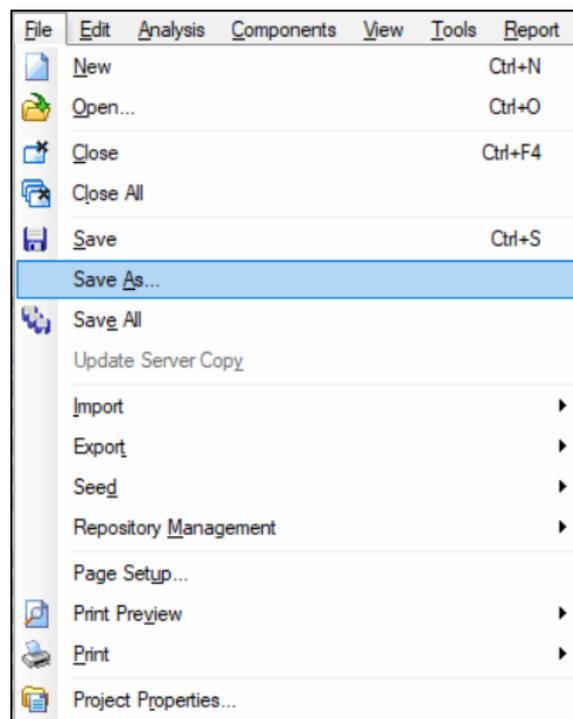
**Figura N° 01:** Inicio del Programa



**Fuente:** Software SewerCAD

Guardar el archivo con el nombre y la ubicación correspondientes, seleccionando las opciones: File-Save As...

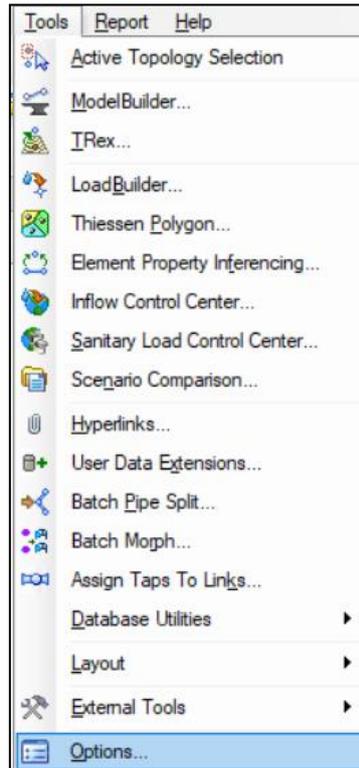
**Figura N° 02:** Menú del Programa



**Fuente:** Software SewerCAD

Configurar el entorno del proyecto a través de las opciones Tools-Options.

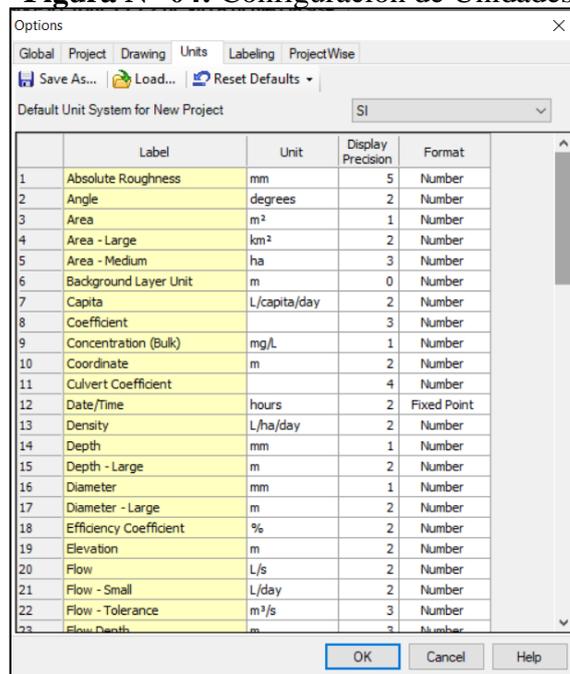
**Figura N° 03: Herramientas del Programa**



**Fuente: Software SewerCAD**

Aquí se deben definir las unidades, para ello seleccionar la pestaña Units e indicar como sigue. Reset Defaults: SI; Diameter (Diámetro): mm; Flow (Caudal): L/s; Length (Longitud): m; TractiveStress (Tensión tractiva): Pascals.

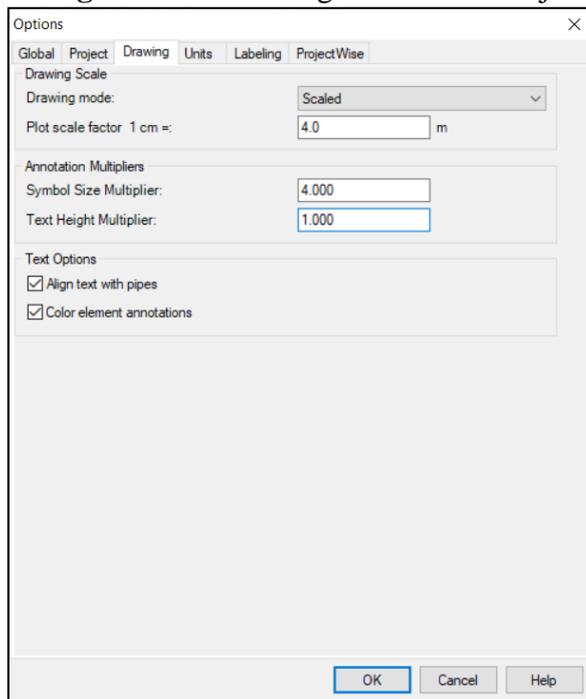
**Figura N° 04: Configuración de Unidades**



**Fuente: Software SewerCAD**

A continuación, definir las opciones de dibujo en la pestaña Drawing. Asignar la escala de dibujo adecuada.

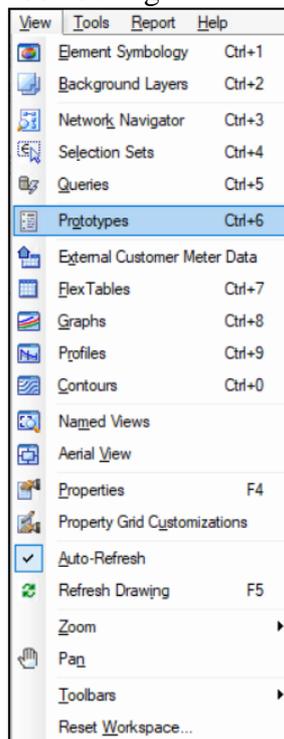
**Figura N° 05:** Configuración de Dibujo



**Fuente:** Software SewerCAD

Asignar las características generales a las tuberías de la red a modelar, empleando los comandos View-Prototypes.

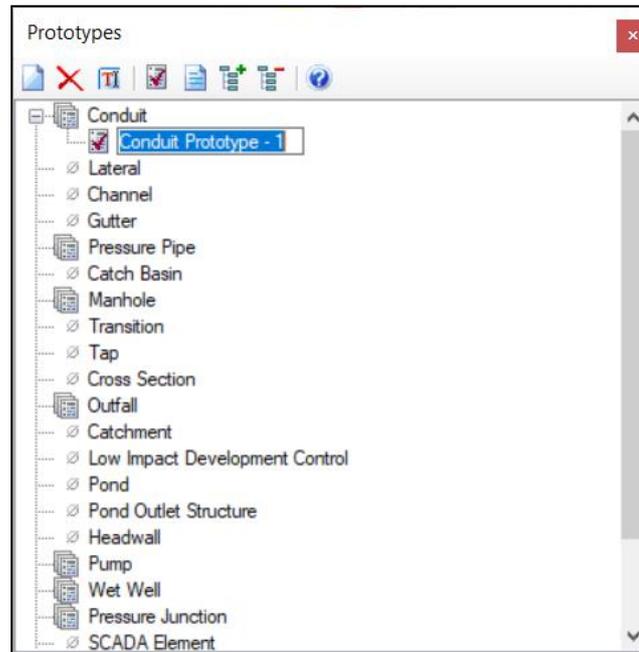
**Figura N° 06:** Configuración de Prototipos



**Fuente:** Software SewerCAD

Crear un nuevo prototipo de tubería: New/Conduit Prototype-1.

