

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“MEJORAMIENTO DEL MODELAMIENTO HIDRAULICO
PARA LA SECTORIZACIÓN DE REDES DE AGUA
POTABLE DE LA CIUDAD DE ILO”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Bach. EDDIE NAVARRO COPA | 2009033007 |
| Bach. SAUL LIZANDRO GONZALO GONZALO | 2009034645 |

**TACNA – PERÚ
2021**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**FACULTAD DE INGENIERIA****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL****TESIS DE INVESTIGACIÓN****“MEJORAMIENTO DEL MODELAMIENTO HIDRAULICO PARA LA
SECTORIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD
DE ILO”**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de enero del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

| | |
|-------------------|--|
| PRESIDENTE | EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE _____ Mgr. |
| SECRETARI: | FERMÍN GARNICA TELLO _____ Mgr. |
| VOCAL: | ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO _____ Mgr. |
| ASESOR: | JIMMI YURY SILVA CHARAJA _____ Mgr |

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Eddie Navarro Copa**, en calidad de: Grado Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 47064732.

Yo **Saul Lizandro Gonzalo Gonzalo** en calidad de: Grado Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 47092909.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“MEJORAMIENTO DEL MODELAMIENTO HIDRAULICO PARA LA SECTORIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE ILO”

La misma que presento para optar:

EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, no hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pidieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

TACNA, 13 de enero del 2021



.....
Br. EDDIE NAVARRO COPA
DNI: 47064733



.....
Br. SAÚL LIZANDRO GONZALO GONZALO
DNI:47092909

DEDICATORIA

EDDIE NAVARRO COPA

Dedico este gran logro a mis padres **Demetrio Rolando** y **Elisa Susana** ya que a pesar de las adversidades ellos siempre estuvieron apoyándome constantemente hasta cumplir una de mis metas trazadas, a mi hermano Franklin Navarro Copa que a pesar que no estás conmigo sé que guías mi camino y haces que me supere día a día en el ámbito profesional.

A mi novia **Isabel Carolina** que está siempre apoyándome en todas las decisiones que tomo así algunas salgan bien y otras mal.

De la misma forma a un gran ingeniero **Ronald Juan** que con sus enseñanzas y consejos pude aprender mucho del ámbito profesional en la práctica y de la integridad que deben tener los ingenieros en su trayectoria.

SAUL LIZANDRO GONZALO GONZALO

Le dedico esta tesis en forma de agradecimiento a mi familia y a Dios, que siempre me han apoyado y han sido mi soporte para continuar y cumplir las metas proyectadas.

A mi padre **Lizandro**, por tu gran esfuerzo me apoyaste a elegir mi carrera y culminar mis estudios. Por estar siempre a mi lado en todos los momentos difíciles y darme los ánimos para seguir adelante y nunca dejar de creer en mí. Gracias por estar siempre con la familia.

A mi madre **Jesusa**, por tu gran amor, comprensión y sacrificio en todo momento, apoyarme en todo momento y gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, eres la mejor.

A mis hijos **André y Agustín**, Son lo mejor que me ha pasado en la vida y es por ustedes todo este esfuerzo, siempre estaremos juntos y serán mi felicidad en todo momento, todos mis proyectos serán para ustedes amados hijos.

A mis hermanos **Kenyo y Erick**, una vida llena de alegría junto a ustedes, esos recuerdos bonitos que nunca olvidaré, este esfuerzo es para ustedes hermanos que siempre me aconsejaron y apoyaron en todo momento.

A mis abuelitos **Leandro y Jesusa**, por todo el amor que me han dado de pequeño y cuidarme. Este logro se lo dedico a ustedes que han sido como mis padres.

A mis tías **Margarita y Patty**, que son como mis hermanas y me apoyaron desde pequeño y nunca me dejaron solo en los momentos difíciles, este gran logro será para ustedes que siempre me aconsejaban en terminar mis estudios. Gracias por todo

A mi tío **Henry**, por tus grandes consejos de ser una persona con principios y profesional, por mantener a la familia siempre unida algo que no ha sido fácil y siempre estaré agradecido.

PÁGINA DE AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A nuestro asesor el ingeniero **Jimmy Silva Charaja**, por brindarnos su apoyo, su asesoría y sus consejos para la elaboración de esta tesis.

Gracias a todos por su apoyo.

Contenido

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | ix |
| PALABRAS CLAVES..... | 9 |
| ABSTRACT | ii |
| KEYWORDS..... | ii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1. Descripción del Problema | 2 |
| 1.2 Formulación Del Problema | 11 |
| 1.2.1. Problema General: | 11 |
| 1.2.2. Problemas específicos: | 11 |
| 1.3. Justificación e Importancia de la Investigación | 11 |
| 1.4. Objetivos | 11 |
| 1.4.1. Objetivo General: | 11 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos: | 11 |
| 1.5. Hipótesis | 12 |
| 1.5.1. Hipótesis general: | 12 |
| 1.5.1. Hipótesis Específica: | 12 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 12 |
| 2.1. Antecedentes del Estudio | 12 |
| 2.2 Bases teóricas | 14 |
| 2.3 Definición de términos | 21 |
| CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO | 25 |
| 3.1. Tipo y Nivel de la investigación | 25 |
| 3.2. Población y/o Muestra de estudio | 25 |
| 3.3. Operacionalización De Variables | 28 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos | 28 |
| 3.5. Procesamiento y Análisis de Datos | 29 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS | 46 |
| 4.1. Sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo | 46 |
| 4.2. Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable verificando la eficiencia de la sectorización | 49 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN..... | 75 |
| CONCLUSIONES..... | 76 |
| RECOMENDACIONES..... | 77 |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA | 78 |

| | |
|---|----|
| ANEXOS | 79 |
| REPORTE DE FUGAS | 79 |
| TABLA DE REGISTRO DE PRESIONES | 79 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 79 |
| ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS..... | 79 |
| ESQUEMA DE UBICACIÓN DE RESERVORIOS | 79 |
| MODELAMIENTO HIDRAULICO..... | 79 |
| PLANO TOPOGRAFICO | 79 |
| PANEL FOTOGRAFICO..... | 79 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabla n° 1: Reporte promedio anual produccion, facturacion y ANF (2018)</i> | 4 |
| <i>Tabla n° 2: Promedio anual de presiones</i> | 4 |
| <i>Tabla n° 3:: Registro de presiones en, pueblo joven tren al sur mz, x-11, Pampa inalambrica</i> | 4 |
| <i>Tabla n° 4 :Aplicación de métodos</i> | 16 |
| <i>Tabla n° 5: Valores de K2 según población.</i> | 17 |
| <i>Tabla n° 6: Periodo de diseño (años)</i> | 18 |
| <i>Tabla n° 7: coeficientes de fricción "c" en la fórmula de Hazen y Williams</i> | 19 |
| <i>Tabla n° 8: ventajas de la sectorización</i> | 21 |
| <i>Tabla n° 9: datos censales 2007 y 2017</i> | 25 |
| <i>Tabla n° 10: comparacion de tasas de crecimiento</i> | 25 |
| <i>Tabla n° 11: seleccion de tasas de crecimiento</i> | 26 |
| <i>Tabla n° 12: reservorios y capacidad de abastecimiento</i> | 31 |
| <i>Tabla n° 13: Zonas de influencia de reservorios en puerto (planta de tratamiento cata catas)</i> | 33 |
| <i>Tabla n° 14: Zonas de influencia de reservorios en Pacocha (planta de tratamiento cata catas</i> | 35 |
| <i>Tabla n° 15: Zonas de influencia de reservorios en pampa inalámbrica (planta de tratamiento pampa inalámbrica).</i> | 35 |
| <i>Tabla n° 16: Zonas de influencia de reservorios en pampa inalámbrica (planta de tratamiento pampa inalámbrica).</i> | 36 |
| <i>Tabla n° 17: Reservorios existentes</i> | 38 |
| <i>Tabla n° 18: Calculo de demandas en puerto Ilo y Pacocha.:</i> | 39 |
| <i>Tabla n° 19: Calculo de demandas en puerto Ilo y Pacocha.</i> | 40 |
| <i>Tabla n° 20: Calculo de demandas en Pampa inalámbrica.</i> | 40 |
| <i>Tabla n° 21: Calculo de demandas en Pampa inalámbrica.</i> | 41 |
| <i>Tabla n° 22: Demandas de sectores Puerto- Pacocha</i> | 44 |
| <i>Tabla n° 23: Demandas de sectores pampa inalambrica</i> | 44 |
| <i>Tabla n° 24::Sectorización sector puerto</i> | 46 |
| <i>Tabla n° 25: Sectorizacion pacocha</i> | 47 |
| <i>Tabla n° 26: Sectorizacion Pampa inalambrica</i> | 47 |
| <i>Tabla n° 27: Redes de distribución:</i> | 51 |
| <i>Tabla n° 28: Linea de conducción</i> | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura N° 2::Empalmes en redes de impulsión de agua potable (fuente propia)</i> | 3 |
| <i>Figura N° 3:Empalmes en redes de conducción de agua potable (fuente propia)</i> | 3 |
| <i>Figura N° 4: rotura en línea de conducción, (zona alto Ilo-arenal)</i> | 8 |
| <i>Figura N° 5: rotura de línea de conducción de agua tratada (zona Kennedy)</i> | 9 |
| <i>Figura N° 6: rotura de línea de conducción de agua tratada (zona Miramar)</i> | 9 |
| <i>Figura N° 7: aniego en zona puerto producto de rotura de línea de conducción de agua tratada en Alto Ilo, Fuente: propia</i> | 9 |
| <i>Figura N° 8: afloro Fuga de agua en acometida abril 2018, (fuente propia)</i> | 10 |
| <i>Figura N° 9: Fuga de agua en accesorio de acometida abril 2018, (fuente propia)</i> | 10 |
| <i>Figura N° 10: Fuga de agua en red de distribucion mayo 2018, (fuente propia)</i> | 10 |
| <i>Figura N° 11:Esquema de sectorización, fuente: (MARIA VICTORIA VARGAS ESCOBAR, 2001)</i> | 14 |
| <i>Figura N° 12:Red de distribución de agua potable, Fuente: (MARIA VICTORIA VARGAS ESCOBAR, 2001)</i> | 20 |
| <i>Figura N° 13:Factores clave que influncian las fugas fuente: (Patrick Fallis, Katja Hübschen, Emmanuel Oertlé,, 2011)</i> | 23 |
| <i>Figura N° 14: Poblacion y muestra al 2019, fuente propia</i> | 26 |
| <i>Figura N° 15:elevacion minima de la ciudad de ILO,fuente propia</i> | 27 |
| <i>Figura N° 16:elevacion maxima de la ciudad de ILO,fuente propia</i> | 27 |
| <i>Figura N° 17:reservorios de la EPS ILO S.A</i> | 29 |
| <i>Figura N° 18: Ubicación de reservorios, fuente: propia</i> | 30 |
| <i>Figura N° 19: Ubicación de reservorios, fuente: propia</i> | 30 |
| <i>Figura N° 20:reservorio 02,fuente propia</i> | 31 |
| <i>Figura N° 21: reservorio 03</i> | 31 |
| <i>Figura N° 22:reservorio 04,fuente propia</i> | 32 |
| <i>Figura N° 23:reservorio 05,fuente propia</i> | 32 |
| <i>Figura N° 24:reservorio 06, fuente propia</i> | 32 |
| <i>Figura N° 25:reservorio 07,fuente propia</i> | 32 |
| <i>Figura N° 26:reservorio 08,fuente propia</i> | 33 |
| <i>Figura N° 27:reservorio 10, fuente propia</i> | 33 |
| <i>Figura N° 28: linea de accion d emodelamiento hidraulico</i> | 43 |
| <i>Figura N° 29: model builder, fuente propia</i> | 43 |
| <i>Figura N° 30: migracion de nodos, fuente propia</i> | 44 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura N° 31: migraion de nodos y tuberías, fuente propia</i> | <u>44</u> |
| <i>Figura N° 32:curvas de nivel en modelo hidráulico, fuente: propia</i> | <u>45</u> |
| <i>Figura N° 33:corrida del modelo hidráulico, fuente :propia</i> | <u>45</u> |
| <i>Figura n° 34:Sectorizacion del sistema de agua potable de la provincia de Ilo,fuente propia</i> | <u>49</u> |
| <i>Figura N° 35:Análisis de presiones en wáter Gems, fuente: propia</i> | <u>50</u> |
| <i>Figura N° 36:Presiones altas, fuente: propia</i> | <u>50</u> |

RESUMEN

La ciudad de Ilo cuenta con un sistema de distribución de agua potable, el mismo que es operado por la empresa prestadora de servicios EPS ILO S.A, este sistema presenta una serie de deficiencias operativas, dando como resultado una mala calidad de servicio del suministro hídrico, es por ello Se presenta esta tesis cuyo objetivo es realizar la sectorización de la red de agua potable de la ciudad de Ilo, como una propuesta para mejorar la entrega, distribución y control de caudales, mediante, entre otros accesorios, la instalación de válvulas de seccionamiento y reguladoras de presión. Se utilizó el programa WaterGEMS para realizar su análisis hidráulico. Así mismo se consideraron las pérdidas en el sistema sumándolas a las demandas, considerando datos obtenidos por la EPS ILO. Se modeló la red con su alternativa de diseño de sectorización, aislando sectores para que estos trabajen con una determinada zona de influencia. De tal forma, con esta propuesta se plantea la eficiencia operativa en el sistema hidráulico de la ciudad de Ilo.

PALABRAS CLAVES

1. Agua no facturada (ANF)
2. Análisis hidráulico
3. Caudal de diseño
4. Caudal de promedio
5. Caudal máximo horario

ABSTRACT

The city of Ilo has a drinking water distribution system, the same one that is operated by the service provider EPS ILO SA, this system has a series of operational deficiencies, resulting in a poor quality of water supply service, This is why this thesis is presented, the objective of which is to make the sectorization of the drinking water network of the city of Ilo, as a proposal to improve the delivery, distribution and control of flows, through, among other accessories, the installation of valves of sectioning and pressure regulators. The WaterGEMS program was used to perform its hydraulic analysis. Likewise, the losses in the system were considered by adding them to the demands, considering data obtained by the EPS ILO. The network was modeled with its sectorization design alternative, isolating sectors so that they work with a certain area of influence. Thus, with this proposal the operational efficiency in the hydraulic system of the city of Ilo is proposed.

KEYWORDS

1. Non-invoiced wáter (ANF)
2. Hydraulic analysis
3. Design flow
4. Average flow
5. Maximum hourly flow

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento fundamental para la vida, muchas veces no damos importancia a algo tan valioso como el agua porque la tenemos a nuestro alcance con solo abrir el grifo.

Sin embargo, a medida que el tiempo transcurría las necesidades fueron cambiando; como tal, el concepto “abastecimiento de agua”, que hoy en día, nos lleva a plantear un plan estratégico para proveer a zonas tanto urbanas como rurales de un volumen suficiente de agua, con calidad requerida y a una presión adecuada.

La sectorización del sistema de distribución de Agua Potable de la ciudad de Ilo, está definiendo 09 Sectores de los cuales están comprendidos en sistemas diferentes debido a las distintas fuentes de abastecimiento de agua potable de la ciudad. No obstante, también se presenta un análisis del sistema de distribución.

El motivo de esta presente tesis es mitigar las pérdidas de agua potable existentes en la ciudad de Ilo y así reducir costos operativos optimizando el sistema de distribución de agua potable en la ciudad.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

La ciudad de Ilo es abastecida por dos fuentes de agua superficial, siendo estas la represa Pasto grande por medio del rio os more y Rio locumba (a través de lte), estas fuentes abastecen a dos sistemas por medio de las plantas de tratamiento; cata catas y pampa inalámbrica.

Debido a la ubicación geográfica de la ciudad, la calidad de sus fuentes, no es la adecuada teniendo que utilizar químicos como polímeros, cal, cloro entre otros para poder tratar el agua captada, y hacerla potable para el consumo de la población.

Aunado a la problemática anterior, uno de los problemas más graves detectados en el sistema de producción y distribución de agua potable en la ciudad de Ilo, es el relacionado con el Agua No Contabilizada o agua no facturada (ANF: 50%, Fuente: Gerencia de operaciones de la EPS Ilo s.a), debido a los asentamientos o hundimientos del terreno natural, tuberías con un tiempo de servicio de más de 20 años, el tipo de material, las políticas de operación del sistema, la calidad de la mano de obra y errores en la micro medición.

La falta de mantenimiento que acelera el deterioro de la infraestructura, ocasionando el incremento de fugas. En el caso de los equipos de bombeo, no sólo se reduce la eficiencia en su operación incrementándose los consumos de energía eléctrica, sino también presentan fallas continuas y deficiencias que demeritan la calidad del servicio.

El catastro técnico desactualizado genera un desconcierto en las actividades operativas, como en el reconocimiento de redes existentes en campo.

Las interconexiones directas, en líneas de conducción e impulsión (ver figura n°1 y n°2). Se presentan una serie de empalmes de redes de distribución y conexiones domiciliarias.

Para el diseño de líneas de conducción e impulsión se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado (OPS/CEPIS/05.145, 2005)

La norma OS.0100, toma en consideración, en el ITEM 1.5. Variaciones de consumo, un factor de amplificación "K" de 1.3 correspondiente a un caudal máximo diario,

Se puede concluir que el diseño de estas líneas de conducción e impulsión contempla un factor de amplificación de 1.3, correspondiente a un caudal máximo diario.

Sin embargo, en la práctica estas tuberías no trabajan bajo esas condiciones de diseño, ya que contienen empalmadas redes de distribución y

conexiones directas a usuarios, generando esto variaciones horarias en el flujo, amplificando los caudales de tránsito.

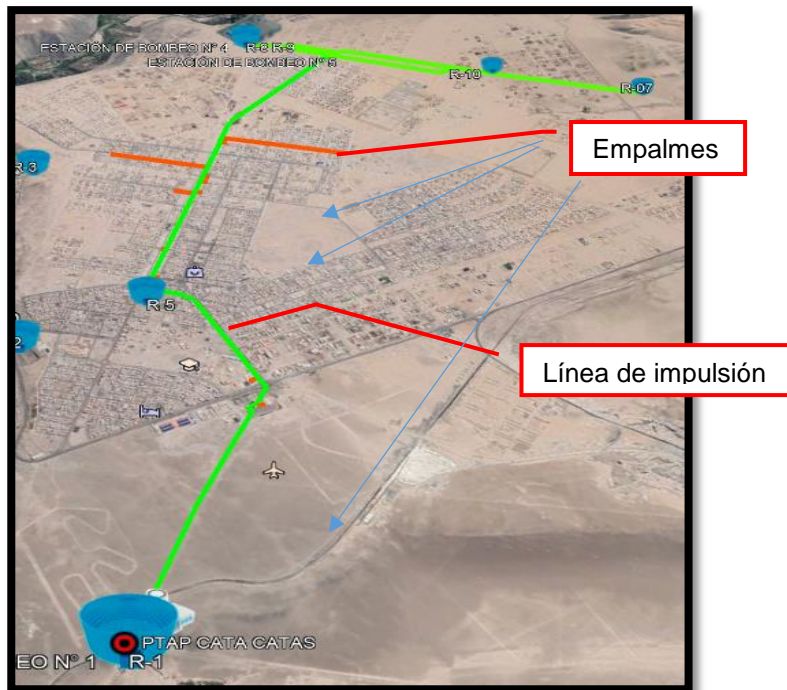


Figura N° 1: Empalmes en redes de impulsión de agua potable (fuente propia)



Figura N° 2: Empalmes en redes de conducción de agua potable (fuente propia)

La problemática mencionada anteriormente, provoca una deficiente distribución del agua potable y altos índices de pérdidas de agua, evidenciándose esto en indicadores como continuidad, presión y agua no facturada.

Tabla n° 1: Reporte promedio anual producción, facturación y ANF (2018)

| DESCRIPCION | PROM. ANUAL |
|---|-------------|
| VOL. PRODUCIDO CATA CATAS (M3) | 388,673.42 |
| VOL.PRODUCIDO PAMPA INALAMBRICA (M3) | 193,346.33 |
| TOTAL, DE VOL.PRODUCCION (M3) | 582,019.75 |
| TOTAL, DE VOL. FACTURADO (M3) | 292,571.75 |
| %ANF | 50% |

(Fuente: Gerencia de operaciones de la EPS ILO S.A)

Tabla n° 2: Promedio anual de presiones

| ZONAS | PRESION PROM ANUAL M.C. A |
|--------------------------|---------------------------------|
| PUERTO | 23.09 |
| PACOCHA | 25.38 |
| PAMPA INALAMBRICA | 23.09 |

(Fuente: división de distribución y control de pérdidas DE LA EPS ILO S.A)

La empresa prestadora de servicios EPS ILO S.A, tiene como reporte en indicadores presiones con promedio aceptables de 23.09 m.c.a a 25.38 m.c.a.

Sin embargo, esto no es lo que en realidad se presenta en el sistema, identificando un sector con presiones sobre los 50 m.c.a. en el pueblo joven tren al sur, en el Pampa inalámbrica mz, x-11 (ver tabla n° 3).

Así mismo, se identificó zonas con sobre presiones de hasta 55 m.c.a,

Tabla n° 3: Registro de presiones en el, pueblo joven tren al sur mz, x-11, Pampa inalámbrica

| Pampa inalámbrica | |
|--------------------------|----------------------------|
| Fecha Hora | Presión (m.c.a) |
| 11/06/2019 09:15 | 0.327 |
| 11/06/2019 09:25 | 0.655 |
| 11/06/2019 09:35 | 0.409 |
| 11/06/2019 09:45 | 55.735 |
| 11/06/2019 09:55 | 55.326 |
| 11/06/2019 10:05 | 54.671 |

| | |
|-------------------------|--------|
| 11/06/2019 10:15 | 55.408 |
| 11/06/2019 10:25 | 55.244 |
| 11/06/2019 10:35 | 55.326 |
| 11/06/2019 10:45 | 55.162 |
| 11/06/2019 10:55 | 54.835 |
| 11/06/2019 11:05 | 54.753 |
| 11/06/2019 11:15 | 54.671 |
| 11/06/2019 11:25 | 55.408 |
| 11/06/2019 11:35 | 54.589 |
| 11/06/2019 11:45 | 54.916 |
| 11/06/2019 11:55 | 55.08 |
| 11/06/2019 12:05 | 54.916 |
| 11/06/2019 12:15 | 54.835 |
| 11/06/2019 12:25 | 54.753 |
| 11/06/2019 12:35 | 54.507 |
| 11/06/2019 12:45 | 54.425 |
| 11/06/2019 12:55 | 54.916 |
| 11/06/2019 13:05 | 54.753 |
| 11/06/2019 13:15 | 54.589 |
| 11/06/2019 13:25 | 54.016 |
| 11/06/2019 13:35 | 54.262 |
| 11/06/2019 13:45 | 54.262 |
| 11/06/2019 13:55 | 54.425 |
| 11/06/2019 14:05 | 54.098 |
| 11/06/2019 14:15 | 54.344 |
| 11/06/2019 14:25 | 50.988 |
| 11/06/2019 14:35 | 50.988 |
| 11/06/2019 14:45 | 51.888 |
| 11/06/2019 14:55 | 52.216 |
| 11/06/2019 15:05 | 52.134 |
| 11/06/2019 15:15 | 52.052 |
| 11/06/2019 15:25 | 52.134 |

| | |
|-------------------------|--------|
| 11/06/2019 15:35 | 52.461 |
| 11/06/2019 15:45 | 52.297 |
| 11/06/2019 15:55 | 52.461 |
| 11/06/2019 16:05 | 52.297 |
| 11/06/2019 16:15 | 52.216 |
| 11/06/2019 16:25 | 52.297 |
| 11/06/2019 16:35 | 52.216 |
| 11/06/2019 16:45 | 52.134 |
| 11/06/2019 16:55 | 52.297 |
| 11/06/2019 17:05 | 52.134 |
| 11/06/2019 17:15 | 52.379 |
| 11/06/2019 17:25 | 52.543 |
| 11/06/2019 17:35 | 52.379 |
| 11/06/2019 17:45 | 52.543 |
| 11/06/2019 17:55 | 52.87 |
| 11/06/2019 18:05 | 52.952 |
| 11/06/2019 18:15 | 52.543 |
| 11/06/2019 18:25 | 52.543 |
| 11/06/2019 18:35 | 52.543 |
| 11/06/2019 18:45 | 55.326 |
| 11/06/2019 18:55 | 55.08 |
| 11/06/2019 19:05 | 55.571 |
| 11/06/2019 19:15 | 55.571 |
| 11/06/2019 19:25 | 55.489 |
| 11/06/2019 19:35 | 55.571 |
| 11/06/2019 19:45 | 55.326 |
| 11/06/2019 19:55 | 55.817 |
| 11/06/2019 20:05 | 55.817 |
| 11/06/2019 20:15 | 55.408 |
| 11/06/2019 20:25 | 55.162 |
| 11/06/2019 20:35 | 55.899 |
| 11/06/2019 20:45 | 55.571 |

| | |
|-------------------------|--------|
| 11/06/2019 20:55 | 55.735 |
| 11/06/2019 21:05 | 55.653 |
| 11/06/2019 21:15 | 55.571 |
| 11/06/2019 21:25 | 55.489 |
| 11/06/2019 21:35 | 55.571 |
| 11/06/2019 21:45 | 55.489 |
| 11/06/2019 21:55 | 55.489 |
| 11/06/2019 22:05 | 55.489 |
| 11/06/2019 22:15 | 56.062 |
| 11/06/2019 22:25 | 55.653 |
| 11/06/2019 22:35 | 55.98 |
| 11/06/2019 22:45 | 55.899 |
| 11/06/2019 22:55 | 55.817 |
| 11/06/2019 23:05 | 55.98 |
| 11/06/2019 23:15 | 55.817 |
| 11/06/2019 23:25 | 55.735 |
| 11/06/2019 23:35 | 55.899 |
| 11/06/2019 23:45 | 55.735 |
| 11/06/2019 23:55 | 55.899 |

(Fuente: división de distribución y control de pérdidas DE LA EPS ILO S.A)

A diciembre del año 2018 el área de mantenimiento a registrado 77 roturas de tuberías en redes matrices (ver tabla n°4), sumándose a esto que el propio personal encargado de las reparaciones de fugas, manifestó que no fue posible aislar las zonas de fugas cerrando válvulas, ya que al realizar esta acción de cierre de válvulas el flujo seguía ingresando, dificultando las actividades de reparación.