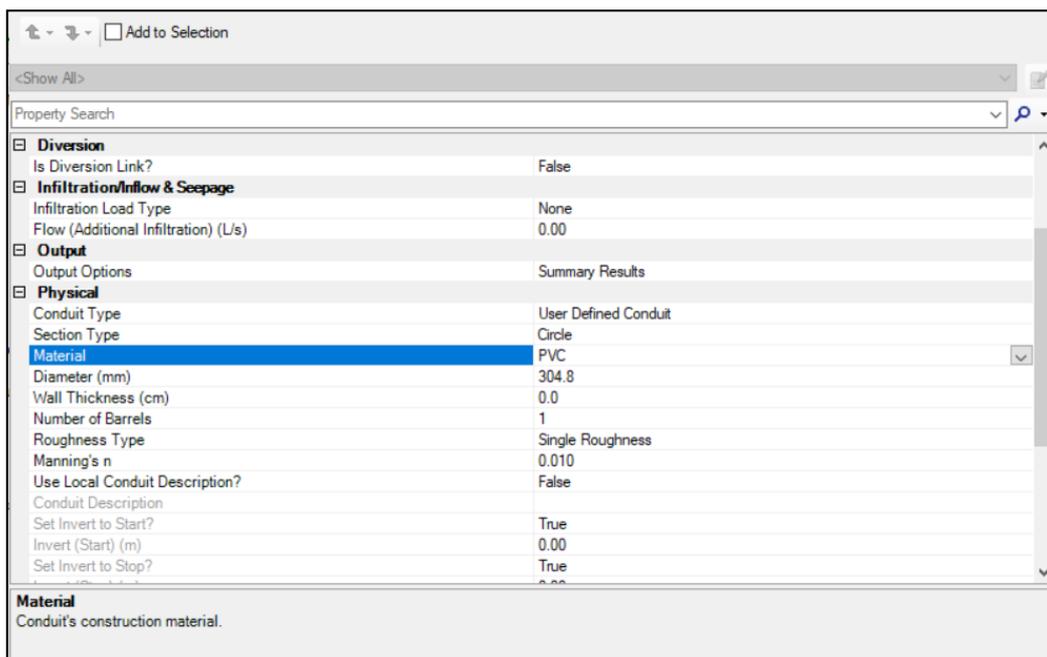
**Figura N° 07:** Creación de Nuevo Prototipo



**Fuente:** Software SewerCAD

Verificar el material de las tuberías. Material: PVC.

**Figura N° 08:** Configuración de Nuevo Prototipo

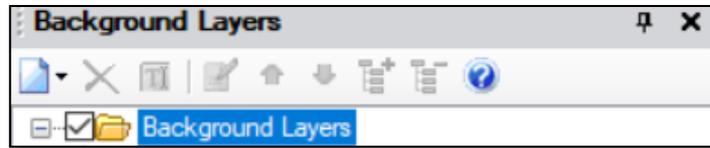


**Fuente:** Software SewerCAD

## 1.2. Topología de la red de alcantarillado

Definir la red de agua alcantarillado en el archivo AutoCAD y guardarlo en formato DXF. A continuación, importar el archivo en extensión DXF a través de la herramienta Background Layers.

**Figura N° 09:** Background Layers (a)

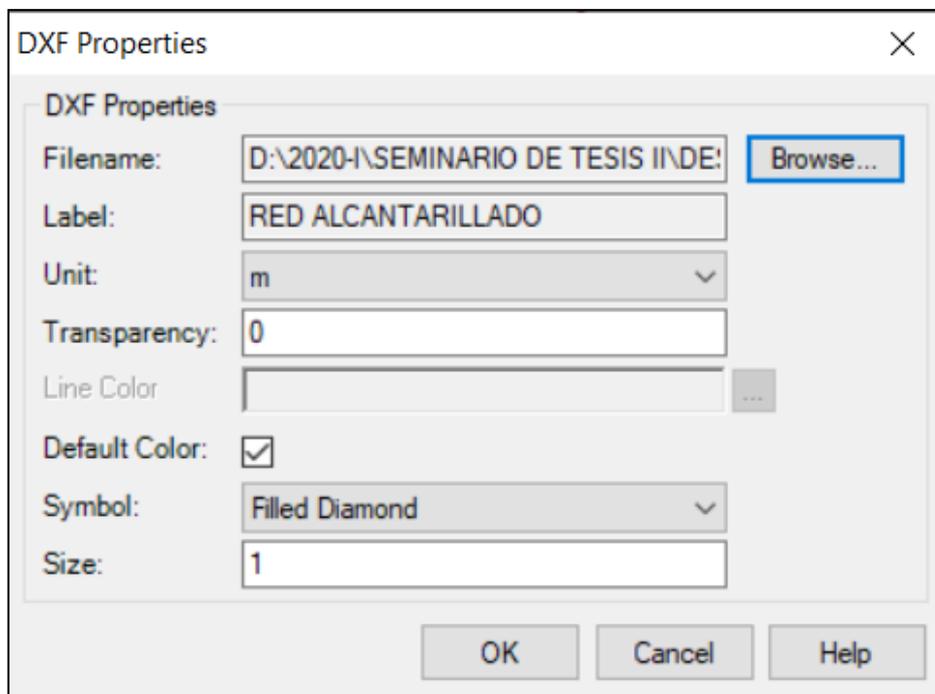


**Fuente:** Software SewerCAD

En la ventana emergente seleccionar la opción New. En la ventana siguiente aparecen diversos campos.

- En el recuadro Browse, seleccionar el archivo en extensión DXF. Finalmente confirmar: OK.

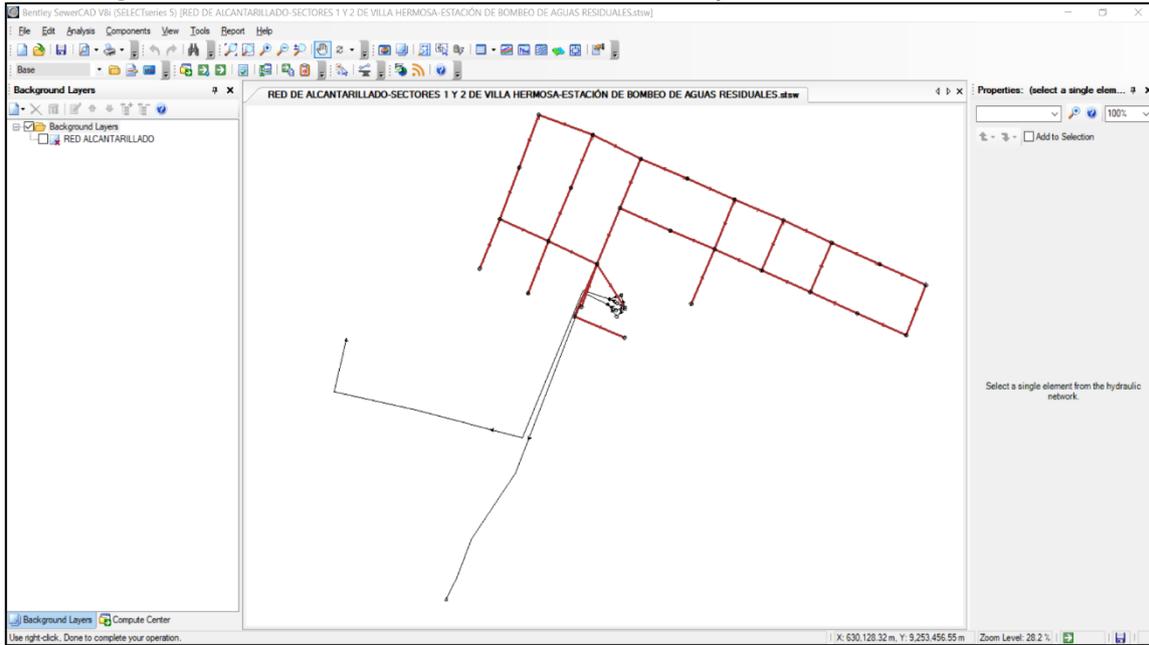
**Figura N° 10:** Background Layers (b)