Tabla n°4: reporte de fallas en la infraestructura hidráulica

| TIPO DE ACTIVIDAD | CANTIDAD |
|---|-----------------|
| Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | 30 |
| Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | 12 |
| Reparación de Tubería Matriz de PVC Ø varios por fuga | 2 |
| Reparación Líneas de Impulsión Ø Varios | 1 |
| Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" por fuga de agua | 11 |
| Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" por fuga de agua | 12 |

| | |
|--|-----------|
| Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | 6 |
| Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 3" por fuga de agua | 3 |
| Total | 77 |

(fuente área de mantenimiento de redes de la EPS ILO S.A)



Figura N° 3: Rotura en línea de conducción de agua tratada (zona alto Ilo-chalaca)

Fuente: propia



Figura N° 4: Rotura en línea de conducción, (zona alto Ilo-arenal)

Fuente: propia



Figura N° 5: Rotura de línea de conducción de agua tratada (zona Kennedy)

Fuente: propia



Figura N° 6: rotura de línea de conducción de agua tratada (zona Miramar)

Fuente: propia



Figura N° 7: Aniego en zona puerto producto de rotura de línea de conducción de agua tratada en Alto Ilo, Fuente: propia

Fugas de agua en accesorios, En las figuras n° 2, 3 y 4 se aprecian algunas de las fugas localizadas, las cuales han aflorado como se muestra en la figura n°1, y han sido expuestas por filtraciones como en el caso de las figuras n° 3 y 4, estas fugas son muy comunes en los sistemas de distribución tanto de pampa inalámbrica como de cata catas.



Figura N° 8: afloro Fuga de agua en acometida abril 2018, (fuente propia)



Figura N° 9: Fuga de agua en accesorio de acometida abril 2018, (fuente propia)



Figura N° 10: Fuga de agua en red de distribución mayo 2018, (fuente propia)

En las figuras, N° 6, 7,8, 9 y 10, se muestra el daño producido por las roturas en la línea de conducción además de las pérdidas de agua, sumándose a esto, que, debido a las interconexiones en la red de distribución, se tuvieron que realizar cortes de servicio en todo el sistema, para poder reparar estos daños, causando gran malestar en la población además de los daños en la infraestructura pública.

1.2 Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General:

¿Cuál es la influencia de no contar con una sectorización de redes en el sistema de agua potable?

1.2.2. Problemas específicos:

- a) ¿Cómo mitigar las deficiencias en la operación del sistema de agua potable?
- b) ¿Cómo verificar el funcionamiento y eficiencia de la sectorización de redes de agua potable?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

El acelerado crecimiento de la población y la falta de un plan de desarrollo de la infraestructura hidráulica, ha generado una desordenada configuración de redes de agua potable ocasionando esto una serie de deficiencias en la infraestructura y la calidad del servicio.

Esto ha impactado en el medio ambiente generando fisuras y agrietamientos en pavimentos a consecuencia de las filtraciones provocadas por fugas de agua.

A la vez estos inconvenientes han generado malestar en la población, debido a los cortes de agua y deficiencias con el servicio

El agua perdida producto de fugas, impacta directamente en la economía de la empresa prestadora de servicios, ya que estas fugas ameritan presupuestos adicionales para sus reparaciones.

Resulta de gran interés evaluar alternativas de solución a fin de mitigar las reincidentes fallas en la infraestructura hidráulica. Por lo cual es necesario contar con una sectorización adecuada que permita manejar el sistema y analizar cómo es que funciona este, de tal manera que se pueda sintetizar el funcionamiento de la red de distribución y así optimizar su eficiencia operativa.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General:

Optimización de la Sectorización existente de redes de agua potable de la ciudad de Ilo.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- a) Sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo
- b) Realizar un modelamiento hidráulico del sistema de agua potable verificando la eficiencia de la sectorización

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general:

A través de la optimización de la sectorización y regulación de presiones se mejorará el Funcionamiento Hidráulico de la Red de Distribución de Agua Potable, recuperándose volúmenes importantes de agua potable, así como una reducción significativa del índice del Agua No Facturada

1.5.1. Hipótesis Específica:

- a) Realizando una sectorización de redes de agua potable se podrá tener un control óptimo de agua distribuida, y de los parámetros operacionales, mitigando así las deficiencias en la operación del sistema de agua potable de la EPS ILO S.A.
- b) El modelamiento hidráulico, permitirá evaluar el comportamiento del sistema de agua potable y así verificar la eficiencia de una propuesta de sectorización u otras acciones operativas en la red.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

En términos generales, la sectorización de las Redes de Abastecimiento de Agua Potable (RDAP) puede ser considerada como el procedimiento encaminado a establecer dentro de las mismas, sub-áreas con una alimentación sectores al mismo tiempo. Tal procedimiento controlado que puede ser exclusiva del sector o compartida por varios puede perseguir objetivos que van desde el Control Activo de Fugas (CAF) hasta el control de la calidad del agua. En cualquier caso, el contar con una red sectorizada, permite detectar con mayor facilidad cualquier anomalía que ocurra en un punto de la red, debido a la reducción dimensional implícita en la sectorización misma. Se establece que el objetivo principal para la creación de sectores es obtener la información necesaria distribuida y manejablemente escalada para llevar acciones claves en cada sector, tales como:

- Realizar auditorías para conocer el rendimiento hidráulico o el Agua No Facturada (ANF).
- Caracterizar la curva de demanda, especialmente el caudal nocturno.
- Detectar de la manera más rápida posibles fugas mediante el análisis de la evolución de los caudales mínimos nocturnos.
- Comprobar rápidamente los resultados de campañas rápidas de detección y reparación de fugas.
- Detectar el fraude, subregistro, y diversos errores de medición.
- Disminuir los costos de mantenimiento.
- Establecer plan de inversiones para abastecer sectores con mayor índice de ANF.

La sectorización podría ser considerada también un primer paso para contrarrestar las situaciones de suministro intermitente, en vista que facilitan la detección y reparación de las fugas más importantes. En la literatura relativa al tema se encuentran varias definiciones para el término "sector".

Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (2011) define un sector como un Distrito de Área de Medición, que es un área discreta de una red de abastecimiento la cual se puede aislar del resto de la red ya sea mediante válvulas seccionadoras o mediante tuberías cortadas. Respecto a este concepto, es interesante destacar que, para aislar un sector, además de colocar válvulas seccionadoras y realizar cortes de tuberías, se pueden emplear tuberías nuevas que permitan redistribuir el caudal.

Herrera (Universidad de Valencia), en lugar del término sector o Distrito de Área de Medición, emplea el concepto de clúster, siendo la creación de clústeres el proceso de agrupación o segmentación de objetos de una red en subgrupos, de manera tal que los objetos dentro de un clúster estén más cercanamente relacionados que los objetos que se encuentran fuera de él. En el caso de una Redes de Abastecimiento de Agua Potable, un clúster sería una pequeña red abastecida por al menos una o a lo sumo dos fuentes de abastecimiento, en donde la demanda tendría un valor máximo en función de la capacidad de la(s) fuente(s), y la elevación del terreno se encontraría dentro de un rango de similitud.

Con base en su funcionalidad, los sectores han sido clasificados de dos maneras: Distrito de área de Medición y Área de Gestión de Presión. En los Distritos de Área de Medición, el objetivo principal es la estimación de demanda. En estos se contabiliza tanto el caudal de entrada como el de salida (consumo); sin embargo, no se efectúa ninguna acción directa encaminada a gestionar la presión. Por otro lado, en la Área de Gestión de Presión también se gestiona la presión además de los caudales.

En función del número de fuentes disponibles en las Redes de Abastecimiento de Agua Potable, la división de la misma en sectores puede clasificarse en "Partición" y/o en "Sectorización". El primer término se aplica que cuentan con un número reducido de fuentes; siendo los Distritos de Área de Medición separados, ya sea mediante la instalación de válvulas seccionadoras o mediante cortes de tuberías. El segundo término se emplea en redes con un mayor número de fuentes de abastecimiento, de manera tal que se puede asignar una fuente independiente a cada Distritos de Área de Medición. En el primer caso, las áreas resultantes son denominadas Distritos de Área de Medición y en el segundo caso son denominadas Distritos de Área de Medición - aislados. La manera de proceder para dividir las Redes de Abastecimiento de Agua Potable en Distritos de Área de medición o Distritos de Área de Medición - aislados depende de las características topológicas de la red y las características topográficas del sitio en la que la misma se ubica. En redes que han evolucionado por problemas coyunturales, en lugar de responder a una planificación previa, es muy posible que no se pueda proceder por un único método, sino por una combinación de ambos.

El presente trabajo está orientado exclusivamente al estudio de sectores y verificación de su eficiencia median un modelamiento hidráulico en el que se definirá subáreas de una Red de Abastecimiento de Agua Potable con una única entrada que no son alimentadas por una fuente exclusiva, sino a través de una red primaria; el término sectores-aislado definirá subsectores de abastecimiento con una o más fuentes exclusivas, y el término sectorización será empleado para definir la "partición" o subdivisión de una Red de Abastecimiento de Agua Potable en sectores.

2.2 Bases teóricas

Sistema de abastecimiento de agua potable

Las Plantas de tratamiento de la ciudad de Ilo producen agua tratada y la conduce por gravedad mediante las grandes matrices (tuberías de 20 "a 32"), las que a su vez alimentan a las redes de distribución. Emplea reservorios que cumplen la función de regular el abastecimiento, pues absorbe las variaciones de consumo, esto significa que en horas en que el consumo es menor se almacena agua en ellos, en horas de mayor demanda permite descargar caudales adicionales a los provenientes de la planta y atender estas contingencias. Adicionalmente los reservorios regulan las presiones en la red de distribución y mantienen constante las condiciones de trabajo de los equipos de bombeo.

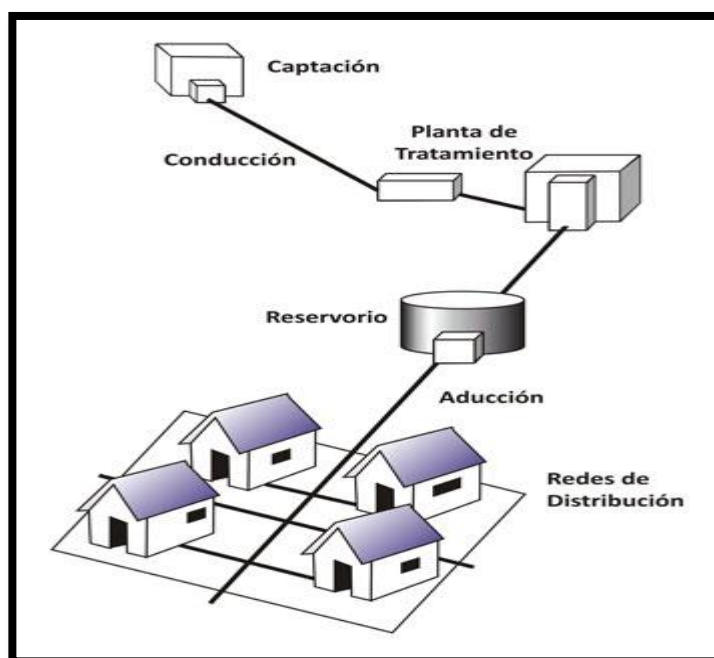


Figura N° 11: Esquema de sectorización, fuente: (MARIA VICTORIA VARGAS ESCOBAR, 2001)

Red de distribución (OPS/CEPIS/05.145, 2005)

La red de distribución está considerada por todo el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las tomas o conexiones domiciliarias.

Redes abiertas (OPS/CEPIS/05.145, 2005)

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
- La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 los para el diseño de los ramales.

Redes cerradas (OPS/CEPIS/05.145, 2005)

El flujo de agua a través de ellas estará controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino, es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga, nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

Cálculo de población (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

El cálculo de la población futura se podrá realizar mediante uno de los métodos de crecimiento, según el tipo de población dependiendo de las características socio - económicas y ambientales de la población.

a) Método Aritmético.

Formula:

$$Pf = Po(1 + i * \frac{t}{100})$$

b) Método Geométrico.

Formula:

$$Pf = Po \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

c) Método Exponencial.

Formula:

$$Pf = Po(e)^{\frac{i*t}{100}}$$

d) Método Curva Logística

Formula:

$$Pf = \frac{L}{1 + m * e^{a*t}}$$

Donde:

Pf = Población futura (Hab)

Po = Población inicial (Hab)

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%)

t = Número de años de estudio o periodo de diseño

L = Valor de saturación de la población

m = Coeficiente

a = Coeficiente

Los métodos de crecimiento a emplearse deben ser aplicados en función al tamaño de la población, de acuerdo especificado en el Cuadro N° 17: Aplicación de métodos

Tabla n° 4 : Aplicación de métodos

| Método | Población (habitantes) | | | |
|-----------------|------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| | Hasta 5000 | De 5001 a 20000 | De 20001 a 100000 | Mayores a 100000 |
| Aritmético | X | X | | |
| Geométrico | X | X | X | X |
| Exponencial | X | X (2) | X (1) | X |
| Curva Logística | | | | X |

Fuente: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

Variaciones de consumo (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

En general, la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort, propiciando así su desarrollo.

Esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento del sistema de acuerdo a las variaciones en los consumos del agua que ocurran para diferentes momentos durante el periodo de diseño.

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias.

Variaciones diarias (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

Estas variaciones son analizadas diariamente, las cuales son ocasionadas por los cambios climatológicos, concurrencias a centros de trabajo, costumbres, etc. Lo principal es determinar el porcentaje máximo que alcanza la variación diaria en el día de máxima demanda, en relación con el consumo anual medio diario, y para establecer este porcentaje es necesario determinar el COEFICIENTE DE MAXIMA VARIACION DIARIA, representado por k1 y cuyo valor recomendado por el RNE es de:

$K1 = 1.30$ (coeficiente máximo anual de demanda diaria).

Variaciones horarias (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

Durante un día cualquiera, los consumos de agua de una comunidad presentan variaciones hora a hora dependiendo de los hábitos y actividades domésticas de la población. Estas variaciones dan origen al COEFICIENTE DE MAXIMA DEMANDA HORARIA, representada por k2, que es el que corresponde a la hora de mayor demanda y que el RNE recomienda valores que se encuentran comprendidos entre 1.80 y 2.50.

Tabla n° 5: Valores de K2 según población.

| POBLACION | K2 |
|----------------------|-----|
| 2,000 A 10,000 HAB | 2.5 |
| Mayores a 10,000 Hab | 1.8 |

Fuente: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

Dotación (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

La Dotación se considera como la cantidad de agua promedio correspondiente a un Hab/día, expresado en litros/Hab/día. Este cálculo nos servirá para determinar los gastos de la red de distribución que será aplicada a la población para su consumo.

El consumo de agua varía con las estaciones del año, en los días de la semana y durante las horas del día, los cuales dependen directamente de factores tales como los climáticos, tamaño de la ciudad y su grado de industrialización, presión, calidad del agua, etc.

El R.N.E, en el capítulo 1.4 de la Norma OS.100 establece:

La Dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadística comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerarán los siguientes valores:

- ❖ Lotes mayores a 90 m²
 - Climas fríos: 180 lt/hab/día.
 - Climas templados y cálidos: 220 lt/hab/día.
- ❖ Lotes de menos de 90 m²:
 - Climas fríos: 120 lt/hab/día.
 - Climas templados y cálidos: 150 lt/hab/día.

Al proyecto en estudio le corresponde una Dotación de 220 lt/Hab/día por tener un clima TEMPLADO Y CALIDO.

Periodo de diseño (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

El periodo de diseño es el tiempo en el cual se considera que el sistema funcionará en forma eficiente cumpliendo los parámetros, respecto a los cuales se ha diseñado determinado sistema. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente al 100%, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de las instalaciones.

Los factores que afectan el periodo de diseño son:

- Durabilidad de los materiales
- Ampliaciones futuras
- Crecimiento o decrecimiento Poblacional
- Capacidad económica para la ejecución de obra.

Tabla n° 6: Periodo de diseño (años)

| Componente del sistema | Población menor a 20 000 habitantes | Población mayor a 20 000 habitantes |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Obra de captación | 44105 | 30 |
| Aducción | 20 | 30 |
| Pozos profundos | 10 | 15 - 20 |
| Estaciones de bombeo | 20 | 30 |
| Plantas de tratamiento | 15 - 20 | 20 - 30 |
| Tanques de almacenamiento | 20 | 20 - 30 |

| | | |
|-------------------------------|-------|-------|
| Redes de distribución | 20 | 30 |
| Equipamiento: | | |
| Equipos eléctricos | 44109 | 44109 |
| Equipos de combustión interna | 5 | 5 |

Fuente: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO, 2006)

Análisis hidráulico (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006)

Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente. Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la tabla No 5. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

Tabla n° 7: coeficientes de fricción "c" en la fórmula de Hazen y Williams

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

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

WaterGEMS (Wales, 2016)

Es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo), propiedad de la Empresa de Software Bentley Systems, Incorporated que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos.

WaterGEMS permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.).

Sectorización (MARIA VICTORIA VARGAS ESCOBAR, 2001)

La sectorización, que consiste en definir áreas menores a 3 Km², aisladas unas de otras. Cada una de ellas dotadas de un solo punto de ingreso y otro de emergencia. En tal sentido permitirá lograr un control del caudal entregado al sector, del cloro en el líquido entregado y las presiones necesarias en la red (dentro de 10 a 50 m.c.a según norma os -050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO). El hecho de tener áreas aisladas permitirá efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo en la red

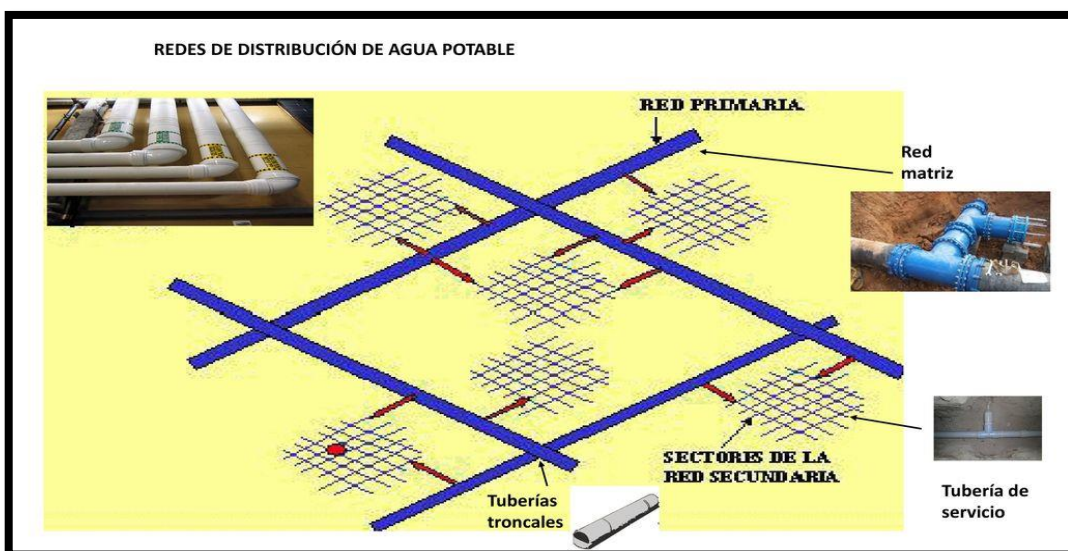


Figura N° 12: Red de distribución de agua potable, Fuente: (MARIA VICTORIA VARGAS ESCOBAR, 2001)

como los casos de rotura de tubería, obstrucción de una matriz, colapso de válvulas, sustitución de grifos contra incendios, etc., sin necesidad de dejar sin servicio a una gran área, limitando los efectos de estas acciones a áreas restringidas, sean subsectores o sectores, mediante el cierre de válvulas que los define. Asimismo, será posible establecer el balance y determinar las pérdidas en la red como la diferencia matemática entre el volumen de agua entregada al sector menos el volumen de agua consumido por todos los clientes existentes en el sector, esto último calculado gracias a la micro medición.

Tabla n° 8: ventajas de la sectorización

| RED CON SECTORES | RED CONVENCIONAL |
|---|--|
| Permite controlar un sistema de distribución de agua potable, identificando zonas de influencia de abastecimiento | Dificulta el control del sistema de agua potable ya que no se identifican zonas de influencia |
| Se puede tener un mejor control de presiones | dificulta el control de presiones en la red, ya que los flujos ingresan en distintas direcciones |
| Permite identificar y controlar las demandas del sistema | no se pueden identificar las demandas del sistema |
| Permite identificar las pérdidas de agua | dificulta la identificación de pérdidas de agua |

Fuente: (Ochoa, 2014)

Sector (CONAGUA 2006),

Dentro del subsector de agua potable, el término sectorización es conocido como la formación de zonas de suministro autónomas, más no independientes, dentro de una red de distribución; en otras palabras, es la división o partición de la red en muchas pequeñas redes, con el fin de facilitar su operación. De este modo, será mucho más sencillo controlar los caudales de entrada en cada sector, las presiones internas de la tubería, la demanda y el consumo, así como las pérdidas de agua, tanto en fugas como en usos no autorizados. Aún más, puede conducirse el agua por la red primaria, sin exceso de conexiones con la secundaria, desde la fuente de alimentación hasta los

puntos más lejanos, generalmente sacrificados en la distribución del agua. Distrito hidrométrico = sector hidrométrico = sector Esto es una sección de la red de distribución de agua potable, perfectamente delimitada por medio de válvulas de seccionamiento, adecuadamente instrumentada para aforar el caudal de entrada, para medir y controlar la presión de operación, a fin de brindar la misma calidad de servicio de suministro a la totalidad de los usuarios contenidos en esta red.

2.3 Definición de términos

Pérdidas físicas. (Patrick Fallis, Katja Hübschen, Emmanuel Oertlé,, 2011)

El agua que se pierde por diversos motivos en las líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias se conoce con el nombre genérico de fugas; son las pérdidas físicas y se pueden determinar

mediante aforos, inspecciones, distritos hidrométricos, etc. Estas pérdidas dependen de factores como: calidad y edad de las tuberías y accesorios, proceso constructivo, presión del agua, mantenimiento y operación del sistema, etc.

Consumo doméstico. (TERÁN, 2012)

Es la cantidad de agua que se utiliza en las viviendas y depende básicamente del clima y de la clase socioeconómica de los usuarios y varía en algunos casos por las siguientes causas, presión del agua en la red, existencia de alcantarillado sanitario, costo del agua.

Demanda. (TERÁN, 2012)

Cuando se trata de diseñar un sistema hidráulico urbano, es importante determinar la demanda futura de agua, calculándola por medio de la suma de los distintos consumos de las diferentes clases socioeconómicas y la proyección de la población.

Dotación. (TERÁN, 2012)

La dotación es la cantidad de agua que se la asigna a cada habitante para su consumo, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades están dadas en l/h/día. La dotación se obtiene por medio de un estudio de demandas, pero cuando esto no es posible se emplea la tabla de demandas que considera el número total de habitantes y la temperatura media anual de la localidad.

Caudal de diseño (TERÁN, 2012)

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

Agua no facturada (ANF) (Patrick Fallis, Katja Hübschen, Emmanuel Oertlé,, 2011)

El volumen que permanece no facturado y por lo tanto no genera ningún ingreso para la empresa de agua. Se puede expresar como la diferencia de volumen de ingreso al sistema y el consumo autorizado facturado o como la suma de consumo autorizado no facturado y las pérdidas de agua. En la Tabla 4. se resaltan todos los elementos que contribuyen a la ANF.



Figura N° 13: Factores clave que influyen las fugas fuente: (Patrick Fallis, Katja Hübschen, Emmanuel Oertlé, 2011)

La figura n° 5 demuestra que la reducción de pérdidas de agua requiere un enfoque integral: una mayor actividad de detección de fugas por sí sola no resolverá el problema si las condiciones de infraestructura se deterioran al mismo tiempo. Además, incluso si se dispone de recursos financieros, no tendrán un efecto positivo salvo que la empresa de agua tenga estructuras adecuadas y tome un enfoque proactivo hacia el manejo de las pérdidas de agua.

Diámetro mínimo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

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 o 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. En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

Velocidad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

Presiones (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006)

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. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

Ubicación (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006)

En las calles de 20 m de ancho o menos, se proyectará una línea a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas. En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada. La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería de agua para consumo humano y una tubería de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente. La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente más próximo al tubo no será menor de 0,80 m. En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisura miento o ruptura.
- Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

En vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar.

Válvulas (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006)

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. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda. Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación. Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

Exploratorio: La investigación exploratoria, consiste en proveer una referencia general de la temática, a menudo desconocida. Parten de un tema de investigación general y el cual no ha sido profundizado. La metodología para la obtención de la información puede ser a partir de la observación directa e indirecta

3.1.2. Nivel de investigación

Comprensivo: Este nivel de investigación corresponde a una investigación cuyos objetivos implican “explicar, predecir o proponer”

3.2. Población y/o Muestra de estudio

La ciudad de Ilo cuenta con 77,449 habitantes y con un sistema de redes de agua potable de aproximadamente 260 km fuente (EPS ILO), así como también con un clima cálido con temperaturas de 23° a 30°c.

Datos censales de la ciudad de Ilo 2007 y 2017.