**Fuente:** Software SewerCAD

A partir del plano importado, dibujar los buzones (Manhole), las tuberías por gravedad (Conduit), la cámara de bombeo (Wet Well), las bombas (Pump), las tuberías a presión (Pressure Pipe) y los puntos de descarga (Outfall).

**Figura N° 11: Red de Alcantarillado-Sectores 1 y 2 de Villa Hermosa-EBAR**



**Fuente:** Software SewerCAD

### 1.3. Ingreso de información a la red de alcantarillado

#### 1.3.1. Estación de Bombeo de Aguas Residuales

**Tabla N° 01: Características de la EBAR**

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN DE TAPA (msnm)	ELEVACIÓN DE FONDO (msnm)	ELEVACIÓN MÍNIMA (msnm)	ELEVACIÓN INICIAL (msnm)	ELEVACIÓN MÁXIMA (msnm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DIÁMETRO (m)
EBAR	29.856	20.810	20.810	23.190	25.190	104.44	5.51

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

#### 1.3.2. Electrobombas

**Tabla N° 02: Características de las electrobombas-EBAR**

ELECTROBOMBAS	
MARCA	WEG
MODELO	TE1BFOX01
UNIDADES	4
Qb	22 lps

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

### 1.3.3. Buzones

**Tabla N° 03:** Características de los buzones de la red de alcantarillado

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO (m)	COTA DE TERRENO (msnm)	COTA DE TAPA (msnm)	COTA DE FONDO (msnm)	PROFUNDIDAD (m)	DEMANDA (L/s)
BZ1	1.2	30.301	30.301	28.301	2.000	1.650
BZ2	1.2	29.972	29.972	27.862	2.110	0.077
BZ3	1.2	30.003	30.003	27.443	2.560	0.188
BZ4	1.2	29.854	29.854	28.554	1.300	1.545
BZ14	1.2	30.215	29.925	28.005	1.920	3.000
BZ15	1.2	30.052	30.052	27.352	2.700	0.329
BZ16	1.2	30.284	30.044	28.164	1.880	0.146
BZ17	1.2	30.321	30.221	28.201	2.020	0.253
BZ18	1.2	30.367	30.097	27.157	2.940	0.309
BZ19	1.2	29.721	29.461	25.611	3.850	0.148
BZ20	1.2	29.874	29.874	25.374	4.500	0.231
BZ21	1.2	29.184	29.184	27.884	1.300	1.524
BZ22	1.2	30.021	29.871	28.071	1.800	0.150
BZ35	1.2	30.036	29.856	28.316	1.540	3.083
BZ36	1.2	30.088	29.988	28.258	1.730	3.122
BZ37	1.2	30.280	30.130	26.080	4.050	0.116
BZ38	1.2	30.553	30.353	28.793	1.560	3.000
BZ39	1.2	30.295	30.230	26.260	3.970	0.219
BZ40	1.2	30.303	30.033	28.163	1.870	0.260
BZ41	1.2	30.542	30.332	28.532	1.800	0.237
BZ42	1.2	30.683	30.383	28.023	2.360	0.260
BZ43	1.2	30.879	30.499	28.879	1.620	1.678
BZ44	1.2	30.791	30.591	27.761	2.830	0.362
BZ45	1.2	30.503	30.213	26.893	3.320	0.207
BZ46	1.2	30.705	30.605	26.745	3.860	0.227
BZ47	1.2	30.370	30.290	26.690	3.600	0.241
BZ48	1.2	30.575	30.375	26.465	3.910	0.241

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.3.4. Tuberías

**Tabla N° 04:** Características de las tuberías de la red de alcantarillado

BUZÓN INICIO	BUZÓN FIN	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	n
BZ1	BZ2	TUB-1	52.00	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ2	BZ3	TUB-2	49.77	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ3	BZ4	TUB-3	47.98	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ14	BZ15	TUB-13	50.20	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ15	BZ16	TUB-14	50.98	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ16	BZ17	TUB-15	51.20	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ18	BZ19	TUB-16	48.89	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ19	BZ20	TUB-17	52.48	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ20	BZ21	TUB-18	42.34	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ20	BZ22	TUB-19	53.73	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ36	BZ39	TUB-30	52.61	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ39	BZ40	TUB-31	48.47	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ41	BZ48	TUB-32	49.01	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ42	BZ47	TUB-33	48.88	10.00	250.00	PVC	0.01
BZ44	BZ45	TUB-34	46.66	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ35	BZ22	TUB-65	50.83	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ3	BZ15	TUB-67	49.02	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ15	BZ20	TUB-68	49.82	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ20	EBAR	TUB-69	43.62	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ37	BZ19	TUB-71	50.61	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ37	BZ39	TUB-72	44.62	10.00	250.00	PVC	0.01
BZ39	BZ48	TUB-73	47.03	10.00	250.00	PVC	0.01
BZ47	BZ48	TUB-74	48.48	12.00	315.00	PVC	0.01
BZ46	BZ47	TUB-75	47.73	12.00	315.00	PVC	0.01
BZ45	BZ46	TUB-76	49.08	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ1	BZ17	TUB-77	54.41	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ17	BZ18	TUB-78	48.49	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ18	BZ38	TUB-79	46.86	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ38	BZ40	TUB-80	47.56	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ40	BZ41	TUB-81	49.22	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ41	BZ42	TUB-82	48.11	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ42	BZ43	TUB-83	48.84	8.00	200.00	PVC	0.01
BZ43	BZ44	TUB-84	47.00	8.00	200.00	PVC	0.01

**Fuente:** Elaboración Propia

### 1.3.5. Líneas de impulsión

**Tabla N° 05:** Líneas de Impulsión de la red de alcantarillado

INICIO	FIN	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)
EBAR	COLECTOR PANAMÁ	328.23	185.4
EBAR	COLECTOR ALAMBEAR	415.40	185.4

**Fuente:** Proyecto: Mejoramiento, Ampliación e Instalación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Cercado y los Pueblos Jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de Julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja, Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque.

### 1.3.6. Puntos de Descarga

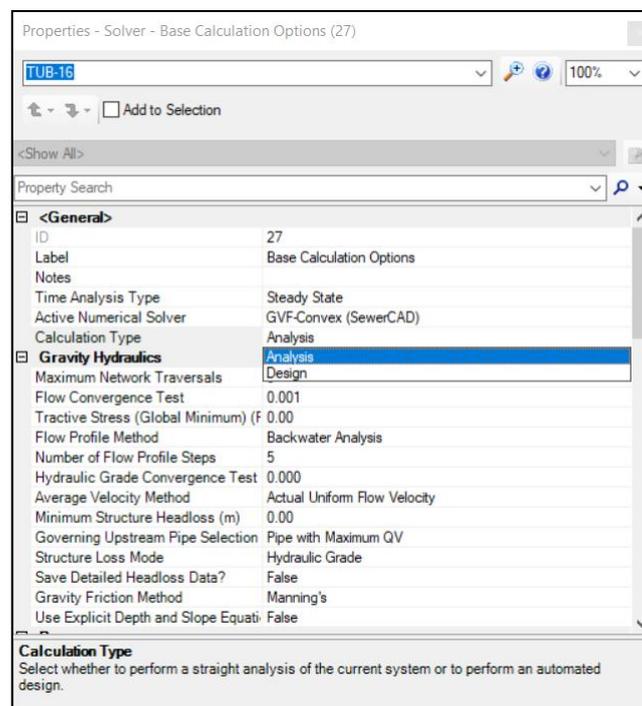
**Tabla N° 06:** Colectores de descarga de la red de alcantarillado

DSCRIPCIÓN	ELEVACIÓN DE TAPA (msnm)	ELEVACIÓN DE FONDO (msnm)
COLECTOR PANAMÁ	29.168	27.368
COLECTOR ALAMBEAR	29.688	27.568

**Fuente:** Elaboración Propia

Al finalizar el ingreso de datos, en opciones de cálculo (Calculation Options), especificar al programa que realice el “análisis” del modelo.

**Figura N° 12:** Opciones de Cálculo-Red de alcantarillado



**Fuente:** Software SewerCAD

## 2. Modelamiento de la Red de Alcantarillado-Colector Panamá

### 2.1. Configuración de nuevo proyecto

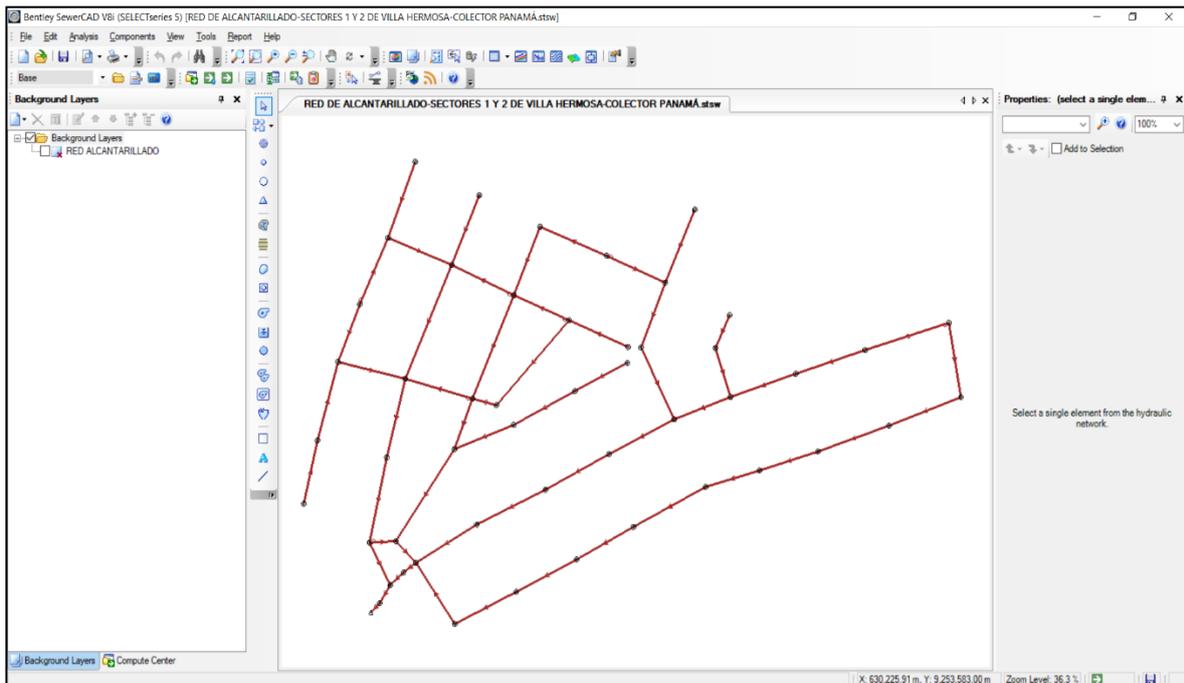
Se realizó de la misma forma que para “Modelamiento de la Red de Alcantarillado-Estación de Bombeo de Aguas Residuales”.

### 2.2. Topología de la red de alcantarillado

Definir la red de agua alcantarillado en el archivo AutoCAD y guardarlo en formato DXF. A continuación, importar el archivo en extensión DXF a través de la herramienta Background Layers. Luego, en la ventana emergente seleccionar la opción New. Finalmente, importar el archivo en extensión DXF.

A partir del plano importado, dibujar los buzones (Manhole), las tuberías (Conduit) y el punto de descarga (Outfall).

**Figura N° 13:** Red de Alcantarillado-Sectores 1 y 2 de Villa Hermosa- Colector Panamá



**Fuente:** Software SewerCAD

## 2.3. Ingreso de información a la red de alcantarillado

### 2.3.1. Buzones

**Tabla N° 07:** Características de los buzones de la red de alcantarillado

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO (m)	COTA DE TERRENO (msnm)	COTA DE TAPA (msnm)	COTA DE FONDO (msnm)	PROFUNDIDAD (m)	DEMANDA (L/s)
BZ4	1.20	29.854	29.854	28.554	1.30	1.545
BZ5	1.20	29.850	29.580	28.050	1.53	0.143
BZ6	1.20	29.712	29.712	28.312	1.40	3.075
BZ7	1.20	29.608	29.608	28.008	1.60	0.148
BZ8	1.20	29.496	29.496	28.296	1.20	0.087
BZ9	1.20	29.848	29.848	28.728	1.12	0.089
BZ10	1.20	29.973	29.973	27.523	2.45	0.148
BZ11	1.20	29.732	29.382	27.582	1.80	0.171
BZ12	1.20	29.882	29.662	27.642	2.02	0.340
BZ13	1.20	29.981	29.571	27.701	1.87	0.336
BZ14	1.20	30.215	29.925	28.005	1.92	3.000
BZ22	1.20	30.021	29.871	28.071	1.80	0.150
BZ23	1.20	29.761	29.461	28.011	1.45	0.279
BZ24	1.20	29.591	29.591	27.891	1.70	0.203
BZ25	1.20	29.468	29.348	27.628	1.72	0.156
BZ26	1.20	29.952	29.802	27.502	2.30	0.089
BZ27	1.20	29.628	29.358	27.858	1.50	0.144
BZ28	1.20	30.246	30.046	28.346	1.70	0.141
BZ29	1.20	29.581	29.481	27.941	1.54	0.101
BZ30	1.20	30.139	30.039	28.869	1.17	0.134
BZ31	1.20	30.171	29.971	28.771	1.20	0.117
BZ32	1.20	29.956	29.791	28.391	1.40	0.153
BZ33	1.20	30.077	29.917	28.047	1.87	0.075
BZ34	1.20	30.025	29.805	28.105	1.70	0.202
BZ35	1.20	30.036	29.856	28.316	1.54	3.083
BZ36	1.20	30.088	29.988	28.258	1.73	3.122
BZ49	1.20	30.297	29.947	28.137	1.81	1.680
BZ50	1.20	30.193	29.898	28.048	1.85	0.122
BZ51	1.20	30.098	29.963	27.933	2.03	0.150
BZ52	1.20	30.428	30.068	27.948	2.12	0.289
BZ53	1.20	30.236	30.021	28.181	1.84	0.237
BZ54	1.20	30.497	30.347	28.997	1.35	1.711
BZ55	1.20	30.528	30.678	28.368	2.31	0.094
BZ56	1.20	30.783	30.643	28.253	2.39	0.075
BZ57	1.20	30.504	30.299	28.189	2.11	0.122
BZ58	1.20	30.351	30.196	28.966	1.23	0.000
BZ59	1.20	30.495	30.375	28.125	2.25	0.077
BZ60	1.20	30.378	30.298	27.918	2.38	0.136
BZ61	1.20	30.151	29.971	27.881	2.09	0.091
BZ62	1.20	30.158	30.118	27.848	2.27	0.148
BZ63	1.20	30.000	29.860	27.630	2.23	0.294
BZ64	1.20	30.322	30.322	27.762	2.56	0.091
BZ65	1.20	30.167	30.167	27.737	2.43	0.075
BZ66	1.20	30.145	29.905	27.565	2.34	0.150
BZ67	1.20	29.732	29.732	27.482	2.25	0.146
BZ68	1.20	30.185	29.770	27.700	2.07	0.181
BZ69	1.20	30.040	29.950	27.920	2.03	0.213
BZ70	1.20	29.782	29.782	27.452	2.33	0.100
BZ71	1.20	29.496	29.496	27.426	2.07	0.100
BZ72	1.2	29.457	29.457	27.397	2.06	0.100