Tabla n° 9: datos censales 2007 y 2017

| Datos Censales | | | | | | |
|----------------|------------|----------|--------|------------|----------|--------|
| Distrito | Censo 2007 | | | Censo 2017 | | |
| | Urbana | Dispersa | Total | Urbana | Dispersa | Total |
| Ilo | 58,649 | 483 | 59,132 | 66,118 | 361 | 66,479 |
| Pacocha | 4,381 | 20 | 4,401 | 4,437 | 16 | 4,453 |
| El Algarrobal | 38 | 209 | 247 | 3,694 | 23 | 3,717 |

Fuente propia

Tabla n° 10: comparación de tasas de crecimiento

| COMPARACIÓN DE TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------|----------|
| Localidades | INTERCENSAL - INEI (geométrico) | INTERCENSAL - INEI (aritmético) | PROYECCIONES - INEI | PROVINCIAL | REGIONAL |
| Ilo Total | 1.18% | 1.24% | 1.18% | 1.59% | 0.80% |
| Puerto Ilo | -1.99% | -1.82% | 1.18% | 1.59% | 0.80% |
| Pampa Inalámbrica | 4.13% | 4.99% | 1.18% | 1.59% | 0.80% |
| Pacocha | 0.12% | 0.12% | 0.12% | 1.59% | 0.80% |
| El Algarrobal | 31.14% | 140.49% | 31.14% | 1.59% | 0.80% |

Fuente propia

Tabla n° 11: selección de tasas de crecimiento

| SELECCIÓN DE TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL | | |
|---|------------------------------|--|
| Localidades | Tasa de Crecimiento Adoptada | Justificación |
| Puerto Ilo | 1.18% | Dato del modelo de proyección geométrico |
| Pampa Inalámbrica | 1.59% | Dato de crecimiento poblacional de la provincia de Ilo |
| Pacocha | 0.12% | Dato del modelo de proyección geométrico |
| El Algarrobal | 1.59% | Dato de crecimiento poblacional de la provincia de Ilo |

Fuente propia

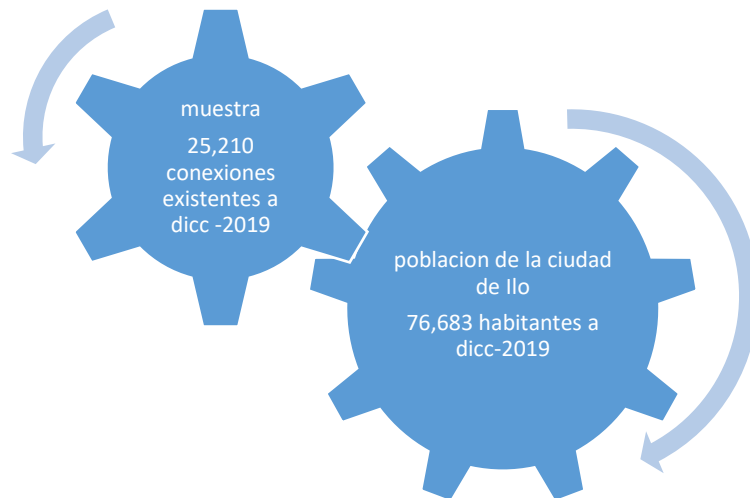


Figura N° 14: Población y muestra al 2019, fuente propia

TOPOGRAFÍA:

La topografía de la ciudad de Ilo tiene un rango desde 13 m.s.n.m (figura n°9). la mínima situada en el sector puerto de Ilo-Pacocha y la máxima de 280 m.s.n.m. en el sector Pampa inalámbrica-Algarrobal (figura n°10)



Figura N° 15: elevación mínima de la ciudad de ILO, fuente propia



Figura N° 16: elevación máxima de la ciudad de ILO, fuente propia

3.3. Operacionalización De Variables

Las técnicas que se emplean son de análisis situacional y observación experimental con apoyo del personal técnico de la EPS ILO.

Así como también con apoyo de equipos sofisticados para la recolección de datos y detección de fugas en la red.

3.4. Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos

Los datos obtenidos en la investigación organizarán y procesarán de forma manual con el propósito de presentar la información de manera ordenada, clara y sencilla.

Para el procesamiento de datos del presente estudio se hará uso de los siguientes programas:

MICROSOFT OFFICE EXCEL 2010:

Registro de información sobre la base de los formatos empleados. Este procedimiento permitirá configurar la matriz de sistematización de datos que se adjuntaran al informe.

- Elaboración de tablas de frecuencia absolutas y porcentual, gracias a que Excel cuenta con funciones para el conteo sistémicos de datos estableciéndose para ellos criterios predeterminados.
- Elaboración de los gráficos que acompañan a los cuadros estadísticos. Estos gráficos permitirán visualizar las distribuciones de los datos en las categorías que son objetos de análisis.
- Las tablas y gráficos elaborados en Excel, serán trasladados a Word, para su ordenamiento y presentación final.

AUTOCAD 2018:

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D.

MICROSOFT OFFICE WORD 2010:

Es un programa informático orientado al procesamiento de textos. Fue creado por la empresa Microsoft

WÁTER GEMS:

Es un instrumento eficiente para poder diseñar modelos hidráulicos referentes a redes de distribución de agua potable y simular escenarios favorables y

desfavorables para los sistemas de agua potable. Fue creado por la empresa **Bentley Systems, Incorporated**

3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

Para el trabajo en campo se utilizará algunos instrumentos de medición y señalización como los siguientes:

- Ficha de registro de datos
- Manómetro
- Planos
- Reportes de caudales
- Padrón de usuarios
- Chalecos de seguridad
- Conos de seguridad vial

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1. Análisis de data

Ubicación de unidades de abastecimiento e identificación de áreas de influencia

Se realiza una recopilación de la información existente, y se identifica la infraestructura de abastecimiento existente:

Figura N° 17:reservorios de la EPS ILO S.A

| Reservorios | Ubicación | Capacidad (m3) | Cota (msnm) |
|-------------|------------------------|----------------|-------------|
| R-1 | ptap cata catas | 3600 | 101 |
| R-2 | alto llo | 800 | 90.74 |
| R-3 | circunvalación cuajone | 1800 | 92 |
| R-4 | Miramar | 2800 | 57 |
| R-5 | pampa inalámbrica | 900 | 190 |
| R-6 | ciudad nueva | 21000 | 100 |
| R-7 | pampa inalámbrica | 800 | 273 |
| R-8 | pampa inalámbrica | 900 | 200.64 |
| R-9 | pampa inalámbrica | 1150 | 201.33 |
| R-10 | pampa inalámbrica | 1350 | 235.29 |

(FUENTE: EPS ILO S.A)

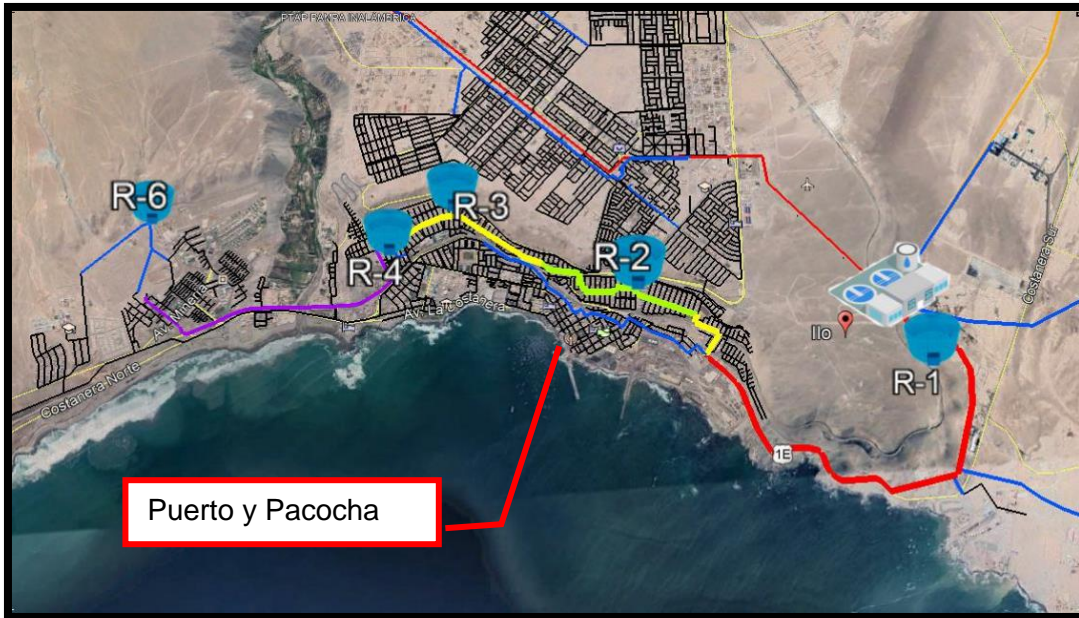


Figura N° 18: Ubicación de reservorios, fuente: propia

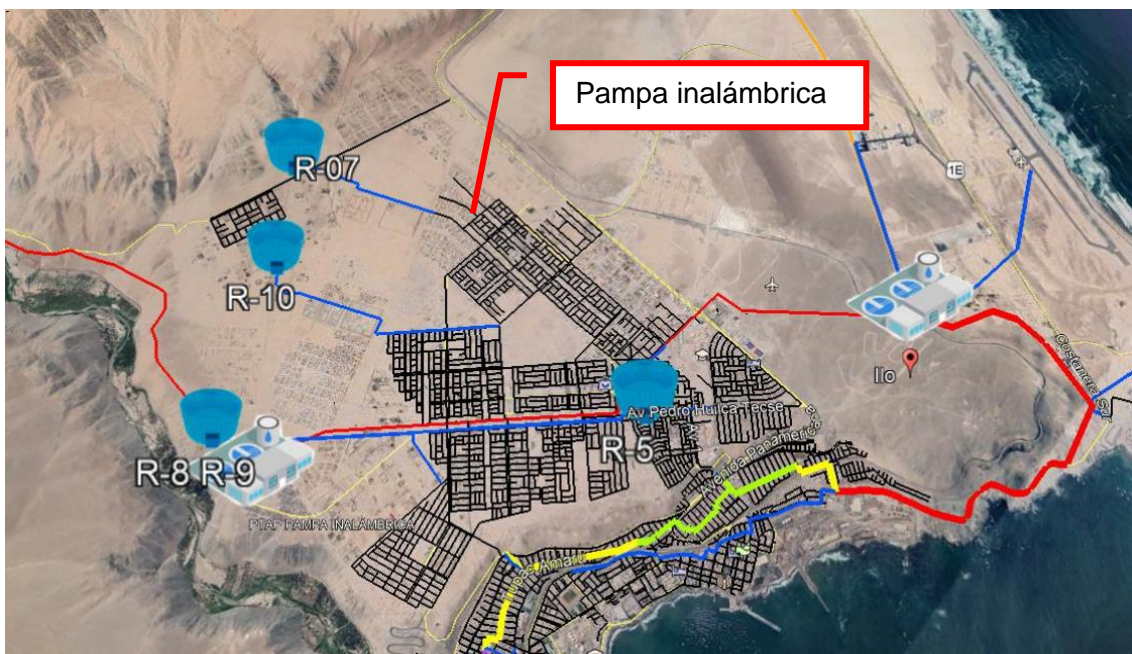


Figura N° 19: Ubicación de reservorios, fuente: propia

En la Figura n°3 y n°04, se muestra la ubicación de los reservorios para poder evaluar sus zonas de influencia.

Teniendo identificada la ubicación de los reservorios de la ciudad, y con información del área de distribución y control de perdidas, se determinó que los reservorios que tienen infraestructura para el abastecimiento son los siguientes:

Tabla n° 12:reservorios y capacidad de abastecimiento

| Reservorios | obs | ubicación | Capacidad (m3) |
|-------------|--|------------------------|----------------|
| R-1 | situado en ptap no se dispone del 100% de su capacidad | ptap cata catas | 3,600 |
| R-2 | se dispone del 100% de su capacidad | alto llo | 800 |
| R-3 | se dispone del 100% de su capacidad | circunvalación cuajone | 1,800 |
| R-4 | no se dispone del 100% de su capacidad | Miramar | 2,800 |
| R-5 | se dispone del 100% de su capacidad | pampa inalámbrica | 900 |
| R-6 | no se dispone del 100% de su capacidad | ciudad nueva | 21,000 |
| R-7 | se dispone del 100% de su capacidad | pampa inalámbrica | 800 |
| R-8 | se dispone del 100% de su capacidad | pampa inalámbrica | 900 |
| R-10 | se dispone del 100% de su capacidad | pampa inalámbrica | 901 |

fuelle: propia

Teniendo identificadas las unidades de abastecimiento (reservorios), se procedemos a evaluar las posibles áreas de abastecimiento en función a su topografía a fin que estos puedan abastecer por gravedad sin complicaciones.

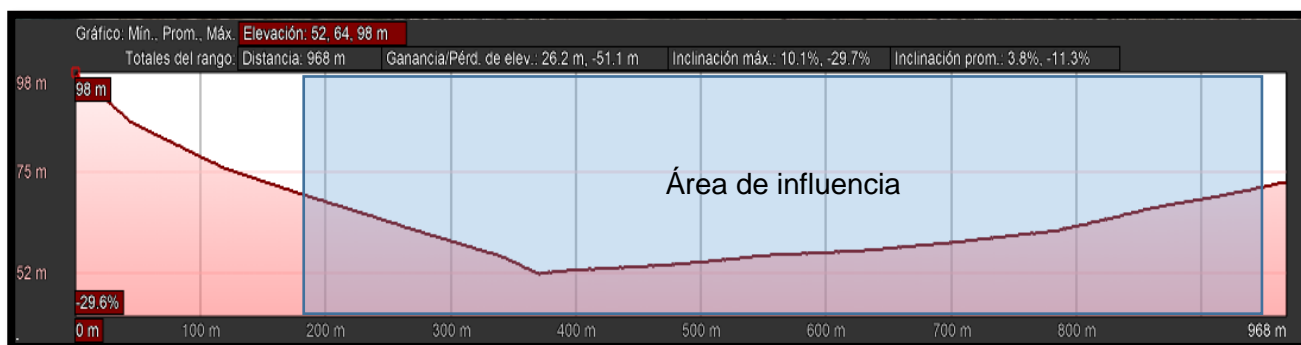


Figura N° 20:reservorio 02, fuente propia

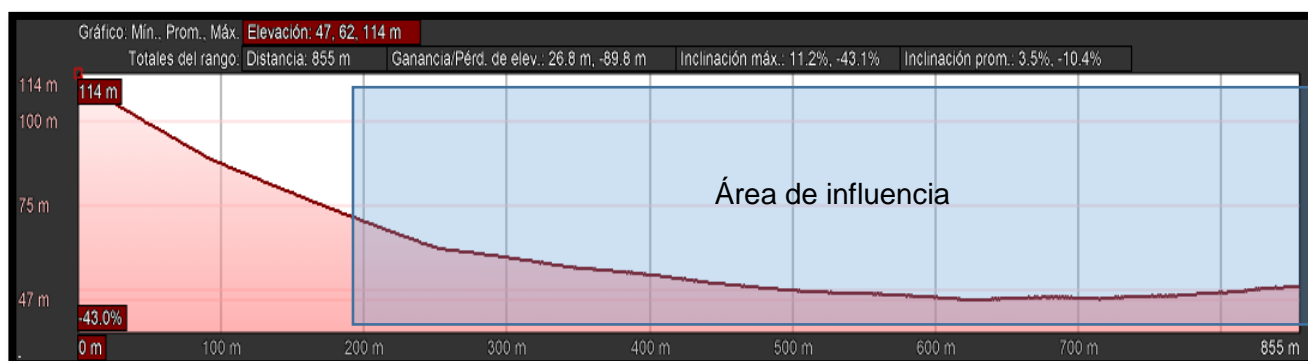


Figura N° 21: reservorio 03



Figura N° 22:reservorio 04, fuente propia



Figura N° 23:reservorio 05, fuente propia

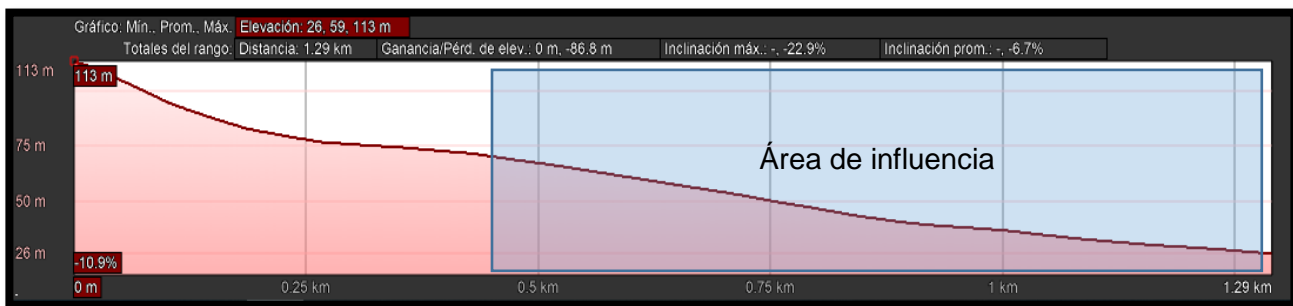


Figura N° 24:reservorio 06, fuente propia

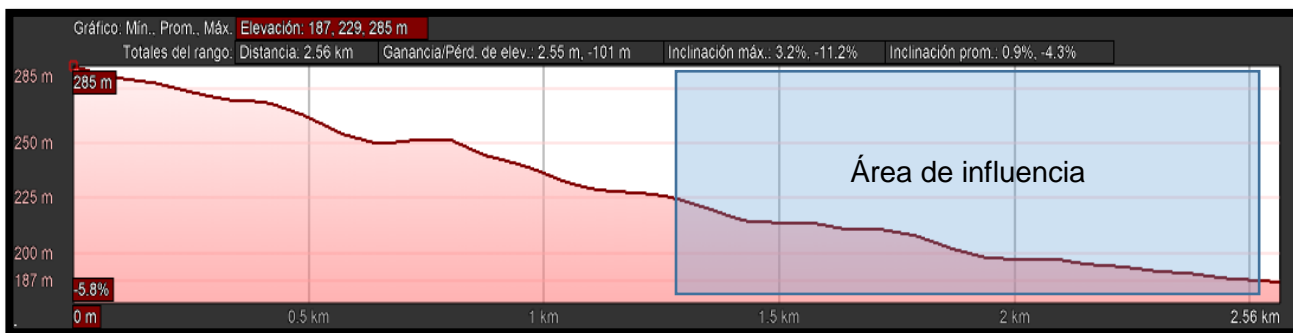


Figura N° 25:reservorio 07, fuente propia

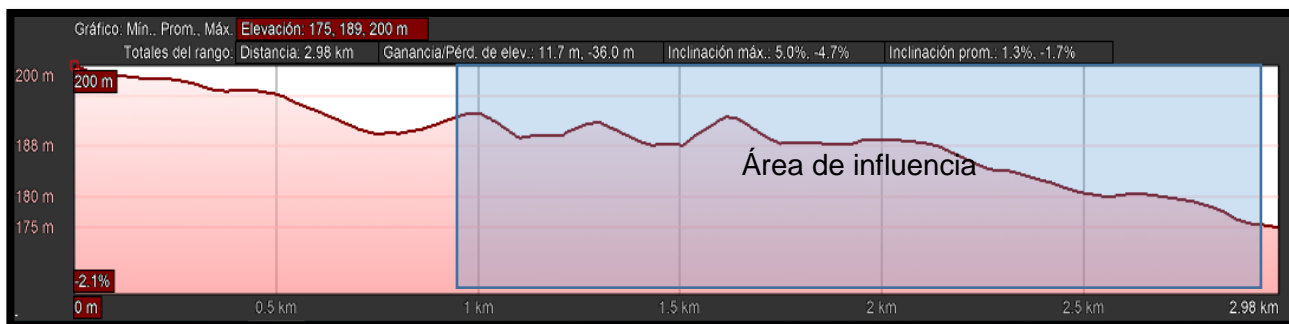


Figura N° 26:reservorio 08, fuente propia

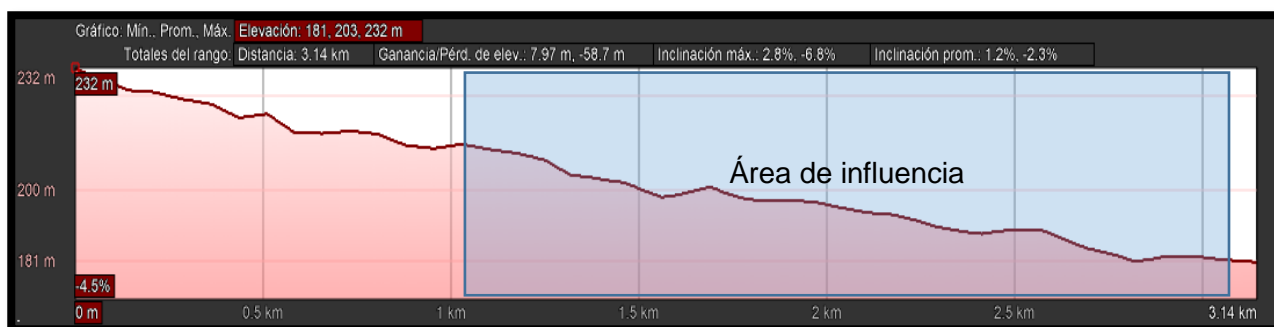


Figura N° 27:reservorio 10, fuente propia

Evaluando la topografía del área de influencia de las unidades de abastecimiento, podemos verificar que estas pueden trabajar por gravedad eficientemente

Identificación de sectores

Habiendo identificado áreas de influencia de las unidades de abastecimiento, se procede al análisis del padrón de usuarios, ubicando a los usuarios según las áreas de influencia identificadas. Para ello se tuvo que hacer una revisión minuciosa de la zona a la que pertenece cada conexión de acuerdo al sistema de abastecimiento de estas.

posteriormente se corrobora la ubicación de estos usuarios y se agrupa según el área de influencia y capacidad de reservorio según el sistema que corresponda.

Tabla n° 13: Zonas de influencia de reservorios en puerto (planta de tratamiento cata catas)

| Sector | Sub Sector | Urbanización | Conex. Activas | Conex. Cortadas | Conex. Suspendida | Conex. Totales | Conex. Activo. Sub Sector |
|--------|------------|--------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------------------|
| R-1 | 1-A1 | Casco Urbano Norte | 265 | 85 | 0 | 350 | 1210 |
| | | Urb. Ilo | 301 | 27 | 0 | 328 | |
| | | Urb. Garibaldi | 296 | 29 | 0 | 325 | |
| | | Magisterial | 64 | 5 | 0 | 69 | |
| | | Aduaneros | 46 | 7 | 0 | 53 | |

| | | | | | | | |
|------|-----------------------|------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| | | 7 de mayo | 63 | 4 | 0 | 67 | |
| | | Meylan | 103 | 6 | 0 | 109 | |
| | | Huáscar | 72 | 8 | 0 | 80 | |
| | 1-A2 | Casco Urbano Sur | 871 | 166 | 0 | 1037 | 1566 |
| | | Marítimos | 126 | 15 | 0 | 141 | |
| | | Nylon San Pedro | 239 | 28 | 0 | 267 | |
| | | Monterrico | 50 | 7 | 0 | 57 | |
| | | 20 de diciembre | 40 | 3 | 0 | 43 | |
| | | Costa Azul | 201 | 40 | 0 | 241 | |
| | | Urb. Santa Rosa | 39 | 25 | 0 | 64 | |
| | 1-A3 | Horizonte | 350 | 37 | 0 | 387 | 543 |
| | | Amp. Bello Horizonte | 129 | 3 | 0 | 132 | |
| | | Enapu Perú | 64 | 4 | 0 | 68 | |
| | 1-A4 | Kennedy alta | 123 | 5 | 0 | 128 | 314 |
| | | Kennedy Intermedio | 191 | 7 | 0 | 198 | |
| | 1-A5 | Nueva Esperanza | 117 | 13 | 0 | 130 | 383 |
| | | 18 de mayo | 128 | 14 | 0 | 142 | |
| | | Santa cruz | 138 | 7 | 0 | 145 | |
| | 1-A6 | Circunvalación Cuajone | 138 | 9 | 0 | 147 | 138 |
| R-2 | 2-B1 | San Francisco | 52 | 3 | 0 | 55 | 484 |
| | | Cesar Vallejo | 43 | 5 | 0 | 48 | |
| | | Arenal | 389 | 32 | 0 | 421 | |
| | 2-B2 | Chalaca | 363 | 28 | 0 | 391 | 448 |
| | | Nylon I | 85 | 3 | 0 | 88 | |
| | 2-B3 | San Pedro | 268 | 22 | 0 | 290 | 268 |
| | 2-B4 | Nylon II | 162 | 4 | 0 | 166 | 162 |
| 2-B5 | Kennedy Baja | 129 | 7 | 0 | 136 | 129 | |
| R-3 | 3-C1 | Miramar Baja | 660 | 9 | 0 | 669 | 778 |
| | | Parque. Artesanal | 48 | 4 | 0 | 52 | |
| | | Villa Hermosa | 70 | 2 | 0 | 72 | |
| | 3-C2 | Pj. Miguel Grau | 144 | 24 | 0 | 168 | 1179 |
| | | Aso 6 de mayo | 151 | 11 | 0 | 162 | |
| | | Miramar Parte Prima | 584 | 49 | 0 | 633 | |
| | | Miramar Parte Alta | 300 | 37 | 0 | 337 | |
| 3-C3 | Miramar Primera Etapa | 301 | 18 | 0 | 319 | 301 | |

| | | | | | | | |
|-----|------|------------------|-----|----|---|-----|-----|
| R-4 | 4-D1 | Villa Del Mar | 370 | 34 | 0 | 404 | 517 |
| | | San Gerónimo | 93 | 18 | 0 | 111 | |
| | | Urb. Gheresi | 8 | 2 | 0 | 10 | |
| | | Urb. Tupac Amaru | 46 | 1 | 0 | 47 | |