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.3.2. Tuberías

**Tabla N° 08:** Características de las tuberías de la red de alcantarillado

BUZÓN INICIO	BUZÓN FINAL	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	n
BZ4	BZ5	TUB-4	52.49	8	200	PVC	0.010
BZ5	BZ6	TUB-5	48.39	8	200	PVC	0.010
BZ6	BZ7	TUB-6	40.16	8	200	PVC	0.010
BZ7	BZ8	TUB-7	53.82	8	200	PVC	0.010
BZ8	BZ9	TUB-8	41.67	8	200	PVC	0.010
BZ10	BZ11	TUB-9	55.74	8	200	PVC	0.010
BZ11	BZ12	TUB-10	54.06	8	200	PVC	0.010
BZ12	BZ13	TUB-11	82.05	8	200	PVC	0.010
BZ13	BZ14	TUB-12	50.16	8	200	PVC	0.010
BZ22	BZ23	TUB-20	47.59	8	200	PVC	0.010
BZ23	BZ24	TUB-21	74.82	8	200	PVC	0.010
BZ24	BZ25	TUB-22	34.78	8	200	PVC	0.010
BZ25	BZ26	TUB-23	75.09	8	200	PVC	0.010
BZ25	BZ27	TUB-24	43.99	8	200	PVC	0.010
BZ27	BZ28	TUB-25	48.39	8	200	PVC	0.010
BZ28	BZ30	TUB-26	41.33	8	200	PVC	0.010
BZ29	BZ32	TUB-27	76.85	8	200	PVC	0.010
BZ33	BZ34	TUB-28	44.51	8	200	PVC	0.010
BZ34	BZ36	TUB-29	52.49	8	200	PVC	0.010
BZ49	BZ50	TUB-35	24.44	8	200	PVC	0.010
BZ50	BZ51	TUB-36	32.64	8	200	PVC	0.010
BZ51	BZ52	TUB-37	47.77	8	200	PVC	0.010
BZ52	BZ53	TUB-38	51.33	8	200	PVC	0.010
BZ53	BZ54	TUB-39	62.06	8	200	PVC	0.010
BZ54	BZ55	TUB-40	50.00	8	200	PVC	0.010
BZ55	BZ56	TUB-41	53.39	8	200	PVC	0.010
BZ56	BZ57	TUB-42	52.90	8	200	PVC	0.010
BZ57	BZ59	TUB-43	42.65	10	250	PVC	0.010
BZ59	BZ60	TUB-44	39.49	10	250	PVC	0.010
BZ60	BZ61	TUB-45	56.84	8	200	PVC	0.010
BZ61	BZ62	TUB-46	44.76	8	200	PVC	0.010
BZ62	BZ64	TUB-47	47.87	8	200	PVC	0.010
BZ64	BZ65	TUB-48	48.13	8	200	PVC	0.010
BZ66	BZ67	TUB-49	48.26	8	200	PVC	0.010
BZ63	BZ66	TUB-50	53.96	8	200	PVC	0.010
BZ68	BZ63	TUB-51	50.36	8	200	PVC	0.010
BZ69	BZ68	TUB-52	51.41	8	200	PVC	0.010
BZ51	BZ69	TUB-53	41.67	8	200	PVC	0.010
BZ10	BZ26	TUB-54	17.19	8	200	PVC	0.010
BZ26	BZ67	TUB-55	17.32	10	250	PVC	0.010
BZ65	BZ67	TUB-56	50.15	8	200	PVC	0.010
BZ7	BZ12	TUB-57	48.39	8	200	PVC	0.010
BZ12	BZ24	TUB-58	48.73	8	200	PVC	0.010
BZ29	BZ24	TUB-59	16.26	8	200	PVC	0.010
BZ5	BZ13	TUB-60	48.78	8	200	PVC	0.010
BZ13	BZ23	TUB-61	47.86	8	200	PVC	0.010
BZ32	BZ23	TUB-62	41.86	8	200	PVC	0.010
BZ31	BZ32	TUB-63	44.40	8	200	PVC	0.010
BZ33	BZ69	TUB-64	53.21	8	200	PVC	0.010
BZ35	BZ22	TUB-65	50.83	8	200	PVC	0.010
BZ35	BZ34	TUB-66	44.86	8	200	PVC	0.010
BZ67	BZ70	TUB-85	9.63	10	250	PVC	0.010
BZ70	BZ71	TUB-86	11.77	10	250	PVC	0.010
BZ71	BZ72	TUB-87	11.18	10	250	PVC	0.010
BZ72	BZ73	TUB-88	9.38	10	250	PVC	0.010
BZ10	BZ71	TUB-89	31.50	10	250	PVC	0.010

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.3.3. Punto de Descarga

**Tabla N° 09:** Colector de descarga de la red de alcantarillado

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN DE TERRENO (msnm)	ELEVACIÓN DE TAPA (msnm)	ELEVACIÓN DE FONDO (msnm)
COLECTOR PANAMÁ	29.168	29.168	27.368

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 09: Instrumentos de recolección de datos

**Tabla N° 01:** Formato de Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros de Calidad Organoléptica	Unidad de medida	Resultado	Límite máximo permisible	Verificación
1. Olor	-		Aceptable	
2. Sabor	-		Aceptable	
3. Color	UCV escala Pt/Co		15	
4. Turbiedad	UNT		5	
5. pH	Unidad de pH		6.5 - 8.5	
6. Conductividad	umho/cm		1500	
7. Sólidos Totales Disueltos	mg/L		1000	
8. Cloruros	mg CL-/L		250	
9. Sulfatos	mg SO4/L		250	
10. Dureza	mg CaCO3/L		500	
11. Amoníaco	mg N/L		1.5	
12. Hierro	mg Fe/L		0.3	
13. Manganeseo	mg Mn/L		0.4	
14. Aluminio	mg Al/L		0.2	
15. Cobre	mg Cu/L		2	
16. Zinc	mg Zn/L		3	
17. Sodio	mg Na/L		200	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 02:** Formato de Parámetros Químicos Inorgánicos