Fuente: propia

Tabla n° 14: Zonas de influencia de reservorios en Pacocha (planta de tratamiento cata catas)

| Sector | Sub Sector | Urbanización | Conex. Activas | Conex. Cortadas | Conex. Suspendidas | Conex. Totales | Conex. Activo. Sub Sector |
|--------|------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| R-4 | 1-J1 | Ciudad Nueva | 1317 | 111 | 0 | 1428 | 1512 |
| | | Promuvi I Pacocha | 195 | 7 | 0 | 202 | |
| | 1-J2 | Cesar Vallejo (Patillos) | 45 | 12 | 0 | 57 | 94 |
| | | Valle Hermoso | 49 | 8 | 0 | 57 | |
| R-6 | 2-K1 | Ciudad Jardín | 149 | 21 | 0 | 170 | 149 |
| R-6 | 3-L1 | Temporales | 125 | 13 | 0 | 138 | 125 |
| | | | | | | Conex. Cortadas | 1039 |
| | | | | | | Conex. Suspendidas | 0 |
| | | | | | | Conex. Activas | 10300 |
| | | | | | | TOTALES | 11339 |

Fuente: propia

Tabla n° 15: Zonas de influencia de reservorios en pampa inalámbrica (planta de tratamiento pampa inalámbrica).

| Sector | Sub Sector | Urbanización | Conex. Activas | Conex. Cortadas | Conex. Suspendida | Conex. Totales | Conex. Activas Sub Sector |
|---------------|------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------------------|
| R-5 | 5-E1 | Urb. Olivares | 66 | 19 | 0 | 85 | 538 |
| | | Liberación | 273 | 27 | 0 | 300 | |
| | | Villa Marina | 134 | 19 | 0 | 153 | |
| | 5-E2 | Urb. Daniel Alcides Carrión | 107 | 15 | 0 | 122 | 386 |
| | | Magisterio | 215 | 49 | 0 | 264 | |
| | 5-E3 | Luis E Valcárcel | 1103 | 102 | 0 | 1205 | 1329 |
| Cesar Vallejo | | 120 | 4 | 0 | 124 | | |
| R-8 | 6-F1 | José Mariátegui | 306 | 19 | 0 | 325 | 451 |
| | | Picuda | 17 | 1 | 0 | 18 | |

| | | | | | | | |
|--|------|--|-----|----|---|-----|------|
| | | Urb. Pacocha | 55 | 7 | 0 | 62 | |
| | | Urb. Amauta | 73 | 16 | 0 | 89 | |
| | 6-F2 | Hábitat | 338 | 36 | 0 | 374 | 565 |
| | | Las Glorietas | 227 | 32 | 0 | 259 | |
| | 6-F3 | Asoc. Jose Olaya | 71 | 14 | 0 | 85 | 335 |
| | | Ciudad del Pescador | 153 | 50 | 0 | 203 | |
| | | Villa Porteño | 76 | 16 | 0 | 92 | |
| | | Villa Metalurgia | 35 | 14 | 0 | 49 | |
| | 6-F4 | Nuevo Ilo desde la Mza 1 a la 6 y 38 a la 47 | 410 | 10 | 0 | 420 | 1167 |
| | | Nueva Victoria | 641 | 60 | 0 | 701 | |
| | | Tren al Sur | 116 | 8 | 0 | 124 | |
| | 6-F5 | Integración Latino Americana | 106 | 8 | 0 | 114 | 204 |
| | | Las Gardenias | 98 | 7 | 0 | 105 | |
| | 6-F6 | Siglo XXI | 347 | 21 | 0 | 368 | 479 |
| | | La Florida | 29 | 1 | 0 | 30 | |
| | | Parque Industrial | 103 | 30 | 0 | 133 | |

Fuente: propia

Tabla n° 16: Zonas de influencia de reservorios en pampa inalámbrica (planta de tratamiento pampa inalámbrica).

| Sector | Sub Sector | Urbanización | Conex. Activas | Conex. Cortadas | Conex. Suspendida | Conex. Totales | Conex. Activas Sub Sector |
|---------------|------------|----------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------------------|
| R-8 | 7-G1 | Mirador Pacifico | 283 | 37 | 0 | 320 | 669 |
| | | Villa Periodista | 120 | 12 | 0 | 132 | |
| | | Vista al Mar | 266 | 60 | 0 | 326 | |
| | 7-G2 | Boca del Sapo | 234 | 25 | 0 | 259 | 688 |
| | | 2 de marzo | 375 | 35 | 0 | 410 | |
| Juan Pablo II | | 79 | 5 | 0 | 84 | | |
| R-10 | 8-H1 | 24 de octubre | 609 | 75 | 0 | 684 | 1658 |
| | | Amp. 24 de octubre | 122 | 14 | 0 | 136 | |
| | | Vista Alegre | 202 | 29 | 0 | 231 | |
| | | Nuevo Ilo desde la Mza 7 a la 36 | 725 | 20 | 0 | 745 | |
| | 8-H2 | Los Arenales | 134 | 13 | 0 | 147 | 739 |
| | | Bella Vista | 265 | 41 | 0 | 306 | |
| | | Ciudad Enersur | 314 | 53 | 0 | 367 | |

| | | | | | | | | |
|------|------|-----------------------------|----------------|-----|----|--------------------|--------------|------|
| | | Amp. Señor de los Milagro | 26 | 1 | 0 | 27 | | |
| 8-H3 | | Nueva Alianza | 274 | 10 | 0 | 284 | 955 | |
| | | Nueva Generación | 396 | 38 | 0 | 434 | | |
| | | Alto Chiribaya | 284 | 42 | 0 | 326 | | |
| | | Pileta Santa Rosa | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| 8-H4 | | Villa Primavera | 245 | 48 | 0 | 293 | 823 | |
| | | Vista Azul | 347 | 54 | 0 | 401 | | |
| | | Cobresur | 99 | 20 | 0 | 119 | | |
| | | Costa Verde | 69 | 8 | 0 | 77 | | |
| | | Señor de los Milagros | 63 | 9 | 0 | 72 | | |
| R-7 | 9-I1 | Villa Pacifico | 54 | 9 | 0 | 63 | 626 | |
| | | 1 de mayo | 48 | 9 | 0 | 57 | | |
| | | Villa Progreso | 256 | 49 | 0 | 305 | | |
| | | Villa Paraíso | 210 | 44 | 0 | 254 | | |
| | | Pileta Villa Miraflores | 42 | 0 | 0 | 42 | | |
| | | Pileta Ciudad Universitaria | 8 | 0 | 0 | 8 | | |
| | | Pileta Ciudad Juventud | 8 | 0 | 0 | 8 | | |
| | 9-I2 | | Villa libertad | 202 | 20 | 0 | 222 | 1008 |
| | | | Los Ángeles | 500 | 84 | 0 | 584 | |
| | | | Las Brisas III | 118 | 14 | 0 | 132 | |
| | | Las Brisas V | 188 | 23 | 0 | 211 | | |
| | | | | | | Conex. Cortadas | 1486 | |
| | | | | | | Conex. Suspendidas | 0 | |
| | | | | | | Conex. Activas | 12385 | |
| | | | | | | TOTALES | 13871 | |

Fuente: propia

Continuando con el análisis de data a partir de las zonas de influencia asumidas por cada reservorio se analiza la capacidad de almacenamiento de los reservorios existentes, para lo cual según información de la empresa se tiene conocimiento que dos reservorios existentes no trabajan al 100% debido a problemas de infraestructura, lo cual se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla n° 17: Reservorios existentes

| ALMACENAMIENTO - REGULACIÓN | | | | | |
|-----------------------------|------------|----------|--------|------|---|
| Ítem | Reservorio | Volumen | Unidad | Año | Observación |
| 1 | R-1 | 3,600.00 | m3 | 1982 | |
| 2 | R-2 | 800 | m3 | 1985 | |
| 3 | R-3 | 1,800.00 | m3 | 1985 | |
| 4 | R-4 | 400 | m3 | 1969 | debe salir de operación este reservorio tiene capacidad de 2800m3, pero no opera al 100% |
| 5 | R-5 | 900 | m3 | 1992 | |
| 6 | R-6 | 400 | m3 | 1968 | debe salir de operación este reservorio tiene capacidad de 21000m3, pero no opera al 100% |
| 7 | R-7 | 800 | m3 | 1992 | |
| 8 | R-8 | 900 | m3 | 2004 | |
| 9 | R-9 | 1,150.00 | m3 | 2013 | |
| 10 | R-10 | 1,530.00 | m3 | 2013 | |
| TOTAL | | 12,280 | m4 | | |

fuerite: propia

Tomando como línea base el análisis oferta demanda (a junio 2018) realizado por la EPS ILO se realiza la nueva distribución de demandas, de acuerdo a su zona de influencia debido a que contamos con dos sistemas diferentes, las demandas se distribuirán entre las zonas de influencia de cada sistema. Tal como se muestra en las tablas:13,14,15 y 16, para lo cual utilizaremos las siguientes formulas:

Caudal medio (QM)

$$Q_m = \frac{\text{Poblacion(hab)} * \text{Dotacion(Lt/hab/dia)}}{24(\text{horas}) * 3600 (\text{seg})}$$

Caudal máximo horario (QMH)

$$Q_{mh} = Q_m * K_2$$

$$K_2=1.8$$

Tabla n° 18: Calculo de demandas en puerto Ilo y Pacocha.:

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total | Nro. Conex. AP Total Ajustado | Caudal Promedio (l/s) | Caudal Máximo Horario (l/s) | Caudal de Altos Consumidores (l/s) | Demanda Total en las Redes de Distribución (l/s) |
|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| PUERTO ILO | | | | | | | |
| R-1 (V=3,600 m3) | Casco Urbano Norte | 4,708 | 4,955 | 58.65 | 105.57 | 19.06 | 124.63 |
| | Urb. Ilo | | | | | | |
| | Urb. Garibaldi | | | | | | |
| | Magisterio | | | | | | |
| | Aduaneros | | | | | | |
| | Huáscar | | | | | | |
| | Casco Urbano Sur | | | | | | |
| | Marítimos | | | | | | |
| | Nylon San Pedro | | | | | | |
| | Monterrico | | | | | | |
| | 20 de diciembre | | | | | | |
| | Horizonte | | | | | | |
| | Amp. Bello Horizonte | | | | | | |
| | Enapu | | | | | | |
| | Kennedy alta | | | | | | |
| | Kennedy Intermedio | | | | | | |
| Nueva Esperanza | | | | | | | |
| 18 de mayo | | | | | | | |
| Santa cruz | | | | | | | |
| Circunvalación Cuajone | | | | | | | |
| R-2 (V=800 m3) | San Francisco | 1,595 | 1,678 | 19.86 | 35.75 | | 35.75 |
| | Cesar Vallejo | | | | | | |
| | Arenal | | | | | | |
| | Chalaca | | | | | | |
| | Nylon I | | | | | | |
| | San Pedro | | | | | | |
| | Nylon II | | | | | | |
| Kennedy Baja | | | | | | | |
| R-3 (V=1800 m3) | Miramar Baja | 2,412 | 2,538 | 30.04 | 54.07 | | 54.07 |
| | Parque. Artesanal | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--|-------|
| | Villa Hermosa | | | | | | |
| | Pj. Miguel Grau | | | | | | |
| | Aso 6 de mayo | | | | | | |
| | Miramar Parte Prima | | | | | | |
| | Miramar Parte Alta | | | | | | |
| | Miramar Primera Etapa | | | | | | |
| R-4 2,800 m3, pero se propone utilizar solo 730 m3 – 1.50 metro de tirante -, por temas estructurales) | Villa Del Mar | 2,316 | 2,437 | 28.84 | 51.91 | | 51.91 |
| | San Gerónimo | | | | | | |
| | Urb. Gherzi | | | | | | |
| | Urb. Tupac Amaru | | | | | | |
| | PACOCHA | | | | | | |
| | Ciudad Nueva | | | | | | |
| | Promuvi I Pacocha | | | | | | |
| | Cesar Vallejo (Patillos) | | | | | | |
| Valle Hermoso | | | | | | | |

Fuente: propia

Tabla n° 19: Calculo de demandas en puerto Ilo y Pacocha.

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total | Caudal Promedio (l/s) | Caudal Máximo Horario (l/s) | Caudal de Altos Consumidores (l/s) | Demanda Total en las Redes de Distribución (l/s) |
|---|---------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| R-6 (22,700 m3, pero se propone utilizar solo 2800 m3 – 1.50 metro de tirante -, por temas estructurales) | Ciudad Jardín | 324 | 3.83 | 6.89 | | 6.89 |
| | Temporales | | | | | |
| TOTAL | | 11,932 | 141.23 | 254.19 | 19.06 | 273.25 |

Fuente: propia

Tabla n° 20: Calculo de demandas en Pampa inalámbrica.

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total | Caudal Promedio (l/s) | Caudal Máximo Horario (l/s) | Demanda Total en las Redes de Distribución (l/s) |
|----------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| R-5 (V=900 m3) | Urb. Olivares | 2,404 | 14.13 | 25.43 | 25.43 |
| | Liberación | | | | |
| | Villa Marina | | | | |
| | Urb. Daniel Alcides Carrión | | | | |
| | Magisterio | | | | |
| | Luis E Valcárcel | | | | |

| | | | | | |
|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | Cesar Vallejo | | | | |
| R-7 (V=800 m3) | José Mariátegui | 3,789 | 22.27 | 40.09 | 40.09 |
| | Picuda | | | | |
| | Urb.Pacocha | | | | |
| | Urb. Amauta | | | | |
| | Hábitat | | | | |
| | Las Glorietas | | | | |
| | Asoc.Jose Olaya | | | | |
| | Ciudad del Pescador | | | | |
| | Villa Porteño | | | | |
| | Villa Metalurgia | | | | |
| | Nuevo Ilo desde la Mza 1 a la 6 y 38 a la 47 | | | | |
| | Nueva Victoria | | | | |
| | Tren al Sur | | | | |
| | Integración Latino Americana | | | | |
| | Las Gardenias | | | | |
| | Siglo XXI | | | | |
| | La Florida | | | | |
| Parque Industrial | | | | | |

Fuente: propia

Tabla n° 21: Calculo de demandas en Pampa inalámbrica.

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total | Caudal Promedio (l/s) | Caudal Máximo Horario (l/s) | Demanda Total en las Redes de Distribución (l/s) |
|-----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| R-8 (V= 900 m3) | Mirador Pacifico | 1,634 | 9.6 | 17.28 | 17.28 |
| | Villa Periodista | | | | |
| | Vista al Mar | | | | |
| | Boca del Sapo | | | | |
| | 2 de marzo | | | | |
| | Juan Pablo II | | | | |
| R-9 (V=1150 m3) | 24 de octubre | 4,962 | 29.16 | 52.49 | 52.49 |
| | Amp. 24 de octubre | | | | |
| | Vista Alegre | | | | |
| | Nuevo Ilo desde la Mza 7 a la 36 | | | | |
| | Los Arenales | | | | |
| | Bella Vista | | | | |
| | Ciudad Enersur | | | | |

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total | Caudal Promedio (l/s) | Caudal Máximo Horario (l/s) | Demanda Total en las Redes de Distribución (l/s) |
|-------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| | Amp. Señor de los Milagro | | | | |
| | Nueva Alianza | | | | |
| | Nueva Generación | | | | |
| | Alto Chiribaya | | | | |
| | Pileta Santa Rosa | | | | |
| | Villa Primavera | | | | |
| | Vista Azul | | | | |
| | Cobresur | | | | |
| | Costa Verde | | | | |
| | Señor de los Milagros | | | | |
| R-10 (V= 1500 m3) | Villa Pacifico | 2,013 | 11.83 | 21.29 | 21.29 |
| | 1 de mayo | | | | |
| | Villa Progreso | | | | |
| | Villa Paraíso | | | | |
| | Pileta Villa Miraflores | | | | |
| | Pileta Ciudad Universitaria | | | | |
| | Pileta Ciudad Juventud | | | | |
| | Villa libertad | | | | |
| | Los Ángeles | | | | |
| | Las Brisas III | | | | |
| | Las Brisas V | | | | |
| TOTAL | 14,802 | 87 | 156.58 | 156.58 | |

Fuente: propia

Luego de tener toda la data trabajada procedemos a simular la sectorización propuesta y definir áreas de influencia asumida para cada reservorio.

Simulación hidráulica

Luego de procesar la información de demandas que se asignaran a cada sector proyectado, se inicia con la migración del catastro técnico al modelo hidráulico, el cual se desarrolla en función a la siguiente línea de acción

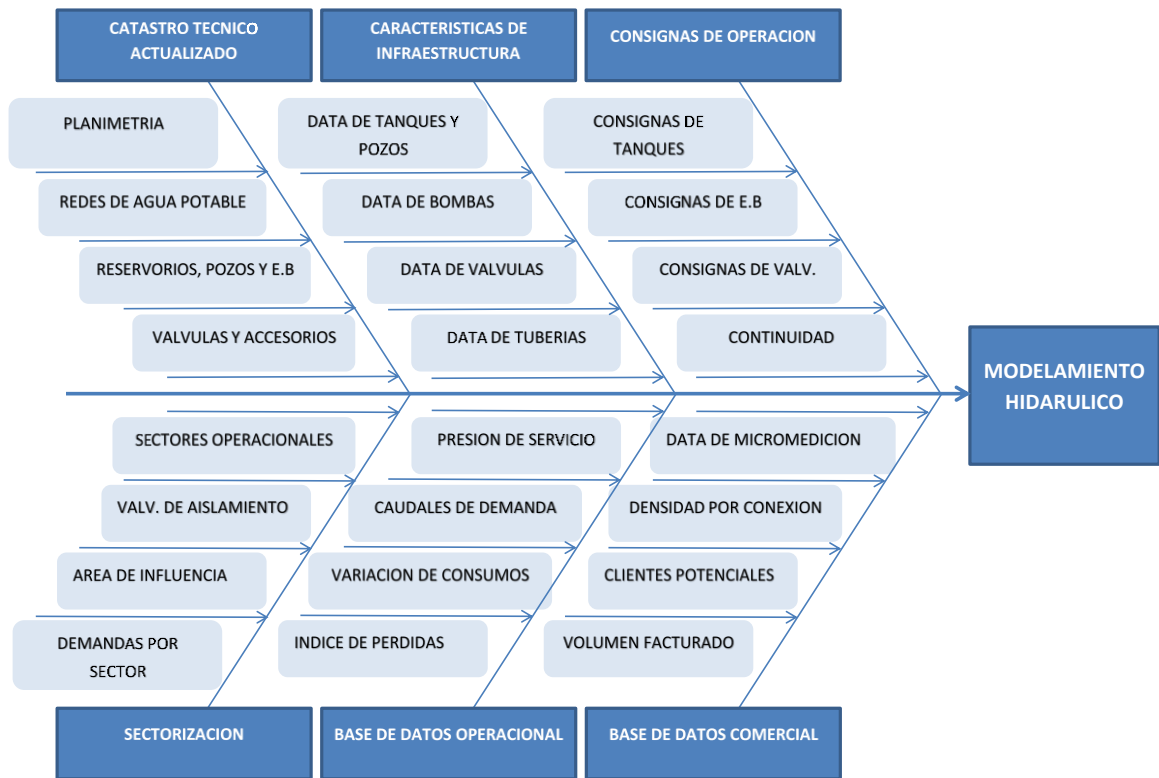


Figura N° 28: línea de acción de modelamiento hidráulico

1. procesamos las capas del catastro técnico al lenguaje del software **WaterGEMS:**

- Tuberías: polilíneas
- Intersecciones de tuberías: punto
- Reservorios: punto
- Válvulas: punto

2. Migramos la data del catastro técnico al software wáter cad, con la herramienta modelbuilder

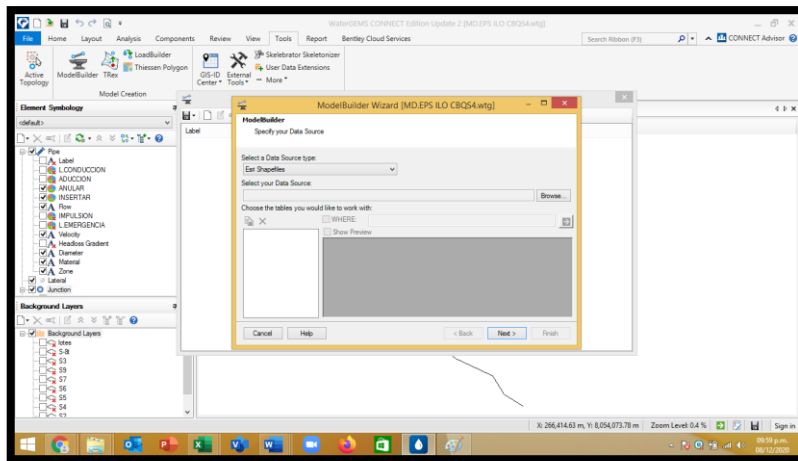


Figura N° 29: model builder, fuente propia

3. Importamos las capas del catastro técnico al software, de nodos y tuberías

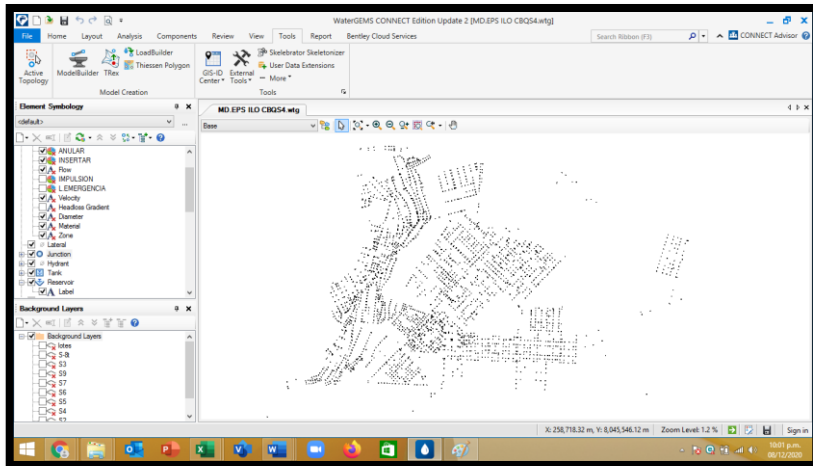


Figura N° 30: migración de nodos, fuente propia

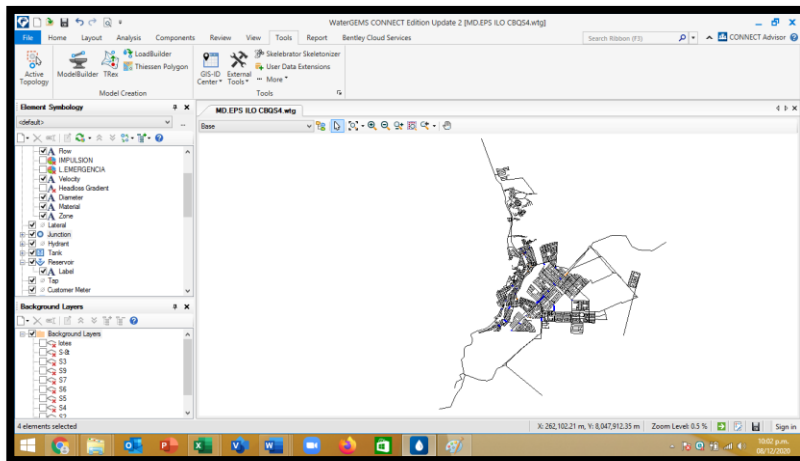


Figura N° 31: migración de nodos y tuberías, fuente propia

4. Posterior a ello insertamos la data calculada de demandas por sectores operacionales, con el QMH.

Tabla n° 22: Demandas de sectores Puerto- Pacocha

| RESERVORIOS | CONEXIONES | QP | QMH |
|--------------|---------------|------------|------------|
| R-1 | 4,708 | 58.65 | 105.57 |
| R-2 | 1,595 | 19.86 | 35.75 |
| R-3 | 2,412 | 30.04 | 54.07 |
| R-4 | 2,316 | 28.84 | 51.91 |
| R-6 | 308 | 3.83 | 6.89 |
| TOTAL | 11,339 | 141 | 254 |

Fuente: propia

Tabla n° 23: Demandas de sectores pampa inalámbrica

| RESERVORIOS | CONEXIONES | QP | QMH |
|-------------|------------|----|-----|
|-------------|------------|----|-----|

| | | | |
|--------------|---------------|-----------|------------|
| R-5 | 2,253 | 14.13 | 25.43 |
| R-7 | 3,551 | 22.27 | 40.09 |
| R-8 | 1,531 | 9.60 | 17.28 |
| R-9 | 4,650 | 29.16 | 52.49 |
| R-10 | 1,886 | 11.83 | 21.29 |
| TOTAL | 13,871 | 87 | 157 |

Fuente: propia

Este QMH será distribuido equitativamente a cada sector operacional del sistema que corresponda (Ptap Cata Catas y Ptap Pampa Inalámbrica)

5. Seguidamente insertamos las curvas de nivel al modelo de tal forma que simulamos el modelo hidráulico en una superficie similar a la real.

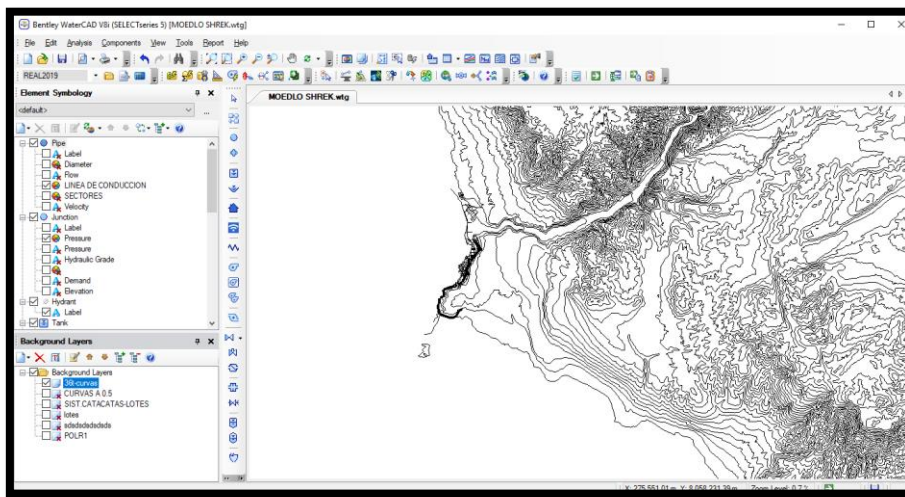


Figura N° 32: curvas de nivel en modelo hidráulico, fuente: propia

6. Luego de tener toda la data cargada en el modelo procedemos a correr del sistema de acuerdo a la sectorización propuesta.