Parámetros Químicos Inorgánicos	Unidad de medida	Resultado	Límite máximo permisible	Verificación
1. Antimonio	mg Sb/L		0.020	
2. Arsénico	mg As/L		0.010	
3. Bario	mg Ba/L		0.700	
4. Boro	mg B/L		1.500	
5. Cadmio	mg Cd/L		0.003	
56. Cianuro	mg CN/L		0.070	
7. Cloro	mg/L		5.000	
8. Clorito	mg/L		0.700	
9. Clorato	mg/L		0.700	
10. Cromo Total	mg Cr/L		0.050	
11. Flúor	mg F-/L		1.000	
12. Mercurio	mg Hg/L		0.001	
13. Níquel	mg Ni/L		0.020	
14. Nitratos	mg NO3/L		50.000	
15. Nitritos	mg NO2/L		3 Exposición corta/ 0.2 Exposición larga	
16. Plomo	mg Pb/L		0.010	
17. Selenio	mg Se/L		0.010	
18. Molibdeno	mg Mo/L		0.070	
19. Uranio	mg U/L		0.015	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 03:** Formato de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	Unidad	Resultado	Límite máximo permisible	Verificación
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C		0	
2. Escherichia coli	UFC/100mL a 44.5°C		0	
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100mL a 44.5°C		0	
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C		500	
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L		0	
6. Virus	UFC/mL		0	
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org./L		0	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 04:** Ficha de características técnicas de las tuberías de agua potable

Indicador	Dato
Material	
Diámetro	
Longitud	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 05:** Ficha de características técnicas de las válvulas de agua potable

Indicador	Dato
Material	
Tipo	
Diámetro	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 06:** Ficha de características técnicas de los grifos contra incendio

Indicador	Dato
Material	
Diámetro	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 07:** Formato de presiones domiciliarias

Nro	Dirección	Presión medida en campo (bar)	Presión (mca)	Verificación mínima = 10 mca
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 08:** Ficha de características técnicas de las tuberías de alcantarillado

Buzón de inicio	Buzón final	Tubería	Material	Diámetro	Longitud

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 09:** Ficha de características técnicas de los buzones

N° Buzón	C.Tapa - C.Terreno	Diámetro	Profundidad	Nivel de Colmatación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 10:** Formato de Estudio Topográfico

PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 11: Autorización de la entidad competente

Figura N° 01: Autorización de EPSEL



**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

---

**“ TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE ”**

COD.- (2044)-597937

Chiclayo, 14 de Junio 2019

**CARTA N° 033 - 2019- EPSEL S.A-GG/GO**

Señor  
JHORDEN GARCIA BECERRA  
Alumno de Ingeniería Civil Ambiental.  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Calle Los Zapotes Mz. "E" L ""16" CPM. Villa Hermosa J.L.O.  
JOSE LEONARDO ORTIZ.

ASUNTO : Respuesta al Documento de la Referencia

REF : Carta S/N. -2019-USAT-JGB (COD. 89978)

*Tengo el agrado de dirigirme a Usted y a nombre de mi representada expresarle mi cordial saludo y en atención al documento de la referencia, donde da a conocer que el estudiante JHORDEN GARCIA BECERRA, se encuentra desarrollando su proyecto de tesis "DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES: 1° y 2° DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA – DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO-LAMBAYEQUE -2019", por el cual solicita el permiso para acceder a las redes de alcantarillado y agua potable con sus respectivas estaciones del Pueblo Joven en mención.*

*Al respecto, esta Gerencia da por aceptado lo solicitado exhortando que al término del estudio entregue una copia del proyecto final.*

*Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarle mi especial consideración y estima.*

Atentamente,



**ING. MIGUEL FANZO NIQUEN**  
Gerente Operacional (e)



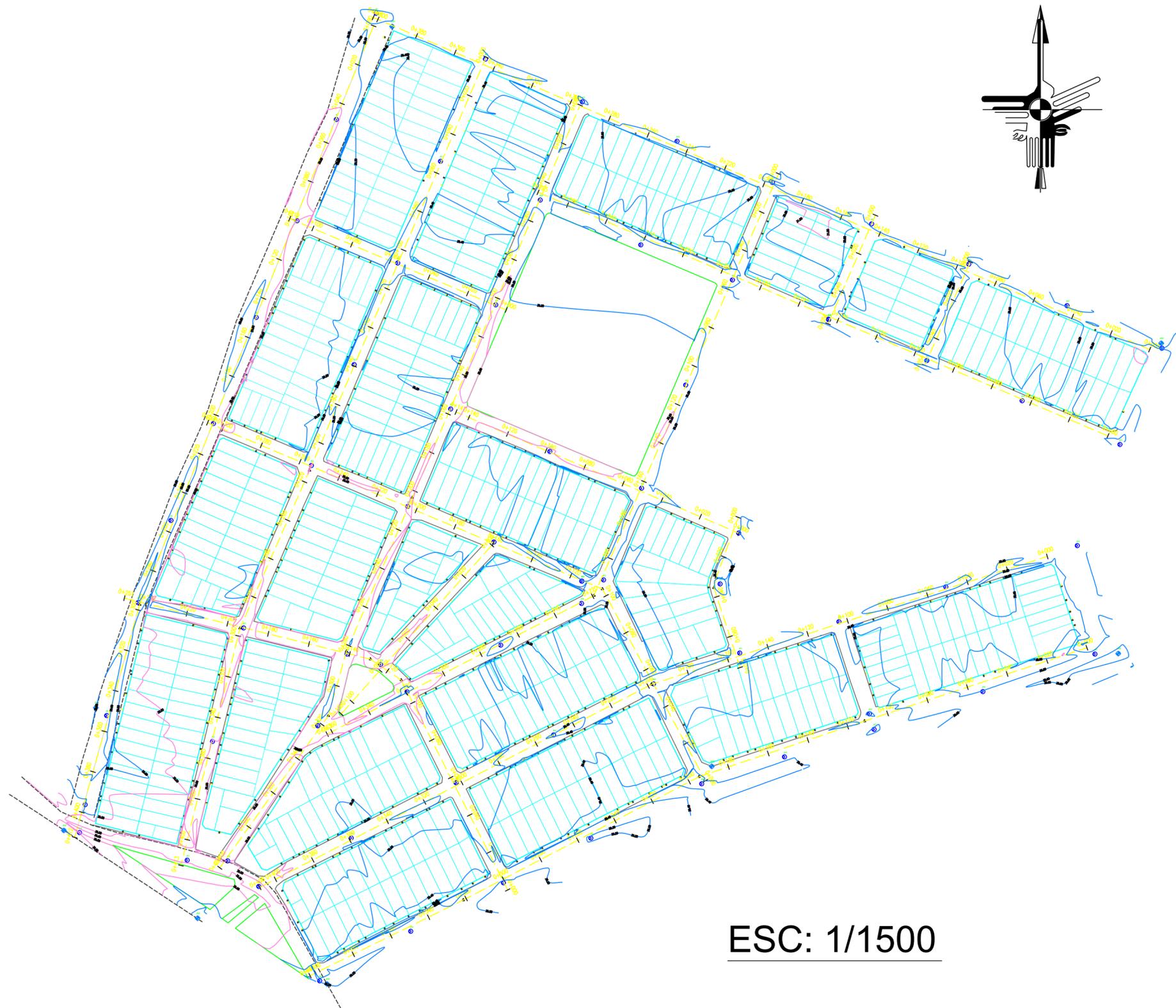
Adj (,02 folio)

---

OFICINAS: Av. Carlos Castañeda Iparraguirre N° 100 - Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo  
Telf.: 252291 (Central de Telefónica) - 253479 (G.G) - Gerencia Operacional Telf.: 254132  
Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N° 451 - Telf.: 273609 ( G.C.) - 235751 (Central Telefónica)