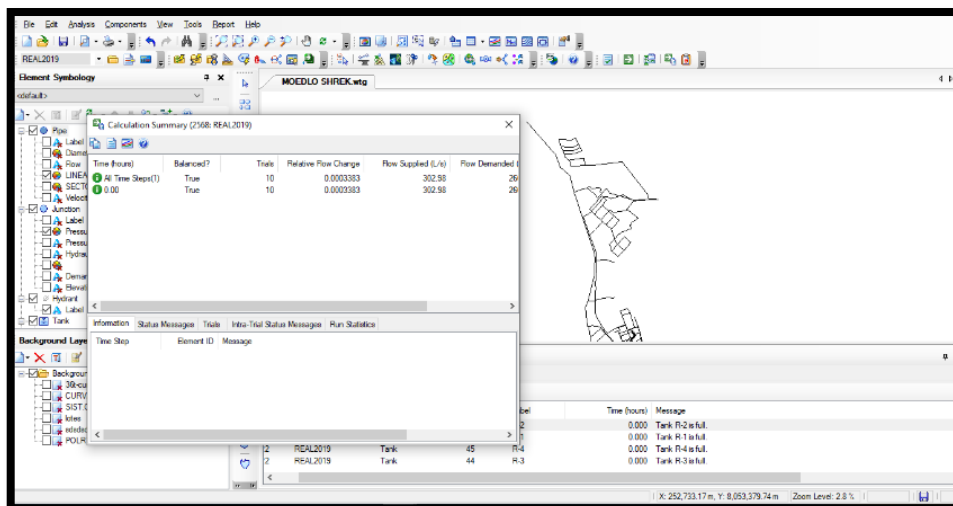


Figura N° 33: corrida del modelo hidráulico, fuente: propia

CAPITULO IV: RESULTADOS

RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MODELO HIDRAULICO

Seguidamente se hará la explicación de los resultados obtenidos por el modelo hidráulico.

4.1. Sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo

Tabla n° 24: Sectorización sector puerto

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total Ajustado |
|------------------------|----------------------|-------------------------------|
| PUERTO ILO | | |
| SECTOR I | Casco Urbano Norte | 4,955 |
| | Urb. Ilo | |
| | Urb. Garibaldi | |
| | Magisterio | |
| | Aduaneros | |
| | Huáscar | |
| | Casco Urbano Sur | |
| | Marítimos | |
| | Nylon San Pedro | |
| | Monterrico | |
| | 20 de diciembre | |
| | Horizonte | |
| | Amp. Bello Horizonte | |
| | Enapu | |
| | Kennedy alta | |
| | Kennedy Intermedio | |
| | Nueva Esperanza | |
| | 18 de mayo | |
| Santa cruz | | |
| Circunvalación Cuajone | | |
| SECTOR II | San Francisco | 1,678 |
| | Cesar Vallejo | |
| | Arenal | |
| | Chalaca | |

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total Ajustado |
|------------|--------------------------|-------------------------------|
| | Nylon I | |
| | San Pedro | |
| | Nylon II | |
| | Kennedy Baja | |
| SECTOR III | Miramar Baja | 2,538 |
| | Parque. Artesanal | |
| | Villa Hermosa | |
| | Pj. Miguel Grau | |
| | Aso 6 de mayo | |
| | Miramar Parte Prima | |
| | Miramar Parte Alta | |
| | Miramar Primera Etapa | |
| SECTOR IV | Villa Del Mar | 2,437 |
| | San Gerónimo | |
| | Urb. Gherzi | |
| | Urb. Tupac Amaru | |
| | PACOCHA | |
| | Ciudad Nueva | |
| | Promuvi I Pacocha | |
| | Cesar Vallejo (Patillos) | |
| | Valle Hermoso | |

Fuente propia

Tabla n° 25: Sectorización pacocha

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total |
|------------|---------------|----------------------|
| SECTOR VI | Ciudad Jardín | 324 |
| | Temporales | |

Fuente propia

Tabla n° 26: Sectorización Pampa inalámbrica

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------|
| SECTOR VIII | Mirador Pacifico | 1,634 |
| | Villa Periodista | |
| | Vista al Mar | |
| | Boca del Sapo | |
| | 2 de marzo | |
| | Juan Pablo II | |
| | 24 de octubre | 4,962 |
| | Amp. 24 de octubre | |
| | Vista Alegre | |
| | Nuevo Ilo desde la Mza 7 a la 36 | |
| | Los Arenales | |
| | Bella Vista | |
| | Ciudad Enersur | |
| | Amp. Señor de los Milagro | |
| | Nueva Alianza | |
| | Nueva Generación | |
| | Alto Chiribaya | |
| | Pileta Santa Rosa | |
| | Villa Primavera | |
| | Vista Azul | |
| | Cobresur | |
| | Costa Verde | |
| Señor de los Milagros | | |
| SECTOR IX | Villa Pacifico | 2,013 |
| | 1 de mayo | |
| | Villa Progreso | |
| | Villa Paraíso | |
| | Pileta Villa Miraflores | |
| | Pileta Ciudad Universitaria | |
| | Pileta Ciudad Juventud | |
| | Villa libertad | |
| | Los Ángeles | |

| Reservorio | Urbanización | Nro. Conex. AP Total |
|------------|----------------|----------------------|
| | Las Brisas III | |
| | Las Brisas V | |

Fuente propia

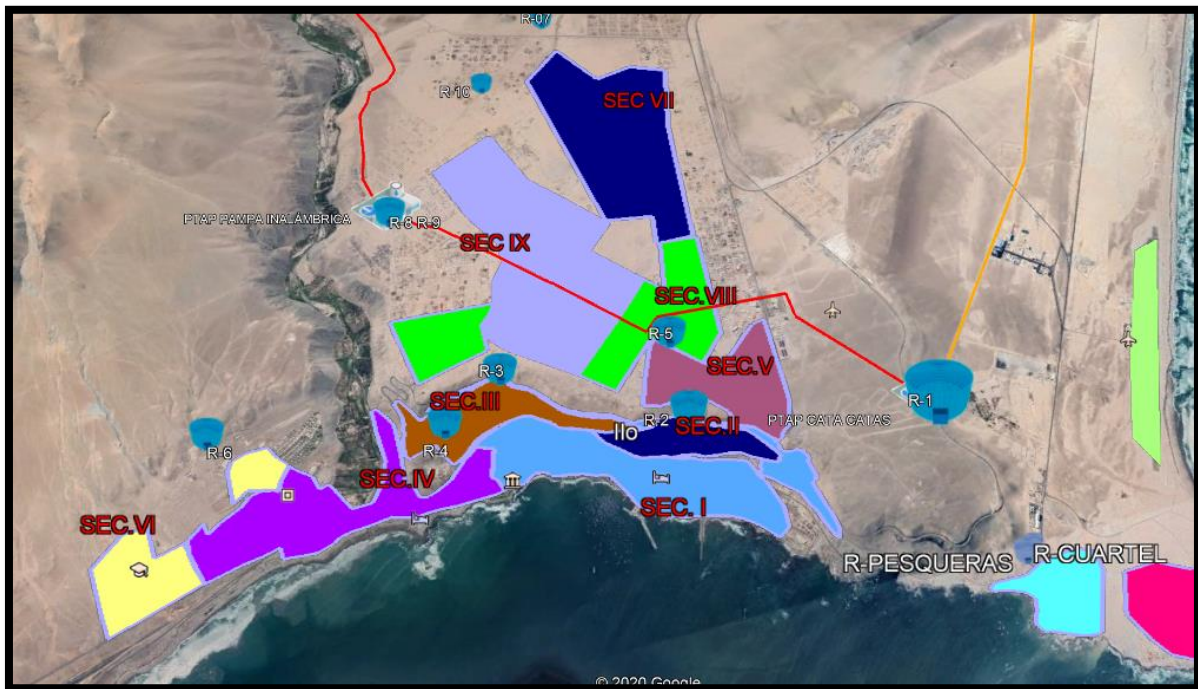


Figura n° 34: Sectorización del sistema de agua potable de la provincia de Ilo, fuente propia

4.2. Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable verificando la eficiencia de la sectorización

Análisis de presiones: Realizado el cálculo hidráulico se codificaron curvas de presiones por colores, azul para las presiones entre los rangos de 10 a 50 m.c.a., y color rojo para las presiones sobre 50 m.c.a.

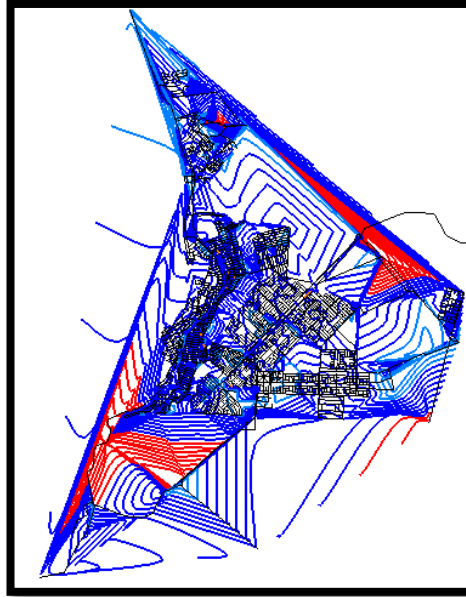


Figura N° 35: Análisis de presiones en wáter Cad, fuente: propia

Se puede apreciar en el esquema que gran parte de las curvas están de color azul lo cual de acuerdo a la codificación nos indica que a nivel de presiones la sectorización puede ser viable.

Sin embargo, podemos observar que también hay curvas rojas, lo cual nos lleva a analizar estas presiones mayores a 50 m.c.a.

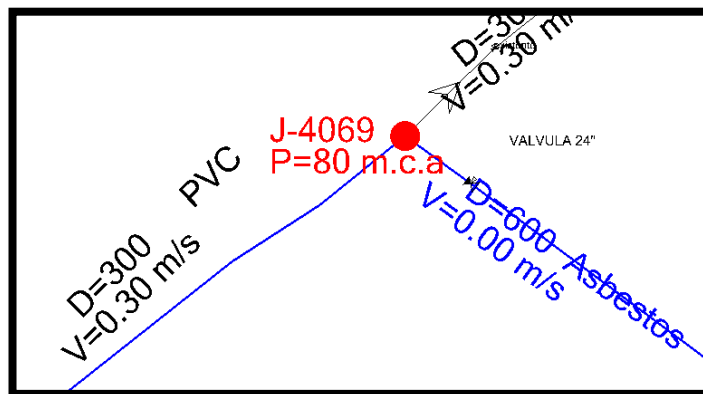


Figura N° 36: Presiones altas, fuente: propia

Analizando la ubicación de estas curvas color rojo se identificó que esta presión elevada, está situada en la línea de conducción.

Sobre líneas de conducción en la norma OS.010 y otras bibliografías se puede concluir que las líneas de conducción están sometidas siempre a presiones altas ya que conducen los flujos por tramos largos para llevarlos a los reservorios I/O plantas de tratamiento, y por medio de estos se puedan alimentar a las redes de distribución, Por lo cual podemos precisar que estas presiones en la línea de conducción son admisibles, así mismo es necesario tomar en consideración la calidad de materiales para las resistencias de presión, como es en este caso la tubería clase 10, así mismo tendremos que

Proponer válvulas reguladoras de presión y ventosas para que estas presiones no generen el deterioro prematuro de estas tuberías.

Análisis de velocidades en redes de distribución y línea de conducción: para esto procederemos a analizar los reportes de velocidades del modelo hidráulico:

Tabla n° 27: Redes de distribución:

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-178 | 443.89 | 110 | 0.01 |
| P-301 | 68.5 | 110 | 0.01 |
| P-561 | 59.85 | 110 | 0.01 |
| P-210 | 64.66 | 90 | 0.01 |
| P-1002 | 189.95 | 200 | 0.01 |
| P-50 | 191.75 | 250 | 0.01 |
| P-51 | 197.15 | 250 | 0.01 |
| P-52 | 245.96 | 250 | 0.01 |
| P-329 | 60.39 | 90 | 0.01 |
| P-657 | 74.71 | 250 | 0.01 |
| P-349 | 115.02 | 110 | 0.01 |
| P-357 | 66.93 | 110 | 0.01 |
| P-354 | 36.05 | 110 | 0.01 |
| P-159 | 44.98 | 110 | 0.01 |
| P-197 | 51.14 | 110 | 0.01 |
| P-177 | 56.23 | 110 | 0.02 |
| P-53 | 267.8 | 200 | 0.02 |
| P-728 | 125.89 | 90 | 0.02 |
| P-702 | 53.02 | 110 | 0.02 |
| P-500 | 87.82 | 110 | 0.02 |
| P-477 | 18.17 | 110 | 0.02 |
| P-358 | 15.53 | 110 | 0.02 |
| P-175 | 71.75 | 110 | 0.02 |
| P-284 | 157.45 | 110 | 0.02 |
| P-200 | 45.33 | 110 | 0.02 |
| P-151 | 96.08 | 110 | 0.02 |
| P-717 | 37.82 | 160 | 0.02 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-299 | 43.13 | 110 | 0.02 |
| P-300 | 14.02 | 110 | 0.02 |
| P-302 | 25.5 | 110 | 0.02 |
| P-575 | 190.83 | 110 | 0.03 |
| P-328 | 42.54 | 90 | 0.03 |
| P-125 | 89.68 | 160 | 0.03 |
| P-286 | 105.89 | 90 | 0.03 |
| P-153 | 139.23 | 90 | 0.03 |
| P-802 | 314.03 | 160 | 0.03 |
| P-474 | 24.98 | 110 | 0.03 |
| P-475 | 118.56 | 110 | 0.03 |
| P-176 | 34.32 | 110 | 0.03 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-537 | 51.5 | 110 | 0.03 |
| P-239 | 42.59 | 90 | 0.03 |
| P-240 | 132.47 | 90 | 0.03 |
| P-486 | 97.18 | 110 | 0.03 |
| P-287 | 98.68 | 90 | 0.03 |
| P-219 | 54.7 | 90 | 0.03 |
| P-241 | 44 | 90 | 0.03 |
| P-169 | 49.81 | 110 | 0.03 |
| P-312 | 83.3 | 110 | 0.03 |
| P-594 | 174.65 | 110 | 0.03 |
| P-285 | 47.81 | 160 | 0.03 |
| P-283 | 50.6 | 110 | 0.03 |
| P-359 | 113.24 | 110 | 0.03 |
| P-538 | 17.18 | 110 | 0.03 |
| P-550 | 76.88 | 160 | 0.03 |
| P-84 | 53.25 | 110 | 0.03 |
| P-295 | 73.74 | 110 | 0.03 |
| P-327 | 35.35 | 90 | 0.04 |
| P-223 | 47.92 | 160 | 0.04 |
| P-418 | 36.27 | 110 | 0.04 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-350 | 13.35 | 110 | 0.04 |
| P-160 | 43.25 | 110 | 0.04 |
| P-215 | 55.91 | 90 | 0.04 |
| P-298 | 8.91 | 110 | 0.04 |
| P-373 | 69.41 | 110 | 0.04 |
| P-150 | 43.71 | 90 | 0.04 |
| P-348 | 52.84 | 110 | 0.04 |
| P-800 | 331.01 | 160 | 0.04 |
| P-1009 | 121.37 | 160 | 0.04 |
| P-1010 | 313.68 | 160 | 0.04 |
| P-303 | 20.61 | 110 | 0.04 |
| P-282 | 50.88 | 110 | 0.04 |
| P-278 | 105.27 | 110 | 0.04 |
| P-220 | 50.31 | 160 | 0.04 |
| P-88 | 53.35 | 110 | 0.04 |
| P-270 | 53.64 | 160 | 0.04 |
| P-152 | 35.74 | 90 | 0.05 |
| P-1006 | 105.29 | 160 | 0.05 |
| P-351 | 18.62 | 110 | 0.05 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-555 | 201.84 | 110 | 0.05 |
| P-471 | 35.06 | 110 | 0.05 |
| P-326 | 22.65 | 90 | 0.05 |
| P-242 | 136.18 | 110 | 0.05 |
| P-174 | 139.64 | 110 | 0.05 |
| P-368 | 71.39 | 160 | 0.05 |
| P-739 | 65.9 | 160 | 0.05 |
| P-208 | 57.17 | 90 | 0.05 |
| P-218 | 52.41 | 160 | 0.05 |
| P-1103 | 60.5 | 160 | 0.05 |
| P-562 | 96.17 | 110 | 0.05 |
| P-1463 | 8.77 | 110 | 0.05 |
| P-593 | 85.2 | 110 | 0.05 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-493 | 85.75 | 110 | 0.05 |
| P-109 | 50.9 | 200 | 0.06 |
| P-221 | 46.87 | 90 | 0.06 |
| P-553 | 103.63 | 160 | 0.06 |
| P-157 | 45.16 | 110 | 0.06 |
| P-996 | 34.74 | 90 | 0.06 |
| P-216 | 48.81 | 160 | 0.06 |
| P-148 | 40.59 | 90 | 0.06 |
| P-325 | 11.51 | 90 | 0.06 |
| P-161 | 48.05 | 110 | 0.06 |
| P-73 | 306.19 | 110 | 0.06 |
| P-75 | 307.55 | 110 | 0.06 |
| P-370 | 77.86 | 110 | 0.06 |
| P-107 | 60.3 | 200 | 0.06 |
| P-548 | 167.84 | 110 | 0.06 |
| P-198 | 50.83 | 110 | 0.06 |
| P-355 | 31.49 | 110 | 0.06 |
| P-564 | 77.18 | 110 | 0.06 |
| P-410 | 75.68 | 110 | 0.06 |
| P-557 | 228.58 | 110 | 0.06 |
| P-551 | 137.53 | 110 | 0.06 |
| P-212 | 68.92 | 90 | 0.06 |
| P-222 | 46.17 | 110 | 0.06 |
| P-126 | 39.22 | 160 | 0.06 |
| P-369 | 33.39 | 160 | 0.07 |
| P-1461 | 8.77 | 160 | 0.07 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-269 | 49.9 | 160 | 0.07 |
| P-297 | 82.19 | 110 | 0.07 |
| P-356 | 149.01 | 110 | 0.07 |
| P-1104 | 189.08 | 110 | 0.07 |
| P-584 | 53.45 | 110 | 0.07 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-281 | 53.88 | 110 | 0.07 |
| P-559 | 9.76 | 110 | 0.07 |
| P-87 | 146.28 | 90 | 0.07 |
| P-199 | 47.61 | 110 | 0.07 |
| P-379 | 58.88 | 110 | 0.07 |
| P-375 | 73.09 | 110 | 0.07 |
| P-467 | 21.01 | 110 | 0.07 |
| P-547 | 85.11 | 110 | 0.07 |
| P-394 | 82.09 | 110 | 0.07 |
| P-583 | 16.84 | 110 | 0.07 |
| P-552 | 42.72 | 160 | 0.07 |
| P-277 | 52.08 | 110 | 0.07 |
| P-193 | 49.12 | 110 | 0.07 |
| P-323 | 158.7 | 110 | 0.07 |
| P-533 | 75.91 | 110 | 0.07 |
| P-766 | 152.1 | 110 | 0.07 |
| P-162 | 45.35 | 110 | 0.08 |
| P-798 | 312.15 | 200 | 0.08 |
| P-492 | 48.83 | 110 | 0.08 |
| P-158 | 52.48 | 110 | 0.08 |
| P-543 | 54.71 | 110 | 0.08 |
| P-411 | 56.44 | 160 | 0.08 |
| P-774 | 121.11 | 110 | 0.08 |
| P-280 | 86.14 | 110 | 0.08 |
| P-268 | 47.66 | 160 | 0.08 |
| P-716 | 17.3 | 160 | 0.08 |
| P-201 | 135.04 | 110 | 0.08 |
| P-549 | 69.52 | 160 | 0.08 |
| P-304 | 57.39 | 110 | 0.08 |
| P-1008 | 55.64 | 160 | 0.08 |
| P-433 | 90.5 | 110 | 0.08 |
| P-279 | 93.93 | 90 | 0.08 |
| P-324 | 8.23 | 90 | 0.08 |
| P-146 | 39.92 | 110 | 0.08 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-149 | 99.89 | 90 | 0.09 |
| P-556 | 92.16 | 110 | 0.09 |
| P-121 | 33.07 | 160 | 0.09 |
| P-191 | 49.39 | 110 | 0.09 |
| P-414 | 47.82 | 110 | 0.09 |
| P-89 | 101.59 | 110 | 0.09 |
| P-391 | 31.3 | 110 | 0.09 |
| P-466 | 37.69 | 110 | 0.09 |
| P-1462 | 29.26 | 160 | 0.09 |
| P-406 | 23.75 | 110 | 0.09 |
| P-196 | 50.11 | 110 | 0.09 |
| P-334 | 329.69 | 110 | 0.09 |
| P-173 | 66.69 | 110 | 0.09 |
| P-485 | 12.05 | 110 | 0.09 |
| P-566 | 48.44 | 110 | 0.09 |
| P-110 | 29.94 | 200 | 0.09 |
| P-127 | 7.98 | 160 | 0.09 |
| P-362 | 52.99 | 110 | 0.1 |
| P-363 | 112.07 | 110 | 0.1 |
| P-361 | 64.03 | 110 | 0.1 |
| P-983 | 131.4 | 110 | 0.1 |
| P-347 | 25.21 | 110 | 0.1 |
| P-293 | 72.45 | 110 | 0.1 |
| P-294 | 47.63 | 110 | 0.1 |
| P-570 | 53.23 | 110 | 0.1 |
| P-120 | 21.7 | 160 | 0.1 |
| P-122 | 11.07 | 160 | 0.1 |
| P-111 | 15.63 | 200 | 0.1 |
| P-128 | 58.73 | 160 | 0.1 |
| P-276 | 49.35 | 110 | 0.1 |
| P-213 | 68.99 | 110 | 0.1 |
| P-987 | 137.91 | 110 | 0.1 |
| P-274 | 50.65 | 110 | 0.1 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-988 | 47.56 | 160 | 0.1 |
| P-501 | 110.3 | 110 | 0.1 |
| P-106 | 206.06 | 200 | 0.11 |
| P-569 | 51.44 | 110 | 0.11 |
| P-491 | 23.34 | 110 | 0.11 |
| P-468 | 40.83 | 110 | 0.11 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-554 | 40.97 | 110 | 0.11 |
| P-267 | 36.32 | 160 | 0.11 |
| P-147 | 41.19 | 90 | 0.11 |
| P-592 | 42.17 | 110 | 0.11 |
| P-567 | 12.37 | 110 | 0.11 |
| P-112 | 63.49 | 200 | 0.11 |
| P-118 | 51.07 | 160 | 0.11 |
| P-462 | 78.75 | 110 | 0.11 |
| P-1007 | 65.55 | 160 | 0.11 |
| P-546 | 27.88 | 110 | 0.11 |
| P-344 | 125.01 | 90 | 0.11 |
| P-377 | 34.63 | 110 | 0.11 |
| P-560 | 98.3 | 110 | 0.11 |
| P-499 | 109.52 | 110 | 0.11 |
| P-119 | 75.77 | 160 | 0.11 |
| P-563 | 26.71 | 110 | 0.11 |
| P-266 | 47.35 | 160 | 0.11 |
| P-605 | 156.43 | 160 | 0.11 |
| P-204 | 65.85 | 90 | 0.11 |
| P-799 | 64.58 | 160 | 0.11 |
| P-214 | 49.19 | 160 | 0.12 |
| P-346 | 40.74 | 110 | 0.12 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-775 | 316.23 | 110 | 0.12 |
| P-123 | 63.67 | 160 | 0.12 |
| P-396 | 79.59 | 110 | 0.12 |
| P-432 | 83 | 110 | 0.12 |
| P-776 | 112.77 | 110 | 0.12 |
| P-273 | 47.35 | 110 | 0.12 |
| P-571 | 23.6 | 110 | 0.13 |
| P-211 | 48.55 | 160 | 0.13 |
| P-440 | 46.25 | 110 | 0.13 |
| P-206 | 132.78 | 110 | 0.13 |
| P-402 | 76.8 | 110 | 0.13 |
| P-124 | 50.5 | 160 | 0.13 |
| P-145 | 61.88 | 110 | 0.13 |
| P-275 | 48.46 | 110 | 0.13 |
| P-405 | 49.79 | 110 | 0.13 |
| P-469 | 37.8 | 110 | 0.13 |
| P-464 | 45.03 | 110 | 0.13 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-465 | 39.21 | 110 | 0.13 |
| P-272 | 18.84 | 110 | 0.13 |
| P-117 | 70.29 | 160 | 0.13 |
| P-399 | 76.44 | 110 | 0.13 |
| P-483 | 97.59 | 160 | 0.13 |
| P-457 | 126.62 | 110 | 0.13 |
| P-730 | 68.55 | 90 | 0.13 |
| P-534 | 44.7 | 110 | 0.14 |
| P-539 | 175.1 | 110 | 0.14 |
| P-250 | 102.03 | 110 | 0.14 |
| P-171 | 125.07 | 110 | 0.14 |
| P-1398 | 61.98 | 160 | 0.14 |
| P-1397 | 127.76 | 160 | 0.14 |
| P-407 | 39.11 | 110 | 0.14 |
| P-113 | 34.89 | 200 | 0.14 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-558 | 88.53 | 110 | 0.14 |
| P-209 | 52.31 | 160 | 0.14 |
| P-565 | 61.08 | 110 | 0.14 |
| P-386 | 79.97 | 110 | 0.14 |
| P-777 | 114.41 | 110 | 0.14 |
| P-490 | 126.61 | 110 | 0.14 |
| P-316 | 12.41 | 160 | 0.14 |
| P-265 | 49.9 | 160 | 0.15 |
| P-470 | 36.31 | 110 | 0.15 |
| P-484 | 43.53 | 110 | 0.15 |
| P-376 | 71.47 | 110 | 0.15 |
| P-129 | 36.75 | 160 | 0.15 |
| P-194 | 48.37 | 110 | 0.15 |
| P-572 | 26.88 | 110 | 0.15 |
| P-116 | 97.02 | 160 | 0.15 |
| P-114 | 54.41 | 200 | 0.15 |
| P-439 | 35.35 | 110 | 0.15 |
| P-479 | 22.32 | 110 | 0.15 |
| P-70 | 9.01 | 110 | 0.15 |
| P-703 | 47.29 | 110 | 0.15 |
| P-397 | 33.38 | 110 | 0.16 |
| P-237 | 52.08 | 160 | 0.16 |
| P-207 | 50.55 | 160 | 0.16 |
| P-459 | 162.22 | 160 | 0.16 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-163 | 36.26 | 110 | 0.16 |
| P-461 | 61.8 | 110 | 0.16 |
| P-31 | 12.11 | 110 | 0.16 |
| P-264 | 50.04 | 160 | 0.16 |
| P-536 | 296.89 | 110 | 0.16 |
| P-398 | 38.93 | 110 | 0.16 |
| P-667 | 44.46 | 200 | 0.16 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-115 | 74.85 | 200 | 0.16 |
| P-296 | 49.3 | 110 | 0.16 |
| P-748 | 157.33 | 90 | 0.16 |
| P-472 | 111.1 | 110 | 0.17 |
| P-105 | 177.92 | 200 | 0.17 |
| P-404 | 77.54 | 160 | 0.17 |
| P-720 | 26.58 | 160 | 0.17 |
| P-271 | 74.9 | 110 | 0.17 |
| P-401 | 74.86 | 110 | 0.17 |
| P-263 | 47.35 | 160 | 0.17 |
| P-30 | 44.45 | 110 | 0.17 |
| P-744 | 160.06 | 90 | 0.17 |
| P-1439 | 62.51 | 250 | 0.17 |
| P-389 | 34.34 | 110 | 0.17 |
| P-69 | 30.57 | 110 | 0.17 |
| P-699 | 17.22 | 110 | 0.18 |
| P-542 | 168.69 | 110 | 0.18 |
| P-573 | 18.54 | 110 | 0.18 |
| P-352 | 51.02 | 110 | 0.18 |
| P-78 | 38 | 110 | 0.18 |
| P-195 | 52.54 | 110 | 0.18 |
| P-441 | 46.53 | 110 | 0.18 |
| P-568 | 116.69 | 110 | 0.18 |
| P-388 | 29.41 | 160 | 0.18 |
| P-140 | 57.2 | 200 | 0.18 |
| P-577 | 610.24 | 250 | 0.18 |
| P-384 | 38.04 | 110 | 0.18 |
| P-259 | 201.52 | 160 | 0.18 |
| P-590 | 115.78 | 110 | 0.19 |
| P-442 | 86.14 | 160 | 0.19 |
| P-392 | 78.06 | 110 | 0.19 |
| P-540 | 93.22 | 110 | 0.19 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-383 | 57.48 | 110 | 0.19 |
| P-409 | 82.86 | 110 | 0.19 |
| P-982 | 92.41 | 110 | 0.19 |
| P-1466 | 26.52 | 110 | 0.19 |
| P-393 | 78.56 | 110 | 0.19 |
| P-1441 | 98.66 | 315 | 0.19 |
| P-1442 | 20.33 | 315 | 0.19 |
| P-480 | 49.06 | 110 | 0.19 |
| P-79 | 102.32 | 90 | 0.19 |
| P-29 | 39.38 | 110 | 0.19 |
| P-727 | 123.17 | 110 | 0.2 |
| P-489 | 79.04 | 110 | 0.2 |
| P-130 | 54.58 | 160 | 0.2 |
| P-456 | 22.24 | 110 | 0.2 |
| P-801 | 69.16 | 160 | 0.2 |
| P-408 | 77.2 | 160 | 0.2 |
| P-251 | 140.3 | 110 | 0.2 |
| P-972 | 314.09 | 315 | 0.2 |
| P-591 | 63.05 | 110 | 0.2 |
| P-254 | 107.32 | 110 | 0.2 |
| P-202 | 176.38 | 110 | 0.2 |
| P-460 | 54.39 | 110 | 0.2 |
| P-574 | 55.67 | 110 | 0.2 |
| P-77 | 41.76 | 110 | 0.2 |
| P-164 | 49.08 | 110 | 0.2 |
| P-444 | 113.55 | 160 | 0.21 |
| P-1001 | 250.32 | 110 | 0.21 |
| P-144 | 40.87 | 110 | 0.21 |
| P-498 | 45.79 | 110 | 0.21 |
| P-487 | 55.13 | 110 | 0.21 |
| P-83 | 43.67 | 110 | 0.21 |
| P-262 | 51.9 | 160 | 0.21 |
| P-345 | 43.55 | 110 | 0.21 |
| P-55 | 8.09 | 250 | 0.21 |
| P-382 | 76.65 | 110 | 0.21 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-28 | 40.78 | 110 | 0.21 |
| P-68 | 41.48 | 110 | 0.21 |
| P-314 | 7.96 | 110 | 0.21 |
| P-315 | 161.83 | 110 | 0.21 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-1490 | 21.14 | 250 | 0.21 |
| P-1491 | 20.72 | 250 | 0.21 |
| P-989 | 205.25 | 110 | 0.21 |
| P-545 | 6.31 | 110 | 0.21 |
| P-104 | 33.52 | 200 | 0.22 |
| P-62 | 40.8 | 110 | 0.22 |
| P-981 | 122.48 | 110 | 0.22 |
| P-977 | 71.68 | 160 | 0.22 |
| P-85 | 190.05 | 90 | 0.22 |
| P-82 | 38.36 | 110 | 0.22 |
| P-261 | 47.38 | 160 | 0.22 |
| P-784 | 205.36 | 110 | 0.22 |
| P-445 | 70.36 | 160 | 0.22 |
| P-390 | 8.06 | 110 | 0.22 |
| P-478 | 43.84 | 110 | 0.22 |
| P-434 | 60.26 | 110 | 0.22 |
| P-700 | 205.13 | 110 | 0.23 |
| P-76 | 44.24 | 110 | 0.23 |
| P-451 | 149.53 | 110 | 0.23 |
| P-143 | 39.63 | 110 | 0.23 |
| P-74 | 68.43 | 90 | 0.23 |
| P-387 | 82.17 | 160 | 0.23 |
| P-165 | 32.98 | 110 | 0.23 |
| P-541 | 46.42 | 110 | 0.23 |
| P-27 | 40.19 | 110 | 0.23 |
| P-705 | 39.37 | 110 | 0.23 |
| P-476 | 51.07 | 110 | 0.23 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-668 | 86.26 | 160 | 0.23 |
| P-455 | 29.29 | 110 | 0.23 |
| P-578 | 465.98 | 250 | 0.23 |
| P-81 | 37.79 | 110 | 0.23 |
| P-306 | 53.05 | 110 | 0.23 |
| P-86 | 273.56 | 110 | 0.23 |
| P-403 | 50.54 | 110 | 0.23 |
| P-446 | 31.16 | 160 | 0.24 |
| P-544 | 5.29 | 110 | 0.24 |
| P-986 | 98.92 | 110 | 0.24 |
| P-1378 | 968.15 | 160 | 0.24 |
| P-1413 | 23.08 | 160 | 0.24 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-61 | 42.12 | 110 | 0.24 |
| P-166 | 47.11 | 110 | 0.24 |
| P-661 | 32.37 | 160 | 0.25 |
| P-311 | 49.31 | 110 | 0.25 |
| P-142 | 34.23 | 110 | 0.25 |
| P-447 | 15.39 | 160 | 0.25 |
| P-60 | 38.85 | 160 | 0.25 |
| P-131 | 53.83 | 160 | 0.25 |
| P-26 | 31.12 | 110 | 0.25 |
| P-67 | 44.07 | 110 | 0.25 |
| P-482 | 134.8 | 160 | 0.25 |
| P-454 | 13.4 | 110 | 0.25 |
| P-246 | 48.45 | 110 | 0.25 |
| P-80 | 91.7 | 110 | 0.25 |
| P-993 | 130.18 | 160 | 0.25 |
| P-103 | 267.53 | 200 | 0.25 |
| P-782 | 203.39 | 110 | 0.25 |
| P-132 | 79.18 | 160 | 0.25 |
| P-747 | 53.37 | 160 | 0.26 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-136 | 21.63 | 160 | 0.26 |
| P-724 | 122.57 | 90 | 0.26 |
| P-443 | 72.11 | 110 | 0.26 |
| P-1391 | 19.98 | 110 | 0.26 |
| P-1392 | 28.86 | 110 | 0.26 |
| P-25 | 48.3 | 110 | 0.26 |
| P-985 | 36.54 | 160 | 0.26 |
| P-1396 | 158.15 | 110 | 0.26 |
| P-1395 | 72.3 | 110 | 0.26 |
| P-137 | 27.69 | 160 | 0.26 |
| P-72 | 45.01 | 110 | 0.26 |
| P-310 | 44.4 | 110 | 0.26 |
| P-134 | 111.42 | 160 | 0.27 |
| P-711 | 182.85 | 110 | 0.27 |
| P-364 | 22.24 | 110 | 0.27 |
| P-66 | 37.7 | 110 | 0.27 |
| P-488 | 63.44 | 110 | 0.27 |
| P-450 | 59.14 | 110 | 0.27 |
| P-458 | 182.49 | 110 | 0.27 |
| P-400 | 80.77 | 110 | 0.27 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-994 | 48.18 | 160 | 0.27 |
| P-168 | 97.68 | 110 | 0.27 |
| P-59 | 91.69 | 160 | 0.27 |
| P-773 | 148.46 | 110 | 0.27 |
| P-746 | 48.67 | 160 | 0.28 |
| P-155 | 48.51 | 110 | 0.28 |
| P-238 | 2.97 | 110 | 0.28 |
| P-365 | 32.58 | 110 | 0.28 |
| P-133 | 40.96 | 160 | 0.28 |
| P-718 | 134.36 | 90 | 0.28 |