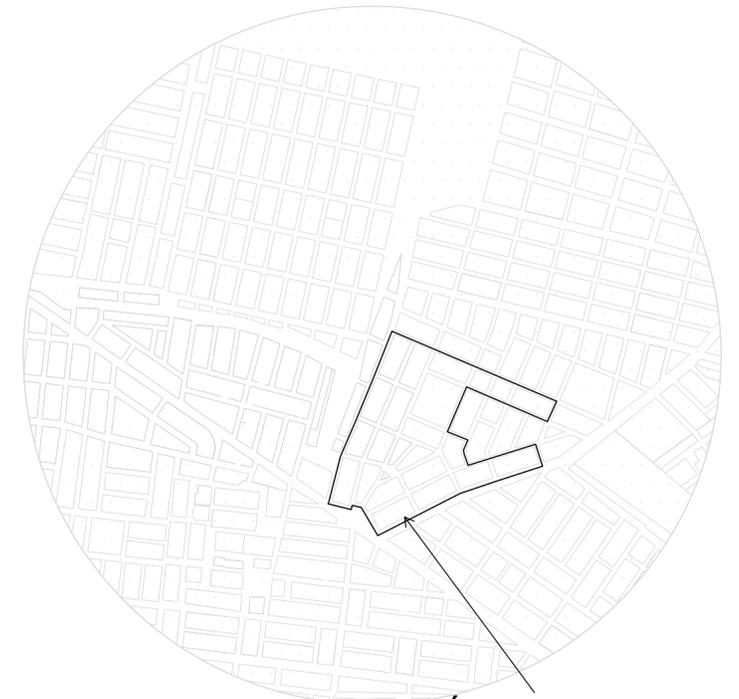
Fuente: EPSEL

## **Anexo 12: Planos**



**ESC: 1/1500**

## ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



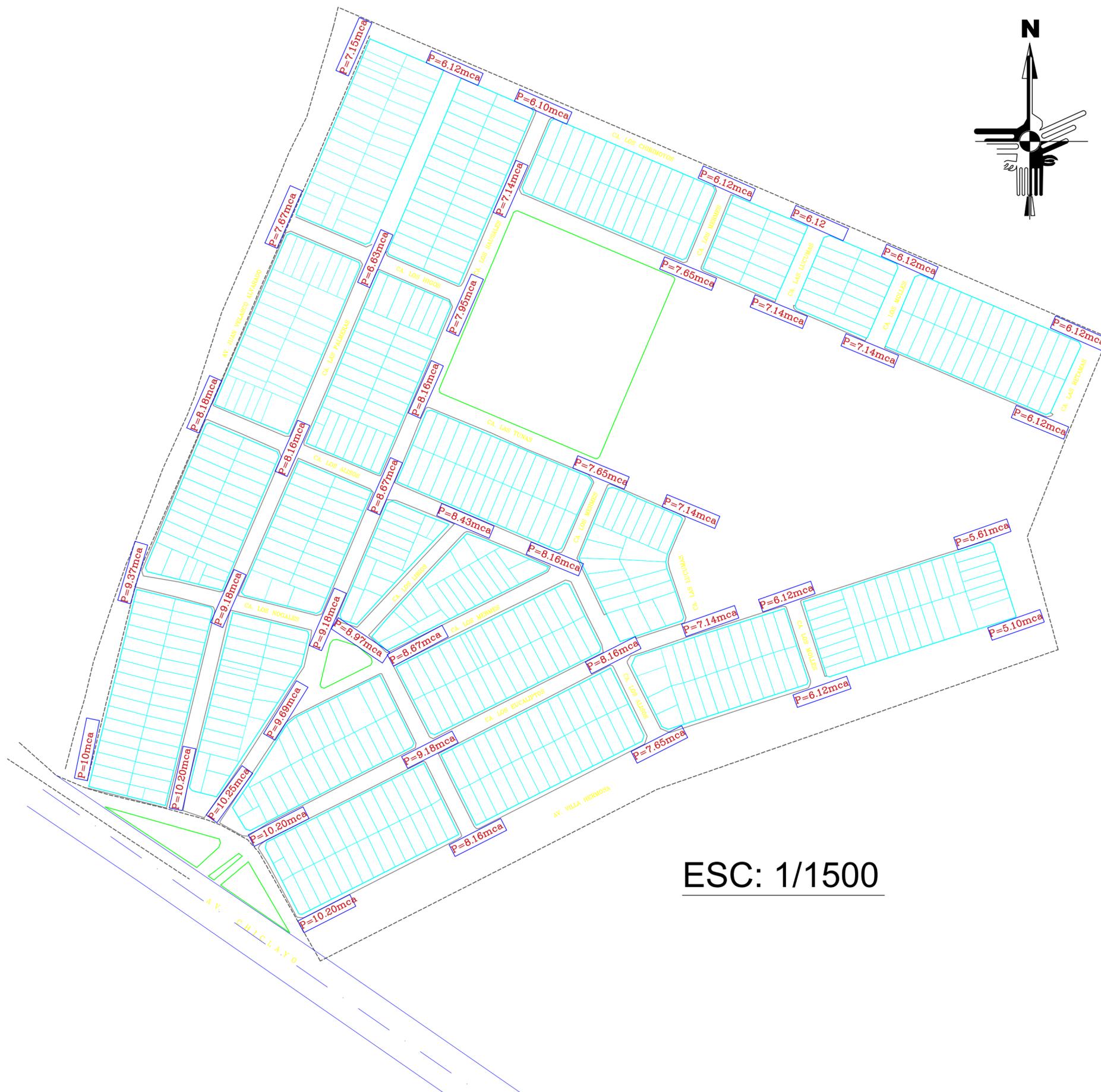
**ÁREA DE INFLUENCIA  
DEL PROYECTO**

### CUADRO DE BMS

PUNTOS	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
3248	30.35	9253276.20	629915.00	BM1
3249	30.23	9253318.02	629851.27	BM2
3193	29.93	9253376.42	629866.50	BM3
3222	30.29	9253700.88	630007.71	BM4
3223	30.87	9253550.06	630374.21	BM5
3224	30.54	9253402.23	630353.75	BM6
3225	30.45	9253348.53	630160.02	BM7
3226	30.20	9253244.85	629976.72	BM8

**ESC: 1/1000**

ALUMNO:		JHORDEN GARCÍA BECERRA	
PROYECTO: DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA			
UBICACION	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PLANO:	LAMINA N°:
	PROVINCIA: CHICLAYO	PLANO TOPOGRÁFICO	N°01
	DISTRITO: JOSÉ LEONARDO O.		
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JUNIO-2021
DATUM: WGS 84		SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	HEMISFERIO: Sur ZONA: 17