| | | | |
|-------|----------|-----|------|
| P-71 | 38.25 | 110 | 0.28 |
| P-430 | 10.8 | 160 | 0.28 |
| P-721 | 128.03 | 90 | 0.29 |
| P-255 | 94.32 | 110 | 0.29 |
| P-707 | 46.59 | 110 | 0.29 |
| P-704 | 47.39 | 110 | 0.29 |
| P-984 | 105 | 160 | 0.29 |
| P-449 | 52.77 | 160 | 0.29 |
| P-429 | 13.06 | 160 | 0.29 |
| P-750 | 79.23 | 160 | 0.29 |
| P-49 | 1,970.24 | 110 | 0.29 |
| P-64 | 41.66 | 110 | 0.29 |
| P-156 | 48.7 | 110 | 0.3 |
| P-135 | 131.96 | 160 | 0.3 |
| P-463 | 50.03 | 110 | 0.3 |
| P-431 | 86.98 | 160 | 0.3 |
| P-745 | 178.97 | 160 | 0.3 |
| P-65 | 37.33 | 110 | 0.3 |
| P-673 | 125.47 | 160 | 0.3 |
| P-235 | 35.17 | 160 | 0.3 |
| P-236 | 63.92 | 160 | 0.3 |
| P-428 | 99.41 | 160 | 0.3 |
| P-378 | 86.73 | 110 | 0.31 |
| P-179 | 54.28 | 160 | 0.31 |
| P-247 | 46.19 | 110 | 0.31 |
| P-180 | 57.51 | 160 | 0.31 |
| P-256 | 47.82 | 110 | 0.31 |
| P-243 | 146.01 | 110 | 0.31 |
| P-252 | 48.95 | 110 | 0.31 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-385 | 52.2 | 160 | 0.32 |
| P-532 | 3.35 | 110 | 0.32 |
| P-535 | 12.03 | 110 | 0.32 |
| P-63 | 37.82 | 110 | 0.32 |

| | | | |
|-------|--------|-----|------|
| P-701 | 137.64 | 110 | 0.32 |
| P-719 | 22.4 | 160 | 0.32 |
| P-672 | 63.39 | 160 | 0.33 |
| P-452 | 88.36 | 160 | 0.33 |
| P-57 | 16.23 | 200 | 0.33 |
| P-167 | 12.92 | 110 | 0.33 |
| P-56 | 40.63 | 200 | 0.33 |
| P-448 | 72.77 | 160 | 0.33 |
| P-248 | 49.24 | 110 | 0.33 |
| P-710 | 36.57 | 110 | 0.34 |
| P-689 | 70.19 | 160 | 0.34 |
| P-715 | 61.39 | 160 | 0.34 |
| P-371 | 27.47 | 110 | 0.34 |
| P-381 | 74.06 | 160 | 0.34 |
| P-330 | 283.44 | 160 | 0.34 |
| P-257 | 52.6 | 110 | 0.34 |
| P-706 | 49.61 | 110 | 0.35 |
| P-249 | 48.96 | 110 | 0.35 |
| P-101 | 53.01 | 200 | 0.35 |
| P-102 | 44.56 | 200 | 0.35 |
| P-731 | 101.66 | 90 | 0.35 |
| P-688 | 33.69 | 160 | 0.36 |
| P-582 | 735.16 | 200 | 0.36 |
| P-333 | 61.75 | 90 | 0.36 |
| P-714 | 51.15 | 160 | 0.36 |
| P-604 | 8.15 | 110 | 0.36 |
| P-244 | 48.39 | 110 | 0.37 |
| P-687 | 46.08 | 160 | 0.37 |
| P-253 | 51.07 | 110 | 0.37 |
| P-395 | 81.44 | 110 | 0.37 |
| P-424 | 61.18 | 160 | 0.37 |
| P-258 | 47.48 | 110 | 0.37 |
| P-976 | 194.07 | 110 | 0.38 |
| P-738 | 49.41 | 160 | 0.38 |
| P-709 | 64.15 | 110 | 0.38 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|
| P-426 | 76.14 | 160 | 0.38 |
| P-778 | 147.87 | 110 | 0.38 |
| P-372 | 96.44 | 110 | 0.38 |
| P-713 | 33.35 | 160 | 0.38 |
| P-761 | 144.72 | 110 | 0.39 |
| P-762 | 148.85 | 110 | 0.39 |
| P-423 | 68.57 | 160 | 0.39 |
| P-97 | 268.41 | 250 | 0.39 |
| P-723 | 48.37 | 160 | 0.39 |
| P-425 | 78.38 | 160 | 0.39 |
| P-245 | 52.75 | 110 | 0.39 |
| P-58 | 33.39 | 160 | 0.4 |
| P-722 | 4.22 | 160 | 0.4 |
| P-232 | 50.56 | 160 | 0.4 |
| P-233 | 46.55 | 160 | 0.4 |
| P-234 | 53.52 | 160 | 0.4 |
| P-481 | 150.77 | 160 | 0.4 |
| P-203 | 173.68 | 110 | 0.4 |
| P-712 | 16.89 | 110 | 0.4 |
| P-692 | 37.78 | 160 | 0.41 |
| P-421 | 60.99 | 110 | 0.41 |
| P-589 | 94.31 | 110 | 0.41 |
| P-181 | 46.68 | 160 | 0.41 |
| P-453 | 45.21 | 160 | 0.41 |
| P-331 | 8.78 | 160 | 0.42 |
| P-182 | 50.41 | 160 | 0.42 |
| P-139 | 33.5 | 160 | 0.42 |
| P-98 | 37.37 | 200 | 0.42 |
| P-99 | 58.56 | 200 | 0.42 |
| P-100 | 162.96 | 200 | 0.42 |
| P-183 | 52.35 | 160 | 0.42 |
| P-380 | 77.89 | 160 | 0.42 |
| P-427 | 12.58 | 160 | 0.42 |
| P-184 | 49.28 | 160 | 0.43 |
| P-422 | 8.86 | 110 | 0.43 |

| | | | |
|-------|----------|-----|------|
| P-708 | 55.25 | 110 | 0.43 |
| P-607 | 470.9 | 300 | 0.46 |
| P-990 | 1,313.24 | 300 | 0.46 |
| P-320 | 43.89 | 160 | 0.46 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-230 | 50.11 | 160 | 0.46 |
| P-231 | 58.78 | 160 | 0.46 |
| P-353 | 17.03 | 110 | 0.47 |
| P-783 | 204.5 | 110 | 0.47 |
| P-992 | 452.74 | 300 | 0.47 |
| P-991 | 55.75 | 300 | 0.48 |
| P-588 | 65.83 | 110 | 0.48 |
| P-686 | 16.06 | 160 | 0.48 |
| P-322 | 48.99 | 110 | 0.49 |
| P-743 | 100.87 | 90 | 0.49 |
| P-696 | 67.91 | 160 | 0.49 |
| P-726 | 47.66 | 160 | 0.49 |
| P-698 | 65.76 | 160 | 0.49 |
| P-374 | 96.35 | 160 | 0.5 |
| P-1003 | 112.08 | 110 | 0.5 |
| P-367 | 74.04 | 110 | 0.5 |
| P-737 | 324.21 | 160 | 0.5 |
| P-725 | 4.72 | 160 | 0.5 |
| P-205 | 20.41 | 110 | 0.51 |
| P-693 | 47.03 | 160 | 0.52 |
| P-697 | 32.58 | 160 | 0.52 |
| P-695 | 49.8 | 160 | 0.52 |
| P-685 | 47.17 | 160 | 0.52 |
| P-96 | 207.45 | 250 | 0.52 |
| P-307 | 67.57 | 110 | 0.52 |
| P-95 | 9.67 | 250 | 0.52 |
| P-579 | 700.41 | 200 | 0.53 |
| P-94 | 89.21 | 250 | 0.53 |

| | | | |
|-------|--------|-----|------|
| P-980 | 200.59 | 110 | 0.53 |
| P-93 | 31.76 | 250 | 0.53 |
| P-694 | 35.24 | 160 | 0.54 |
| P-975 | 19.2 | 110 | 0.54 |
| P-415 | 6.9 | 160 | 0.54 |
| P-669 | 47.2 | 90 | 0.54 |
| P-768 | 152.85 | 110 | 0.54 |
| P-332 | 57.95 | 90 | 0.54 |
| P-734 | 87.59 | 110 | 0.54 |
| P-319 | 94.07 | 250 | 0.54 |
| P-416 | 7.57 | 160 | 0.54 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-1000 | 236.58 | 110 | 0.55 |
| P-321 | 29.41 | 110 | 0.55 |
| P-751 | 48.4 | 160 | 0.55 |
| P-227 | 35.89 | 160 | 0.56 |
| P-228 | 55.51 | 160 | 0.56 |
| P-229 | 45.76 | 160 | 0.56 |
| P-1482 | 99.24 | 200 | 0.56 |
| P-1483 | 52.4 | 200 | 0.56 |
| P-764 | 149.89 | 110 | 0.57 |
| P-170 | 213.57 | 110 | 0.57 |
| P-749 | 48.48 | 160 | 0.58 |
| P-781 | 193.99 | 110 | 0.58 |
| P-756 | 210.07 | 110 | 0.58 |
| P-587 | 60.96 | 110 | 0.59 |
| P-317 | 35.42 | 160 | 0.6 |
| P-729 | 149.41 | 160 | 0.6 |
| P-733 | 44 | 110 | 0.6 |
| P-780 | 130.38 | 110 | 0.61 |
| P-684 | 61.6 | 160 | 0.62 |
| P-343 | 162.81 | 160 | 0.62 |
| P-185 | 44.17 | 160 | 0.62 |

| | | | |
|--------|--------|-----|------|
| P-186 | 44.95 | 160 | 0.63 |
| P-412 | 51.71 | 160 | 0.63 |
| P-187 | 55.07 | 160 | 0.63 |
| P-188 | 53.08 | 160 | 0.63 |
| P-755 | 84.02 | 110 | 0.64 |
| P-978 | 12.13 | 160 | 0.64 |
| P-683 | 55.17 | 160 | 0.66 |
| P-260 | 10.13 | 110 | 0.66 |
| P-760 | 43.29 | 110 | 0.67 |
| P-413 | 19.97 | 160 | 0.67 |
| P-586 | 52.68 | 110 | 0.68 |
| P-366 | 30.82 | 160 | 0.68 |
| P-793 | 84.58 | 215 | 0.68 |
| P-190 | 173.31 | 110 | 0.69 |
| P-682 | 65.89 | 160 | 0.7 |
| P-732 | 123.96 | 110 | 0.7 |
| P-771 | 82.42 | 110 | 0.7 |
| P-1489 | 9.22 | 250 | 0.7 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-225 | 22.46 | 250 | 0.7 |
| P-1488 | 57.18 | 250 | 0.7 |
| P-336 | 491.01 | 315 | 0.71 |
| P-979 | 47.59 | 110 | 0.72 |
| P-335 | 98.17 | 315 | 0.72 |
| P-621 | 110.2 | 160 | 0.73 |
| P-742 | 101.06 | 90 | 0.73 |
| P-772 | 37.1 | 110 | 0.73 |
| P-318 | 169.43 | 250 | 0.74 |
| P-679 | 49.45 | 200 | 0.76 |
| P-92 | 132.11 | 315 | 0.78 |
| P-91 | 201.98 | 315 | 0.78 |
| P-678 | 46.27 | 200 | 0.78 |
| P-791 | 45.23 | 110 | 0.78 |

| | | | |
|--------|----------|-----|------|
| P-1481 | 465.58 | 160 | 0.8 |
| P-1480 | 58.89 | 160 | 0.8 |
| P-741 | 105.27 | 90 | 0.81 |
| P-580 | 59.06 | 200 | 0.81 |
| P-765 | 181.18 | 110 | 0.81 |
| P-581 | 1,357.02 | 200 | 0.81 |
| P-790 | 58.88 | 110 | 0.82 |
| P-619 | 171.52 | 110 | 0.82 |
| P-789 | 118.79 | 110 | 0.82 |
| P-788 | 34.49 | 110 | 0.83 |
| P-763 | 178.34 | 110 | 0.83 |
| P-1005 | 357.26 | 160 | 0.83 |
| P-1476 | 148.01 | 200 | 0.83 |
| P-1477 | 43.58 | 200 | 0.83 |
| P-787 | 24.35 | 110 | 0.83 |
| P-786 | 43.41 | 110 | 0.83 |
| P-618 | 35.53 | 110 | 0.83 |
| P-617 | 9.66 | 110 | 0.83 |
| P-785 | 52.39 | 110 | 0.84 |
| P-616 | 44.31 | 110 | 0.84 |
| P-308 | 43.28 | 250 | 0.84 |
| P-615 | 105.94 | 110 | 0.85 |
| P-138 | 21.17 | 110 | 0.87 |
| P-758 | 144.32 | 110 | 0.88 |
| P-779 | 124.3 | 110 | 0.88 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-1447 | 11.52 | 315 | 0.88 |
| P-1448 | 122.22 | 315 | 0.88 |
| P-681 | 51.92 | 160 | 0.89 |
| P-759 | 198.86 | 110 | 0.91 |
| P-680 | 50.34 | 160 | 0.92 |
| P-614 | 533.38 | 110 | 0.93 |
| P-417 | 44.19 | 160 | 0.93 |

| | | | |
|--------|----------|-----|------|
| P-770 | 120.18 | 110 | 0.93 |
| P-613 | 81.33 | 110 | 0.95 |
| P-677 | 53.09 | 200 | 0.96 |
| P-1475 | 216.13 | 110 | 0.96 |
| P-1474 | 27.24 | 110 | 0.96 |
| P-1484 | 23.84 | 160 | 0.97 |
| P-1485 | 137.84 | 160 | 0.97 |
| P-676 | 27.77 | 200 | 0.98 |
| P-1465 | 131.75 | 500 | 1.09 |
| P-740 | 80.07 | 90 | 1.12 |
| P-1472 | 5.62 | 250 | 1.13 |
| P-1473 | 7.37 | 250 | 1.13 |
| P-675 | 62.13 | 200 | 1.22 |
| P-1454 | 42.34 | 200 | 1.23 |
| P-1012 | 256.91 | 110 | 1.25 |
| P-757 | 275.24 | 110 | 1.26 |
| P-795 | 122.71 | 110 | 1.29 |
| P-794 | 237.66 | 110 | 1.3 |
| P-1013 | 121.78 | 110 | 1.3 |
| P-1478 | 207.4 | 200 | 1.34 |
| P-1479 | 55.09 | 200 | 1.34 |
| P-767 | 103.81 | 110 | 1.38 |
| P-769 | 184.85 | 110 | 1.48 |
| P-606 | 43.39 | 300 | 1.51 |
| P-620 | 101.31 | 110 | 1.58 |
| P-995 | 183.91 | 110 | 1.6 |
| P-1414 | 943.38 | 160 | 1.61 |
| P-792 | 1,365.16 | 137 | 1.68 |
| P-999 | 111.79 | 110 | 1.69 |
| P-1470 | 59.42 | 110 | 1.8 |
| P-1471 | 8.09 | 110 | 1.8 |
| P-666 | 127.59 | 296 | 1.96 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-1456 | 542.7 | 296 | 1.96 |
| P-609 | 169.68 | 200 | 2.13 |
| P-796 | 147.36 | 110 | 2.54 |
| P-1458 | 143.61 | 250 | 3.89 |
| P-753 | 57.96 | 200 | 4.13 |
| P-1459 | 97.16 | 200 | 4.3 |
| P-1443 | 80.8 | 200 | 4.5 |

Fuente: propia

Analizando los reportes de velocidades en la red de distribución podemos observar que a pesar de estar sometidas al QMH no se generan velocidades mayores a 3m/s ya que las velocidades oscilan entre 0.01 y 0.02m/s (redes de distribución), como muestra la Tabla 27.

Análisis de velocidades en línea de conducción: para este caso debemos tener en cuenta que el criterio para analizar velocidades en líneas de conducción sometidas a gravedad es que estas no deben superar lo siguiente (de acuerdo a norma OS.010):

- ✓ 5 m/s en caso de tuberías PV C
- ✓ 3 m/s en tuberías de AC
- ✓ Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

Tabla n° 28: Línea de conducción

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-596 | 61.42 | 500 | 0.33 |
| P-595 | 221.8 | 500 | 0.33 |
| P-288 | 121.57 | 500 | 0.33 |
| P-289 | 49.97 | 500 | 0.34 |
| P-290 | 347.43 | 500 | 0.34 |
| P-291 | 256.52 | 500 | 0.34 |
| P-1449 | 264.13 | 800 | 0.42 |
| P-44 | 609.73 | 800 | 0.42 |
| P-45 | 474.45 | 800 | 0.42 |
| P-46 | 586.09 | 800 | 0.42 |
| P-1450 | 1,072.86 | 800 | 0.42 |

| | | | |
|------|----------|-----|------|
| P-47 | 90.79 | 800 | 0.42 |
| P-48 | 1,895.09 | 800 | 0.42 |
| P-40 | 70.52 | 600 | 0.46 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|
| P-41 | 263.98 | 600 | 0.46 |
| P-42 | 251.82 | 600 | 0.5 |
| P-20 | 62.93 | 500 | 0.64 |
| P-599 | 976.98 | 355 | 0.64 |
| P-21 | 355.2 | 500 | 0.64 |
| P-22 | 161.88 | 500 | 0.64 |
| P-23 | 93.61 | 500 | 0.64 |
| P-598 | 113.14 | 355 | 0.64 |
| P-1451 | 128.42 | 250 | 1.02 |
| P-662 | 81.15 | 250 | 1.03 |
| P-17 | 40.98 | 250 | 1.16 |
| P-18 | 160.62 | 250 | 1.16 |
| P-19 | 3.74 | 250 | 1.18 |
| P-1409 | 197.75 | 315 | 1.45 |
| P-600 | 568.46 | 200 | 3.59 |

Fuente: propia

En la Ilustración 13. caso podemos observar que las velocidades en esta línea de conducción no superan los 3 m/s para lo cual, de acuerdo a la normativa OS 010 indica que las velocidades admisibles en líneas de conducción de 3m/s a 5 m/s como máximo, por lo tanto, podemos concluir que nuestro modelo está quedando óptimo.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Tesis: SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI DEL DISTRITO DE CASTILLA PIURA

A partir de los hallazgos encontrados (calle, 2017) aceptamos la hipótesis general donde se establece que A través de la sectorización y regulación de presiones se optimiza el Funcionamiento Hidráulico de una Red de Distribución de Agua Potable, recuperándose volúmenes importantes de agua potable, así como una reducción significativa del índice del Agua No Facturada., existiría una mejor repartición de agua potable.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (GONZALEZ, 2013) quien señala: que la eficiencia en los sistemas de distribución de agua potable, parte de la infraestructura con la que se cuenta, lo que tiene total concordancia con lo planteado en la presente tesis: “Mediante la sectorización de redes de agua potable es posible mitigar las pérdidas de agua potable del sistema de distribución de la EPS ILO de esta manera contribuiremos con la su eficiencia operativa”

Tesis: LA SECTORIZACION EN LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

A partir de los hallazgos encontrados (LOPEZ, 2012) aceptamos la hipótesis general donde se establece que, Realizando una sectorización de redes de agua potable se podrá tener un control óptimo de agua distribuida

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (Bayona Pérez, 2015), quien señala: que para, la eficiencia en los sistemas de distribución es necesario contar con una sectorización de redes de agua potable. lo que tiene total concordancia con lo planteado en la presente tesis

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados antes presentados, se comprobó la hipótesis general de la tesis de partida: “A través de la sectorización y regulación de presiones se optimiza el Funcionamiento Hidráulico de una Red de Distribución de Agua Potable, recuperándose volúmenes importantes de agua potable, así como una reducción significativa del índice del Agua No Facturada, a partir de los hechos de tener un sistema controlado con válvulas de aislamiento y reductoras de presión, monitoreando variables, de caudal y presión. Para una eficiente operación del sistema
- El objetivo planteado al inicio del presente trabajo se cumplió logrando una sectorización del sistema de distribución dividiéndolo en sub áreas de influencia, para así poder tener un mejor control del sistema de distribución de agua potable.
- Se logró cumplir con el objetivo de realizar la modelación hidráulica a partir de un a sectorización calculada en gabinete obteniendo 9 sectores que cuentan con presiones aceptables de 10 m.c.a la mínima y 35 m.c.a la máxima, encontrándose estas dentro del rango mínimo y máximo mencionado en la normativa OS 050.

RECOMENDACIONES

- Se deberán implementar los programas de supervisión, como monitoreo de puntos pitométricos de la red con instrumentación, apoyados con personal calificado, además del mantenimiento a los sitios de control y medición instalados en los sectores, para una eficiente confiabilidad y operatividad en el tiempo.
- De igual manera se deberán implementar programas para verificar que las válvulas en los sitios de control y entradas a los subsectores, no tengan movimientos o variaciones en su apertura para no afectar el funcionamiento del sistema.
- Se deberá tener una buena comunicación con el personal de operación, ya que es la gente autorizada para realizar movimientos en la red, y a su vez tenga un buen conocimiento del sistema en conjunto para que lo opere de manera correcta y eficaz
- Que el personal de la EPS de Ilo tenga el conocimiento de los trabajos de mantenimiento que se realicen en la red por parte de la Delegación.
- Se recomienda que cuando se cuente con más registros de los datos del sector, se realice nuevamente la simulación para verificar los resultados obtenidos en el presente trabajo
- Se recomienda como una línea de investigación, el tema referente a los diferentes tipos de válvulas, como son: válvulas de seccionamiento, válvulas reguladoras de presión (VRP), válvulas check, etc., así como su funcionamiento y selección.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- EPS ILO 2018. (2018). *DIAGNOSTICO EPS ILO 2018*. ILO-MOQUEGUA: ...
- MARIA VICTORIA VARGAS ESCOBAR. (2001). *PROYECTO DE SECTORIZACION DE LA CIUDAD DE LIMA Y CALLAO*. Lima:
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANAMIENTO. (2006). *CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA (NORMA OS.100)*. Lima:
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). OS.0100 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA. En C. y. OS.0100 Ministerio de Vivienda, *CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA* (pág. OS.0100). LIMA: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Ministerio de vivienda construccion y saneamiento. (2006). *OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. Lima: ministerio de vivienda construccion y saneamiento.
- OPS/CEPIS/05.145. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN*. Lima: ..
- Patrick Fallis, Katja Hübschen, Emmanuel Oertlé,. (2011). *Guía para la reducción de las pérdidas de agua*. republic, Frankfurt am Main: Rohland&more, Offenbach/Alemania.
- TERÁN, I. J. (2012). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE* . veracruz: desconocida.
- Vogel, I. M. (2018). *Introducción a la gestión*. LIMA: SUNASS.
- Wales, J. (13 de octubre de 2016). *WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE*. Obtenido de WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE: <https://es.wikipedia.org/wiki/WaterGEMS>

ANEXOS

REPORTE DE FUGAS

TABLA DE REGISTRO DE PRESIONES

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

ESQUEMA DE UBICACIÓN DE RESERVORIOS

MODELAMIENTO HIDRAULICO

PLANO TOPOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO

REPORTE DE FUGAS

REPORTE DE FUGAS EN LA CIUDAD DE ILO

| Item | Fecha | Zona | Mz | Lt | Descripcion | Zonas |
|------|------------|---------------------|-----|-----|--|---------|
| 1 | 03/11/2018 | VILLA PRIMAVERA | 8 | 7 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 2 | 03/11/2018 | JOSE OLAYA | D | 28 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 3 | 06/11/2018 | SIGLO XXI | D | 28 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 4 | 06/11/2018 | SIGLO XXI | D | 16 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 5 | 06/11/2018 | TREN AL SUR | N | 4 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 6 | 07/11/2018 | SIGLO XXI | B | 19 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 7 | 07/11/2018 | SIGLO XXI | F | 17 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 8 | 08/11/2018 | MIRAMAR | I | 1 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 9 | 08/11/2018 | CIUDAD NUEVA | H | 13 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 10 | 11/11/2018 | VILLA UNIVERSITARIA | s/n | s/n | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 11 | 11/11/2018 | AMP. MIRAFLORES | X | - | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 12 | 16/11/2018 | CIUDAD NUEVA | N | 1 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 13 | 16/11/2018 | CIUDAD NUEVA | H | 9 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 14 | 17/05/2018 | VILLA DEL MAR | N | 16 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 15 | 18/05/2018 | LUIS E VALCARCEL | 2 | 13 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 16 | 18/05/2018 | LUIS E VALCARCEL | 7 | 12 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 17 | 18/05/2018 | LUIS E VALCARCEL | 8 | 4 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 18 | 18/05/2018 | VILLA PARAISO | 51 | 1 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 19 | 19/05/2018 | LUIS E VALCARCEL | 4 | 12 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 20 | 20/05/2018 | HABITAT | P | 13 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 21 | 20/05/2018 | HABITAT | P | 21 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 22 | 20/05/2018 | HABITAT | Q | 6 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 23 | 21/05/2018 | VICTORIA | 15 | 12 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 24 | 24/05/2018 | BELLA VISTA | 59 | 32 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 25 | 25/05/2018 | TREN AL SUR | P | 5 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 26 | 25/05/2018 | TREN AL SUR | L | 16 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 27 | 25/05/2018 | TREN AL SUR | N | 4 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 28 | 26/05/2018 | MIRAMAR | D | 1 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 29 | 28/05/2018 | CIUDAD DEL PESCADOR | F | 32 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 30 | 28/05/2018 | JOSE OLAYA | A | 2 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 4" por fuga de agua | Pampa |
| 31 | 28/05/2018 | JOSE OLAYA | A | 19 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 32 | 29/05/2018 | VILLA METALURGIA | E | 18 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 33 | 31/05/2018 | VILLA PRIMAVERA | 5 | 13 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 34 | 01/06/2018 | CIUDAD DEL PESCADOR | G | 15 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 35 | 01/06/2018 | VILLA METALURGIA | D | 4 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 36 | 01/06/2018 | VILLA METALURGIA | F | 12 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 37 | 01/06/2018 | VILLA EL EDEN | A | 3 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 38 | 01/06/2018 | VILLA EL EDEN | A | 10 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 39 | 01/06/2018 | VILLA EL EDEN | B | 5 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 40 | 02/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 5 | 13 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 41 | 02/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 2 | 11 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 42 | 02/06/2018 | LOS ARENALES | 124 | 3 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 6" por fuga de agua | Pampa |
| 43 | 03/06/2018 | LOS ARENALES | 123 | 11 | Reparación de Tubería Matriz de PVC Ø 8" | Pampa |
| 44 | 03/06/2018 | LOS ARENALES | 122 | 10 | Reparación de Tubería Matriz de PVC Ø 8" | Pampa |
| 45 | 03/06/2018 | ALTO CHIRIBAYA | 70 | 12 | Reparación Lineas de Impulsión Ø 8" (R5-R8) | Pampa |
| 46 | 03/06/2018 | VISTA ALEGRE | 70 | 17 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 47 | 04/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 39 | 10 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 48 | 04/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 39 | 16 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 49 | 04/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 14 | 1 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 50 | 07/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 48 | 23 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 51 | 05/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 27 | 5 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 52 | 05/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 29 | 12 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 53 | 05/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 31 | 8 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 54 | 07/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 36 | 9 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 55 | 07/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 33 | 6 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 56 | 07/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 34 | 4 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 2" | Pampa |
| 57 | 07/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 25 | 5 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 58 | 07/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 21 | 6 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 59 | 08/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 21 | 18 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 60 | 08/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 42 | 6 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 61 | 08/06/2018 | 24 DE OCTUBRE | 42 | 16 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 62 | 09/06/2018 | VILLA EL EDEN | E | 10 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 63 | 09/06/2018 | VILLA UNIVERSITARIA | N | 7 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 64 | 09/06/2018 | VILLA UNIVERSITARIA | J | 4 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 65 | 10/06/2018 | NUEVO ILO | 19 | 17 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 66 | 10/06/2018 | VILLA PARAISO | 39 | 2 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 67 | 10/06/2018 | NUEVA VICTORIA | 27 | 10 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 68 | 11/06/2018 | NUEVA VICTORIA | 27 | 6 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 8" | Pampa |
| 69 | 11/06/2018 | ALTO ILO | M | 21 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | puerto |
| 70 | 12/06/2018 | ALTO ILO | L | 11 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | puerto |
| 71 | 18/08/2018 | ALTO ILO | X | 2 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | puerto |
| 72 | 28/10/2018 | ALTO ILO | S | 18 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | puerto |
| 73 | 11/03/2018 | ALTO ILO | M | 21 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | puerto |
| 74 | 08/12/2018 | ALTO ILO | R | 20 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 20" (Conducción) | puerto |
| 75 | 01/02/2018 | CIUDAD NUEVA | 22 | 2 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 3" por fuga de agua | Pacocha |
| 76 | 09/05/2018 | CIUDAD NUEVA | 13 | 10 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 3" por fuga de agua | Pacocha |
| 77 | 11/04/2018 | TEMPORALES | 17 | 9 | Reparación de Tubería Matriz de AC Ø 3" por fuga de agua | Pacocha |