ESC: 1/1500

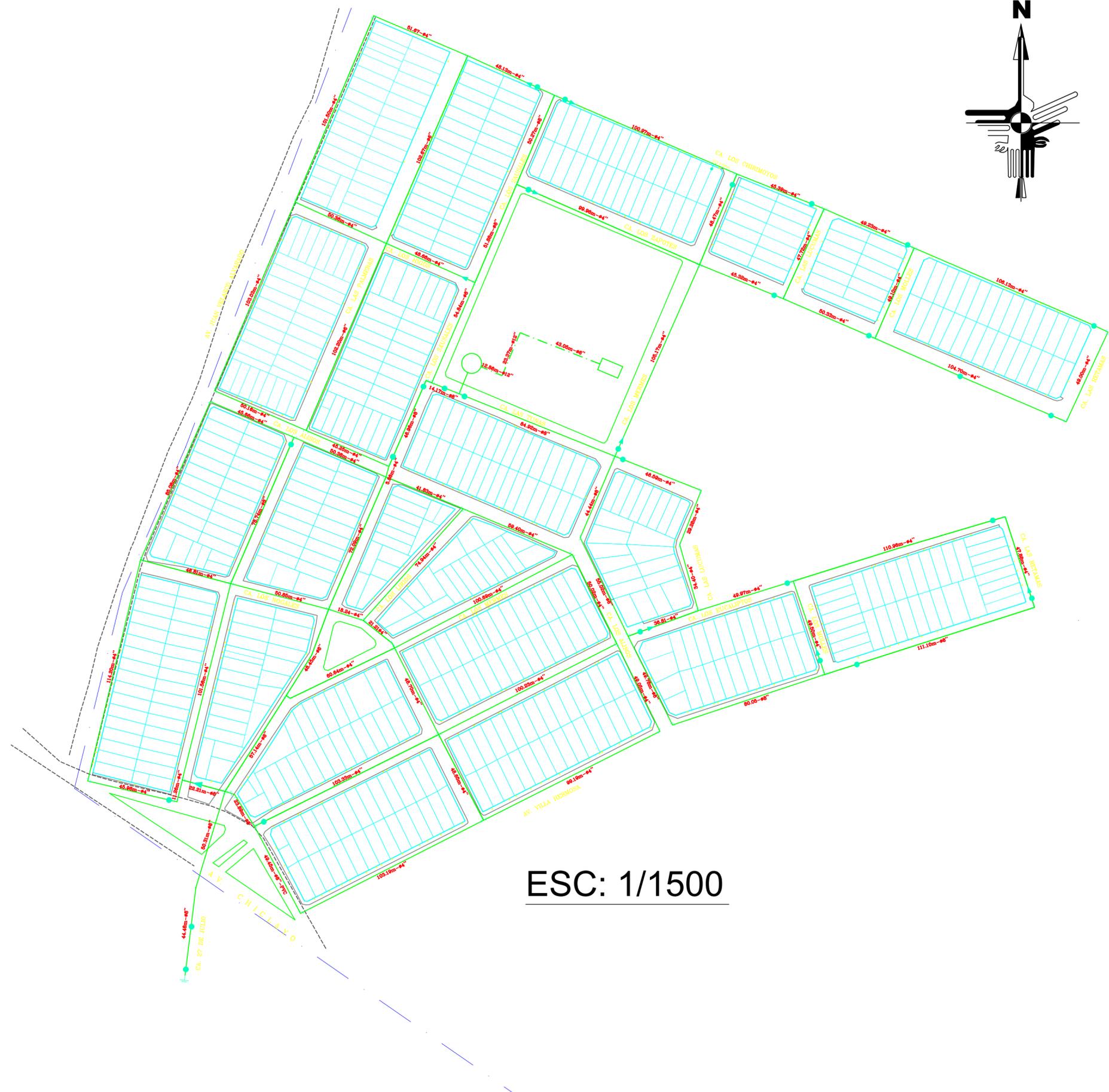
### ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

PRESIÓN MÁXIMA REGISTRADA 10.20 mca  
 PRESIÓN MÍNIMA REGISTRADA 8.97 mca

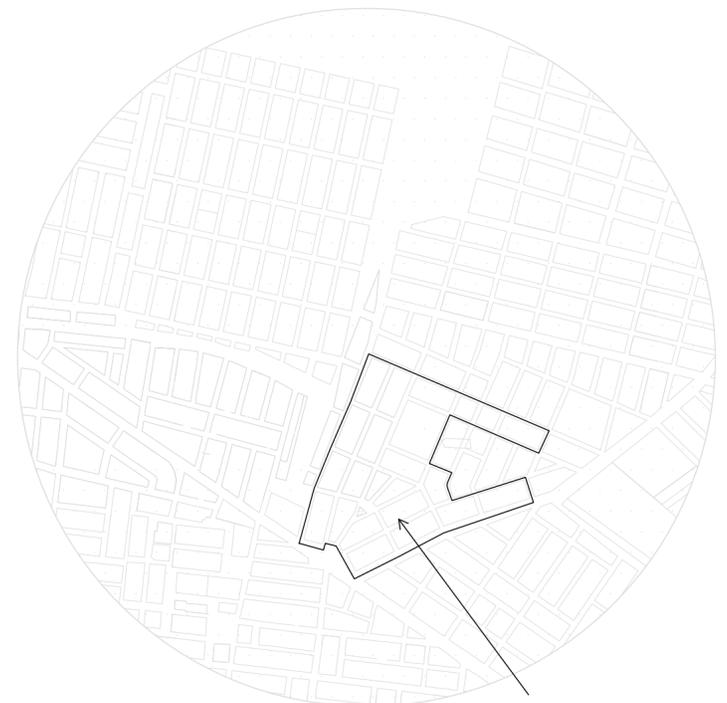
ALUMNO: JHORDEN GARCÍA BECERRA		
PROYECTO: DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA		
UBICACION DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE PROVINCIA: CHICLAYO DISTRITO: JOSÉ LEONARDO O.	PLANO: PRESIONES DE SERVICIO	LAMINA N°:  N°02
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO-2021	
DATUM: WGS 84    SISTEMA DE COORDENADAS: UTM    HEMISFERIO: Sur    ZONA: 17		



**ESC: 1/1500**



**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN**



**ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERÍA
	LINEA DE IMPULSION
	VÁLVULA
	SENTIDO DE FLUJO
	RESERVORIO ELEVADO
	POZO TUBULAR

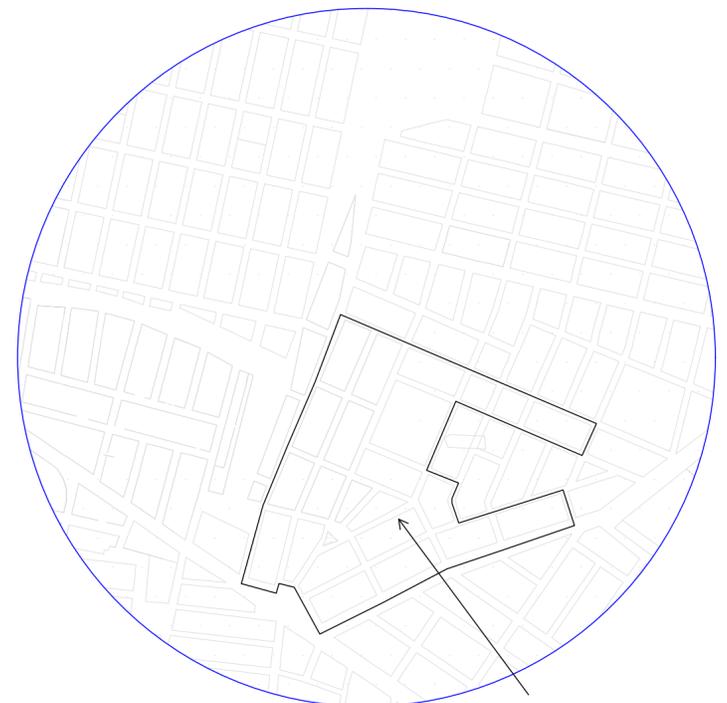
**ESC: 1/1000**

ALUMNO:		JHORDEN GARCÍA BECERRA	
PROYECTO: DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA			
UBICACION	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PLANO:	LAMINA N°:
PROVINCIA: CHICLAYO	DISTRITO: JOSÉ LEONARDO O.	RED DE AGUA POTABLE	N°03
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	
DATUM: WGS 84		SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	HEMISFERIO: Sur ZONA: 17



**ESC: 1/1500**

**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN**



**ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
	COLECTOR SECUNDARIO
	LINEA DE IMPULSION
	BUZON
	BUZÓN DE ARRANQUE
	SENTIDO DE FLUJO
	ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

**ESC: 1/1000**

ALUMNO:		JHORDEN GARCÍA BECERRA	
PROYECTO: DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES 1 Y 2 DEL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA			
UBICACION	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PLANO:	LAMINA N°:
PROVINCIA: CHICLAYO	DISTRITO: JOSÉ LEONARDO O.	RED DE ALCANTARILLADO	N°04
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO-2021		
DATUM: WGS 84		SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	HEMISFERIO: Sur ZONA: 17