TABLA DE REGISTRO DE PRESIONES

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 2421 | J-898 | 76.73 | 85.07 | 8.32 | 0.64 |
| 403 | J-169 | 77.55 | 86.55 | 8.98 | 0.09 |
| 377 | J-157 | 75.66 | 85.47 | 9.79 | 0.29 |
| 186 | J-70 | 74.28 | 84.16 | 9.86 | 0.57 |
| 1429 | J-521 | 58.85 | 68.85 | 9.97 | 0.6 |
| 1448 | J-527 | 61.72 | 71.8 | 10.06 | 0.11 |
| 1822 | J-674 | 54.22 | 64.32 | 10.07 | 0.11 |
| 182 | J-69 | 73.81 | 84.18 | 10.35 | 0.89 |
| 1558 | J-571 | 69.7 | 80.29 | 10.57 | 0.14 |
| 415 | J-175 | 76.1 | 87.28 | 11.16 | 0.08 |
| 523 | J-215 | 76.14 | 87.61 | 11.45 | 0 |
| 380 | J-158 | 74.66 | 86.33 | 11.64 | 0.02 |
| 1737 | J-639 | 64.05 | 75.95 | 11.88 | 0.26 |
| 2243 | J-843 | 52.41 | 64.31 | 11.89 | 0 |
| 70 | J-14 | 91.46 | 103.38 | 11.89 | 0 |
| 401 | J-168 | 74.34 | 86.48 | 12.12 | 0.08 |
| 1824 | J-675 | 52.1 | 64.31 | 12.19 | 0 |
| 405 | J-170 | 74.29 | 86.62 | 12.31 | 0.09 |
| 1594 | J-589 | 74.89 | 87.24 | 12.32 | 0.87 |
| 332 | J-137 | 72.07 | 85.13 | 13.04 | 0.23 |
| 397 | J-166 | 73.27 | 86.37 | 13.07 | 0.04 |
| 1556 | J-570 | 68.67 | 81.81 | 13.12 | 0.29 |
| 399 | J-167 | 73.13 | 86.42 | 13.26 | 0.09 |
| 525 | J-216 | 73.92 | 87.56 | 13.62 | 0 |
| 507 | J-207 | 74.58 | 88.26 | 13.65 | 0 |
| 334 | J-138 | 71.35 | 85.13 | 13.75 | 0.29 |
| 529 | J-218 | 73.62 | 87.55 | 13.9 | 0 |
| 527 | J-217 | 73.43 | 87.55 | 14.09 | 0 |
| 2576 | J-1000 | 75.82 | 89.98 | 14.13 | 0 |
| 1560 | J-572 | 65.9 | 80.28 | 14.35 | 0.45 |
| 1450 | J-528 | 56.46 | 70.99 | 14.5 | 0.22 |
| 336 | J-139 | 70.51 | 85.12 | 14.59 | 0.3 |
| 1444 | J-525 | 60.3 | 75.01 | 14.68 | 0 |
| 382 | J-159 | 89.27 | 104.6 | 15.3 | 0.42 |
| 417 | J-176 | 72.98 | 88.35 | 15.34 | 0 |
| 2214 | J-832 | 53.4 | 68.8 | 15.36 | 0.13 |
| 2573 | J-999 | 90.69 | 106.13 | 15.42 | 0 |
| 509 | J-208 | 72.65 | 88.13 | 15.45 | 0 |
| 1418 | J-516 | 53.95 | 69.78 | 15.8 | 0.12 |
| 1564 | J-574 | 64.15 | 80.03 | 15.85 | 3.44 |
| 338 | J-140 | 69.07 | 85.12 | 16.01 | 0.38 |
| 1562 | J-573 | 64 | 80.24 | 16.2 | 1.21 |
| 372 | J-155 | 69.2 | 85.49 | 16.26 | 0 |
| 1820 | J-673 | 48.02 | 64.33 | 16.27 | 0.08 |
| 328 | J-135 | 68.82 | 85.17 | 16.32 | 0.2 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 413 | J-174 | 70.74 | 87.12 | 16.35 | 0.09 |
| 330 | J-136 | 68.65 | 85.15 | 16.46 | 0.21 |
| 411 | J-173 | 70.23 | 86.96 | 16.7 | 0.09 |
| 391 | J-163 | 87.96 | 104.8 | 16.81 | 0.11 |
| 231 | J-87 | 40.42 | 57.75 | 17.3 | 0.4 |
| 1747 | J-642 | 63.17 | 80.56 | 17.36 | 1.86 |
| 515 | J-211 | 70.35 | 87.83 | 17.45 | 0 |
| 409 | J-172 | 69.26 | 86.82 | 17.53 | 0.09 |
| 521 | J-214 | 69.85 | 87.64 | 17.75 | 0 |
| 1574 | J-579 | 71.82 | 89.65 | 17.79 | 0.31 |
| 1568 | J-576 | 69.09 | 86.96 | 17.83 | 0.21 |
| 1596 | J-590 | 69.25 | 87.14 | 17.85 | 0.73 |
| 389 | J-162 | 86.64 | 104.58 | 17.91 | 0.18 |
| 374 | J-156 | 67.48 | 85.48 | 17.96 | 0.25 |
| 324 | J-133 | 67.21 | 85.23 | 17.98 | 0.12 |
| 407 | J-171 | 68.5 | 86.69 | 18.16 | 0.09 |
| 511 | J-209 | 69.78 | 88.02 | 18.2 | 0 |
| 233 | J-88 | 39.4 | 57.74 | 18.31 | 0.1 |
| 1602 | J-593 | 68.47 | 87.02 | 18.52 | 0.35 |
| 1697 | J-630 | 68.16 | 86.76 | 18.56 | 1.02 |
| 326 | J-134 | 66.56 | 85.2 | 18.61 | 0.16 |
| 385 | J-160 | 85.91 | 104.59 | 18.65 | 0.4 |
| 370 | J-154 | 66.71 | 85.46 | 18.71 | 0.14 |
| 720 | J-292 | 40.67 | 59.47 | 18.76 | 0.07 |
| 146 | J-51 | 65.97 | 84.77 | 18.76 | 0.06 |
| 1600 | J-592 | 68.23 | 87.06 | 18.79 | 0.21 |
| 142 | J-49 | 65.87 | 84.8 | 18.9 | 0.07 |
| 348 | J-144 | 66.04 | 85.27 | 19.19 | 0.19 |
| 144 | J-50 | 65.34 | 84.8 | 19.42 | 0.06 |
| 1598 | J-591 | 67.62 | 87.11 | 19.45 | 0.17 |
| 1546 | J-567 | 83.6 | 103.24 | 19.6 | 0.61 |
| 2583 | J-1002 | 76.41 | 96.18 | 19.73 | 0 |
| 365 | J-152 | 65.54 | 85.4 | 19.82 | 0.46 |
| 387 | J-161 | 84.68 | 104.58 | 19.87 | 0.3 |
| 1446 | J-526 | 54.13 | 74.27 | 20.1 | 0.23 |
| 393 | J-164 | 84.31 | 104.8 | 20.45 | 0.1 |
| 84 | J-21 | 84.18 | 104.8 | 20.58 | 0.05 |
| 148 | J-52 | 63.98 | 84.76 | 20.74 | 0.12 |
| 367 | J-153 | 64.62 | 85.43 | 20.77 | 0.24 |
| 718 | J-291 | 38.52 | 59.47 | 20.91 | 0.08 |
| 1592 | J-588 | 66.38 | 87.41 | 21 | 0.81 |
| 653 | J-267 | 66.03 | 87.32 | 21.25 | 0.14 |
| 1580 | J-582 | 67.42 | 88.75 | 21.28 | 0.63 |
| 651 | J-266 | 65.98 | 87.32 | 21.29 | 0.23 |
| 692 | J-281 | 36.69 | 58.07 | 21.33 | 0 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 687 | J-279 | 36.48 | 58.07 | 21.55 | 0 |
| 1578 | J-581 | 67.3 | 89.02 | 21.68 | 0.57 |
| 531 | J-219 | 65.69 | 87.55 | 21.81 | 0 |
| 517 | J-212 | 65.87 | 87.77 | 21.86 | 0 |
| 1759 | J-647 | 39.99 | 61.96 | 21.92 | 13.27 |
| 947 | J-369 | 35.85 | 58.12 | 22.22 | 0 |
| 513 | J-210 | 65.4 | 87.93 | 22.49 | 0 |
| 235 | J-89 | 34.83 | 57.48 | 22.61 | 0.53 |
| 955 | J-372 | 34.95 | 57.62 | 22.62 | 0.24 |
| 1586 | J-585 | 65.44 | 88.12 | 22.63 | 0.68 |
| 395 | J-165 | 82.11 | 104.8 | 22.64 | 0.05 |
| 1427 | J-520 | 62.32 | 85.09 | 22.72 | 1.25 |
| 166 | J-61 | 61.61 | 84.4 | 22.75 | 0.18 |
| 1582 | J-583 | 65.68 | 88.59 | 22.86 | 0.6 |
| 1584 | J-584 | 65.38 | 88.43 | 23 | 0.65 |
| 239 | J-91 | 34.15 | 57.25 | 23.06 | 0 |
| 2226 | J-836 | 49.16 | 72.57 | 23.36 | 0 |
| 1570 | J-577 | 63.37 | 86.9 | 23.48 | 0.52 |
| 241 | J-92 | 33.65 | 57.19 | 23.49 | 0 |
| 1590 | J-587 | 63.92 | 87.59 | 23.62 | 0.78 |
| 251 | J-97 | 33.08 | 56.81 | 23.68 | 0 |
| 716 | J-290 | 35.71 | 59.47 | 23.72 | 0.07 |
| 237 | J-90 | 33.49 | 57.29 | 23.75 | 0.1 |
| 362 | J-151 | 61.46 | 85.39 | 23.89 | 0.2 |
| 945 | J-368 | 34.14 | 58.12 | 23.92 | 0 |
| 632 | J-258 | 80.07 | 104.09 | 23.97 | 0.19 |
| 2423 | J-899 | 61.07 | 85.08 | 23.97 | 0.39 |
| 319 | J-131 | 33.07 | 57.23 | 24.11 | 0.16 |
| 321 | J-132 | 33 | 57.28 | 24.23 | 0.45 |
| 2611 | J-1005 | 63.63 | 88.06 | 24.38 | 0 |
| 192 | J-73 | 59.87 | 84.65 | 24.73 | 0.46 |
| 188 | J-71 | 59.86 | 84.69 | 24.78 | 0.23 |
| 1664 | J-621 | 62.94 | 87.8 | 24.81 | 0.2 |
| 1607 | J-594 | 62.71 | 87.8 | 25.04 | 0.2 |
| 2580 | J-1001 | 63.21 | 88.32 | 25.06 | 0 |
| 317 | J-130 | 31.84 | 57.05 | 25.16 | 0.12 |
| 1588 | J-586 | 62.51 | 87.83 | 25.27 | 0.81 |
| 243 | J-93 | 31.68 | 57.01 | 25.27 | 0 |
| 714 | J-289 | 34.02 | 59.47 | 25.4 | 0.16 |
| 1635 | J-607 | 62.18 | 87.8 | 25.57 | 0.16 |
| 2588 | J-1003 | 62.15 | 87.8 | 25.6 | 0 |
| 172 | J-64 | 58.68 | 84.33 | 25.6 | 0.2 |
| 249 | J-96 | 31.09 | 56.82 | 25.68 | 0 |
| 350 | J-145 | 59.55 | 85.32 | 25.72 | 0.16 |
| 445 | J-187 | 60.33 | 86.31 | 25.93 | 0.57 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 168 | J-62 | 58.36 | 84.37 | 25.96 | 0.34 |
| 150 | J-53 | 58.64 | 84.72 | 26.02 | 0.28 |
| 98 | J-28 | 78.55 | 104.63 | 26.04 | 0.2 |
| 1542 | J-565 | 59.4 | 85.51 | 26.06 | 0.23 |
| 1111 | J-410 | 30.71 | 56.97 | 26.21 | 0.33 |
| 712 | J-288 | 33.2 | 59.47 | 26.22 | 0.16 |
| 772 | J-309 | 31.77 | 58.08 | 26.25 | 0.21 |
| 519 | J-213 | 61.35 | 87.71 | 26.3 | 0 |
| 1761 | J-648 | 36.17 | 62.53 | 26.32 | 2.28 |
| 443 | J-186 | 59.92 | 86.31 | 26.34 | 0.84 |
| 271 | J-107 | 30.31 | 56.78 | 26.41 | 0.37 |
| 1798 | J-663 | 42.03 | 68.59 | 26.51 | 0.03 |
| 655 | J-268 | 60.73 | 87.32 | 26.53 | 0 |
| 174 | J-65 | 57.63 | 84.32 | 26.64 | 0.16 |
| 190 | J-72 | 57.93 | 84.66 | 26.68 | 0.25 |
| 1576 | J-580 | 62.39 | 89.16 | 26.71 | 0.33 |
| 642 | J-262 | 60.55 | 87.34 | 26.74 | 0 |
| 770 | J-308 | 31.27 | 58.08 | 26.75 | 0.19 |
| 704 | J-285 | 31.19 | 58.04 | 26.8 | 0.25 |
| 170 | J-63 | 57.48 | 84.34 | 26.81 | 0.36 |
| 1064 | J-403 | 30.02 | 56.97 | 26.89 | 0.19 |
| 164 | J-60 | 57.41 | 84.44 | 26.98 | 0.3 |
| 1540 | J-564 | 58.41 | 85.49 | 27.03 | 0.51 |
| 559 | J-230 | 60.83 | 87.96 | 27.08 | 1.15 |
| 2193 | J-824 | 30.56 | 57.74 | 27.13 | 1.74 |
| 657 | J-269 | 60.09 | 87.32 | 27.18 | 0.18 |
| 702 | J-284 | 30.63 | 57.87 | 27.19 | 0.15 |
| 1609 | J-595 | 60.54 | 87.8 | 27.21 | 0.29 |
| 1005 | J-389 | 30.08 | 57.35 | 27.22 | 0.81 |
| 722 | J-293 | 32.17 | 59.47 | 27.24 | 0.09 |
| 1796 | J-662 | 41.6 | 68.93 | 27.27 | 0.03 |
| 1312 | AC-481 | 29.38 | 56.75 | 27.31 | 0.55 |
| 949 | J-370 | 30.45 | 57.85 | 27.35 | 0.2 |
| 1114 | J-411 | 29.47 | 56.94 | 27.42 | 0.17 |
| 360 | J-150 | 57.89 | 85.39 | 27.44 | 0.21 |
| 1060 | J-401 | 29.48 | 56.98 | 27.45 | 0 |
| 1800 | J-664 | 40.84 | 68.4 | 27.51 | 0.03 |
| 259 | J-101 | 29.16 | 56.75 | 27.53 | 0.27 |
| 884 | J-358 | 30.05 | 57.72 | 27.61 | 0.25 |
| 1454 | J-530 | 41.64 | 69.34 | 27.65 | 0.05 |
| 261 | J-102 | 28.95 | 56.76 | 27.75 | 0.21 |
| 1534 | J-562 | 76.27 | 104.09 | 27.76 | 0.55 |
| 768 | J-307 | 30.1 | 58.09 | 27.93 | 0.25 |
| 978 | J-379 | 59.26 | 87.32 | 28 | 0 |
| 968 | J-377 | 29.36 | 57.42 | 28.01 | 0.09 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1058 | J-400 | 28.75 | 56.99 | 28.18 | 0.19 |
| 421 | J-178 | 58.07 | 86.32 | 28.19 | 0.78 |
| 964 | J-375 | 29.17 | 57.43 | 28.21 | 0.24 |
| 269 | J-106 | 28.5 | 56.77 | 28.21 | 0.37 |
| 255 | J-99 | 28.35 | 56.76 | 28.35 | 0.61 |
| 1062 | J-402 | 28.53 | 56.97 | 28.39 | 0.14 |
| 943 | J-367 | 29.62 | 58.12 | 28.44 | 0.35 |
| 1066 | J-404 | 28.46 | 56.97 | 28.45 | 0.1 |
| 672 | J-276 | 29.88 | 58.44 | 28.5 | 0.12 |
| 682 | J-278 | 29.45 | 58.11 | 28.61 | 0.17 |
| 1724 | J-635 | 58.01 | 86.68 | 28.61 | 0.45 |
| 700 | J-283 | 29.21 | 57.96 | 28.7 | 0.12 |
| 229 | J-86 | 29.04 | 57.87 | 28.77 | 0.23 |
| 724 | J-294 | 30.63 | 59.47 | 28.78 | 0.07 |
| 267 | J-105 | 27.84 | 56.76 | 28.87 | 0.4 |
| 1456 | J-531 | 39.55 | 68.48 | 28.87 | 0.09 |
| 1694 | J-629 | 56.84 | 85.82 | 28.92 | 0.58 |
| 1372 | J-495 | 27.8 | 56.8 | 28.94 | 0.4 |
| 273 | J-108 | 27.75 | 56.79 | 28.98 | 0.39 |
| 1039 | J-397 | 28 | 57.09 | 29.03 | 0.64 |
| 214 | J-80 | 55.41 | 84.55 | 29.08 | 0.41 |
| 315 | J-129 | 27.83 | 57.04 | 29.14 | 0.13 |
| 176 | J-66 | 55.04 | 84.28 | 29.18 | 0.2 |
| 1817 | J-672 | 35.05 | 64.34 | 29.23 | 0 |
| 966 | J-376 | 27.96 | 57.42 | 29.4 | 0.15 |
| 1002 | J-388 | 27.93 | 57.41 | 29.42 | 0.19 |
| 1743 | J-640 | 52.25 | 81.79 | 29.48 | 0.8 |
| 257 | J-100 | 27.16 | 56.75 | 29.53 | 0.3 |
| 1115 | J-412 | 27.33 | 56.94 | 29.55 | 0.12 |
| 2191 | J-823 | 28.38 | 58.02 | 29.58 | 0.18 |
| 1668 | AC-622 | 58.11 | 87.78 | 29.61 | 1.2 |
| 1070 | J-406 | 27.28 | 56.98 | 29.64 | 0.14 |
| 227 | J-85 | 28.17 | 57.91 | 29.68 | 0.47 |
| 419 | J-177 | 56.58 | 86.33 | 29.69 | 0.93 |
| 952 | J-371 | 28.01 | 57.79 | 29.72 | 0.24 |
| 1328 | J-487 | 27.03 | 56.81 | 29.72 | 0.48 |
| 1068 | J-405 | 27.12 | 56.97 | 29.8 | 0.24 |
| 1790 | J-661 | 40.99 | 70.87 | 29.82 | 0.28 |
| 1692 | J-628 | 56.1 | 86.01 | 29.85 | 0.88 |
| 1388 | J-502 | 28.11 | 58.06 | 29.89 | 0.15 |
| 1631 | J-606 | 56.93 | 86.97 | 29.97 | 0.49 |
| 1828 | J-677 | 34.15 | 64.32 | 30.11 | 2.35 |
| 1780 | J-656 | 41.98 | 72.17 | 30.13 | 0.04 |
| 2208 | J-830 | 27.83 | 58.06 | 30.16 | 0 |
| 698 | J-282 | 27.67 | 57.97 | 30.24 | 0.14 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|-------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 265 | J-104 | 26.42 | 56.76 | 30.28 | 0.26 |
| 263 | J-103 | 26.4 | 56.76 | 30.3 | 0.17 |
| 668 | J-274 | 27.79 | 58.15 | 30.3 | 0.23 |
| 1802 | J-665 | 37.74 | 68.14 | 30.34 | 0.02 |
| 833 | J-331 | 27.2 | 57.73 | 30.46 | 0.38 |
| 464 | J-191 | 55.72 | 86.26 | 30.48 | 0.47 |
| 1275 | J-469 | 26.24 | 56.81 | 30.51 | 0.21 |
| 1007 | J-390 | 26.74 | 57.31 | 30.51 | 0.37 |
| 462 | J-190 | 55.62 | 86.25 | 30.57 | 0.3 |
| 1685 | J-625 | 56.75 | 87.39 | 30.58 | 2.83 |
| 1420 | J-517 | 37.81 | 68.48 | 30.61 | 0.64 |
| 881 | J-355 | 27.04 | 57.72 | 30.62 | 0.43 |
| 1729 | J-637 | 55.85 | 86.57 | 30.66 | 1.05 |
| 535 | J-221 | 56.81 | 87.55 | 30.68 | 0.27 |
| 932 | J-364 | 27.13 | 57.97 | 30.78 | 0.11 |
| 839 | J-333 | 27.25 | 58.12 | 30.81 | 0.22 |
| 1277 | J-470 | 25.9 | 56.81 | 30.84 | 0.59 |
| 533 | J-220 | 56.63 | 87.55 | 30.86 | 0.37 |
| 180 | J-68 | 53.3 | 84.22 | 30.86 | 0.57 |
| 253 | J-98 | 25.85 | 56.77 | 30.87 | 0.54 |
| 827 | J-328 | 27.03 | 57.97 | 30.88 | 0.29 |
| 1000 | J-387 | 26.4 | 57.39 | 30.93 | 0.29 |
| 939 | J-366 | 26.95 | 57.96 | 30.94 | 0.09 |
| 96 | J-27 | 73.59 | 104.64 | 30.98 | 0.15 |
| 1615 | J-598 | 56.55 | 87.66 | 31.04 | 0.41 |
| 1330 | J-488 | 25.69 | 56.81 | 31.06 | 0.27 |
| 1442 | J-524 | 78.88 | 110.02 | 31.08 | 0 |
| 980 | J-380 | 56.14 | 87.32 | 31.12 | 0 |
| 162 | J-59 | 53.3 | 84.48 | 31.12 | 0.29 |
| 848 | J-337 | 26.7 | 57.94 | 31.18 | 0.24 |
| 670 | J-275 | 27.1 | 58.37 | 31.21 | 0.16 |
| 1788 | J-660 | 40.12 | 71.43 | 31.25 | 0.18 |
| 1279 | J-471 | 25.48 | 56.81 | 31.27 | 0.24 |
| 836 | J-332 | 26.77 | 58.12 | 31.29 | 0.26 |
| 352 | J-146 | 54 | 85.38 | 31.31 | 0.32 |
| 1353 | J-493 | 25.3 | 56.75 | 31.39 | 0.24 |
| 1690 | J-627 | 55.22 | 86.7 | 31.42 | 0.59 |
| 1309 | J-480 | 25.24 | 56.75 | 31.45 | 0.29 |
| 689 | J-280 | 26.56 | 58.07 | 31.45 | 0.3 |
| 441 | J-185 | 54.75 | 86.31 | 31.5 | 0.69 |
| 1659 | J-619 | 55.33 | 86.92 | 31.53 | 0.39 |
| 648 | J-265 | 55.72 | 87.32 | 31.54 | 0.47 |
| 1285 | J-473 | 25.25 | 56.88 | 31.56 | 0.52 |
| 223 | J-83 | 27.08 | 58.84 | 31.69 | 0.08 |
| 538 | J-222 | 55.59 | 87.38 | 31.73 | 0.15 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|-------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1782 | J-657 | 40.39 | 72.2 | 31.74 | 0.2 |
| 1027 | J-394 | 25.26 | 57.3 | 31.98 | 0.17 |
| 212 | J-79 | 52.5 | 84.54 | 31.98 | 0.86 |
| 86 | J-22 | 72.7 | 104.76 | 32 | 0.1 |
| 1095 | J-409 | 24.82 | 56.92 | 32.04 | 0.22 |
| 667 | J-273 | 25.99 | 58.11 | 32.06 | 0.22 |
| 245 | J-94 | 24.81 | 56.97 | 32.1 | 0 |
| 2249 | J-845 | 45.34 | 77.57 | 32.16 | 0.55 |
| 816 | J-327 | 26.06 | 58.3 | 32.17 | 0.23 |
| 644 | J-263 | 55.04 | 87.33 | 32.22 | 0 |
| 1269 | J-467 | 24.59 | 56.9 | 32.25 | 0.19 |
| 1627 | J-604 | 54.75 | 87.08 | 32.27 | 0.45 |
| 1629 | J-605 | 54.59 | 86.96 | 32.3 | 0.05 |
| 1611 | J-596 | 55.38 | 87.77 | 32.33 | 0.3 |
| 1826 | J-676 | 31.87 | 64.31 | 32.37 | 1.76 |
| 358 | J-149 | 52.88 | 85.39 | 32.44 | 0.21 |
| 934 | J-365 | 25.61 | 58.13 | 32.45 | 0.11 |
| 1090 | J-407 | 24.4 | 56.92 | 32.45 | 0.21 |
| 219 | J-81 | 27.65 | 60.25 | 32.53 | 0 |
| 435 | J-182 | 53.71 | 86.32 | 32.54 | 0.82 |
| 1745 | J-641 | 48.76 | 81.4 | 32.58 | 0.53 |
| 1283 | J-472 | 24.22 | 56.86 | 32.58 | 0.51 |
| 829 | J-329 | 25.31 | 57.97 | 32.59 | 0.25 |
| 1029 | J-395 | 24.51 | 57.28 | 32.7 | 0.31 |
| 433 | J-181 | 53.56 | 86.34 | 32.71 | 0.72 |
| 1672 | J-623 | 54.93 | 87.72 | 32.72 | 0.23 |
| 1661 | J-620 | 54.06 | 86.86 | 32.74 | 0.44 |
| 567 | J-233 | 55.34 | 88.2 | 32.8 | 0.29 |
| 1032 | J-396 | 24.39 | 57.27 | 32.81 | 0.59 |
| 1093 | J-408 | 24.04 | 56.92 | 32.82 | 0.15 |
| 313 | J-128 | 24.1 | 57.02 | 32.85 | 0.21 |
| 594 | J-245 | 54.29 | 87.24 | 32.88 | 0.25 |
| 814 | J-326 | 25.24 | 58.2 | 32.89 | 0.12 |
| 437 | J-183 | 53.33 | 86.31 | 32.92 | 0.73 |
| 574 | J-235 | 54.33 | 87.33 | 32.93 | 0.25 |
| 1336 | J-490 | 23.75 | 56.76 | 32.94 | 0.69 |
| 2195 | J-825 | 23.94 | 57.06 | 33.05 | 0.68 |
| 485 | J-199 | 53.09 | 86.23 | 33.07 | 0.15 |
| 1613 | J-597 | 54.54 | 87.72 | 33.11 | 0.23 |
| 356 | J-148 | 52.15 | 85.39 | 33.17 | 0.13 |
| 500 | J-205 | 52.94 | 86.22 | 33.22 | 0.12 |
| 1572 | J-578 | 53.52 | 86.81 | 33.22 | 0.28 |
| 480 | J-197 | 52.92 | 86.23 | 33.25 | 0.18 |
| 962 | J-374 | 24.12 | 57.51 | 33.32 | 0.28 |
| 961 | J-373 | 24.08 | 57.53 | 33.38 | 0.25 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 490 | J-201 | 52.74 | 86.23 | 33.42 | 0.16 |
| 550 | J-228 | 54.29 | 87.81 | 33.45 | 0.99 |
| 309 | J-126 | 23.33 | 56.86 | 33.46 | 0.32 |
| 1267 | J-466 | 23.33 | 56.91 | 33.51 | 0.2 |
| 1355 | J-494 | 23.16 | 56.76 | 33.53 | 0.27 |
| 247 | J-95 | 23.27 | 56.93 | 33.6 | 0 |
| 423 | J-179 | 52.61 | 86.32 | 33.64 | 0.73 |
| 1721 | J-634 | 52.99 | 86.73 | 33.67 | 0.29 |
| 307 | J-125 | 23.09 | 56.83 | 33.67 | 0.58 |
| 2197 | J-826 | 23.22 | 56.98 | 33.69 | 0.27 |
| 94 | J-26 | 70.88 | 104.66 | 33.71 | 0.19 |
| 831 | J-330 | 23.95 | 57.73 | 33.72 | 0.36 |
| 1118 | J-413 | 23.03 | 56.92 | 33.82 | 0.2 |
| 1319 | J-483 | 22.81 | 56.75 | 33.87 | 0.45 |
| 1143 | J-424 | 22.89 | 56.88 | 33.91 | 0.25 |
| 557 | J-229 | 53.88 | 87.87 | 33.92 | 0.53 |
| 2240 | J-842 | 30.31 | 64.31 | 33.93 | 2.1 |
| 225 | J-84 | 24.55 | 58.57 | 33.96 | 0.31 |
| 439 | J-184 | 52.28 | 86.31 | 33.96 | 0.73 |
| 1321 | J-484 | 22.71 | 56.75 | 33.97 | 0.6 |
| 483 | J-198 | 52.16 | 86.22 | 33.99 | 0.22 |
| 1351 | J-492 | 22.68 | 56.74 | 33.99 | 0.23 |
| 998 | J-386 | 23.21 | 57.36 | 34.08 | 0.33 |
| 984 | J-382 | 53.16 | 87.32 | 34.09 | 0 |
| 495 | J-203 | 51.99 | 86.22 | 34.16 | 0.14 |
| 354 | J-147 | 51.1 | 85.38 | 34.22 | 0.19 |
| 470 | J-193 | 51.86 | 86.24 | 34.31 | 0.28 |
| 975 | J-378 | 22.9 | 57.47 | 34.5 | 0.49 |
| 1625 | J-603 | 52.49 | 87.15 | 34.59 | 0.53 |
| 1425 | J-519 | 50.41 | 85.11 | 34.63 | 1.18 |
| 1271 | J-468 | 22.14 | 56.92 | 34.71 | 0.23 |
| 1460 | J-533 | 33.25 | 68.06 | 34.73 | 0.02 |
| 1656 | J-618 | 52.11 | 86.92 | 34.74 | 0.38 |
| 1159 | J-431 | 22.04 | 56.86 | 34.75 | 0.46 |
| 178 | J-67 | 49.39 | 84.24 | 34.78 | 0.47 |
| 1763 | J-649 | 29 | 63.87 | 34.8 | 1.02 |
| 1052 | J-398 | 22.16 | 57.06 | 34.83 | 0.44 |
| 883 | J-357 | 22.57 | 57.55 | 34.91 | 0.47 |
| 1623 | J-602 | 52.24 | 87.28 | 34.97 | 0.5 |
| 488 | J-200 | 51.17 | 86.22 | 34.98 | 0.2 |
| 982 | J-381 | 52.23 | 87.32 | 35.01 | 0 |
| 160 | J-58 | 49.41 | 84.53 | 35.05 | 0.26 |
| 311 | J-127 | 21.59 | 56.93 | 35.26 | 0.17 |
| 275 | J-109 | 21.39 | 56.77 | 35.31 | 0.37 |
| 1384 | AC-501 | 28.62 | 64.06 | 35.37 | 6.5 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|-------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 990 | J-384 | 21.93 | 57.39 | 35.39 | 0.33 |
| 1332 | J-489 | 21.3 | 56.79 | 35.42 | 0.31 |
| 732 | J-298 | 23.87 | 59.39 | 35.44 | 1.43 |
| 1815 | J-671 | 37.83 | 73.36 | 35.46 | 0 |
| 726 | J-295 | 24.14 | 59.76 | 35.55 | 1.44 |
| 842 | J-334 | 22.23 | 57.94 | 35.63 | 0.28 |
| 1784 | J-658 | 36.5 | 72.23 | 35.66 | 0.15 |
| 1458 | J-532 | 32.38 | 68.13 | 35.68 | 0.06 |
| 728 | J-296 | 23.93 | 59.78 | 35.77 | 0.67 |
| 92 | J-25 | 68.8 | 104.68 | 35.81 | 0.18 |
| 493 | J-202 | 50.33 | 86.22 | 35.81 | 0.17 |
| 596 | J-246 | 51.36 | 87.3 | 35.86 | 0.36 |
| 425 | J-180 | 50.36 | 86.33 | 35.9 | 0.74 |
| 808 | J-324 | 21.98 | 57.98 | 35.92 | 0.19 |
| 498 | J-204 | 50.18 | 86.22 | 35.97 | 0.25 |
| 1288 | J-474 | 20.56 | 56.81 | 36.17 | 0.14 |
| 582 | J-239 | 51.01 | 87.26 | 36.18 | 0.26 |
| 766 | J-306 | 23.22 | 59.49 | 36.19 | 0.7 |
| 1304 | J-478 | 20.44 | 56.75 | 36.24 | 0.3 |
| 1291 | J-475 | 20.47 | 56.8 | 36.26 | 0.21 |
| 1617 | J-599 | 51.16 | 87.56 | 36.33 | 0.23 |
| 546 | J-226 | 51.17 | 87.66 | 36.42 | 0.22 |
| 1423 | J-518 | 48.58 | 85.12 | 36.47 | 0.1 |
| 846 | J-336 | 21.2 | 57.76 | 36.48 | 0.46 |
| 540 | J-223 | 50.84 | 87.46 | 36.55 | 0.26 |
| 1786 | J-659 | 35.85 | 72.5 | 36.57 | 0.2 |
| 475 | J-195 | 49.55 | 86.24 | 36.61 | 0.23 |
| 1293 | J-476 | 20.09 | 56.8 | 36.64 | 0.11 |
| 1677 | J-624 | 50.83 | 87.55 | 36.64 | 0.23 |
| 279 | J-111 | 19.99 | 56.75 | 36.69 | 0.5 |
| 623 | J-257 | 50.47 | 87.24 | 36.7 | 0.47 |
| 584 | J-240 | 50.46 | 87.25 | 36.72 | 0.23 |
| 1316 | J-482 | 19.95 | 56.75 | 36.72 | 1.1 |
| 872 | J-346 | 20.73 | 57.61 | 36.81 | 0.33 |
| 992 | J-385 | 20.46 | 57.41 | 36.87 | 0.35 |
| 1141 | J-423 | 19.9 | 56.88 | 36.9 | 0.29 |
| 1390 | J-503 | 20.9 | 57.93 | 36.95 | 0.82 |
| 1757 | J-646 | 26.28 | 63.33 | 36.97 | 0.94 |
| 548 | J-227 | 50.62 | 87.73 | 37.04 | 0.13 |
| 569 | J-234 | 51.14 | 88.29 | 37.07 | 0.15 |
| 1621 | J-601 | 50.21 | 87.38 | 37.1 | 0.38 |
| 598 | J-247 | 50.06 | 87.29 | 37.16 | 0.07 |
| 1452 | J-529 | 28.64 | 65.93 | 37.21 | 1.11 |
| 774 | J-310 | 20.77 | 58.07 | 37.23 | 0.25 |
| 873 | J-347 | 20.29 | 57.6 | 37.23 | 0.34 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|-------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1349 | J-491 | 19.38 | 56.74 | 37.29 | 0.27 |
| 1462 | J-534 | 30.36 | 67.78 | 37.35 | 0.1 |
| 633 | J-259 | 66.69 | 104.12 | 37.35 | 0.84 |
| 544 | J-225 | 50.15 | 87.6 | 37.38 | 0.56 |
| 880 | J-354 | 20.09 | 57.58 | 37.41 | 0.47 |
| 303 | J-123 | 19.26 | 56.76 | 37.43 | 0.98 |
| 2202 | J-828 | 20.38 | 57.95 | 37.5 | 0.63 |
| 580 | J-238 | 49.6 | 87.27 | 37.6 | 0.26 |
| 277 | J-110 | 19.01 | 56.76 | 37.68 | 0.47 |
| 576 | J-236 | 49.34 | 87.31 | 37.9 | 0.22 |
| 88 | J-23 | 66.58 | 104.73 | 38.08 | 0.17 |
| 2188 | J-822 | 47.3 | 85.46 | 38.09 | 0.86 |
| 478 | J-196 | 48.02 | 86.22 | 38.12 | 0.31 |
| 542 | J-224 | 49.36 | 87.56 | 38.12 | 0.56 |
| 1619 | J-600 | 49.2 | 87.46 | 38.19 | 0.35 |
| 1306 | J-479 | 18.47 | 56.75 | 38.2 | 1.23 |
| 1811 | J-669 | 41.34 | 79.73 | 38.32 | 0 |
| 210 | J-78 | 46.04 | 84.56 | 38.44 | 0.96 |
| 154 | J-55 | 46.11 | 84.64 | 38.45 | 0.26 |
| 1139 | J-422 | 18.34 | 56.89 | 38.47 | 0.36 |
| 810 | J-325 | 19.44 | 58 | 38.48 | 0.13 |
| 797 | J-320 | 19.49 | 58.07 | 38.51 | 0.63 |
| 778 | J-312 | 19.47 | 58.07 | 38.52 | 0.18 |
| 1295 | J-477 | 18.16 | 56.79 | 38.56 | 0.37 |
| 780 | J-313 | 19.4 | 58.07 | 38.59 | 0.1 |
| 1147 | J-425 | 18.19 | 56.88 | 38.61 | 0.26 |
| 663 | J-272 | 48.58 | 87.32 | 38.66 | 0.41 |
| 578 | J-237 | 48.51 | 87.29 | 38.7 | 0.24 |
| 203 | J-77 | 45.67 | 84.48 | 38.74 | 0.26 |
| 1018 | J-393 | 18.48 | 57.3 | 38.74 | 0.44 |
| 586 | J-241 | 48.42 | 87.25 | 38.75 | 0.14 |
| 90 | J-24 | 65.85 | 104.7 | 38.77 | 0.17 |
| 741 | J-299 | 21.16 | 60.08 | 38.84 | 0.75 |
| 1325 | J-486 | 17.66 | 56.73 | 38.99 | 0.5 |
| 855 | J-339 | 18.52 | 57.65 | 39.05 | 0.42 |
| 659 | J-270 | 48.18 | 87.32 | 39.06 | 0.29 |
| 710 | J-287 | 20.32 | 59.49 | 39.09 | 1.59 |
| 708 | J-286 | 20.08 | 59.35 | 39.19 | 0.24 |
| 782 | J-314 | 18.8 | 58.07 | 39.19 | 0.14 |
| 1768 | J-650 | 30.79 | 70.1 | 39.23 | 0.3 |
| 1055 | J-399 | 17.72 | 57.04 | 39.24 | 0.46 |
| 1719 | J-633 | 47.42 | 86.76 | 39.26 | 0.38 |
| 2205 | J-829 | 17.6 | 56.98 | 39.3 | 1.34 |
| 305 | J-124 | 17.35 | 56.79 | 39.35 | 0.83 |
| 283 | J-113 | 17.23 | 56.74 | 39.44 | 0.24 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|-------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1804 | J-666 | 27.65 | 67.23 | 39.5 | 0.06 |
| 606 | J-251 | 47.56 | 87.25 | 39.62 | 0.27 |
| 788 | J-317 | 18.3 | 58.03 | 39.65 | 0.11 |
| 156 | J-56 | 44.86 | 84.61 | 39.67 | 0.23 |
| 882 | J-356 | 17.71 | 57.48 | 39.69 | 0.42 |
| 158 | J-57 | 44.75 | 84.58 | 39.75 | 0.25 |
| 221 | J-82 | 19.36 | 59.24 | 39.8 | 0.37 |
| 1137 | J-421 | 17.03 | 56.92 | 39.81 | 0.51 |
| 1157 | J-430 | 16.96 | 56.86 | 39.82 | 0.9 |
| 730 | J-297 | 19.62 | 59.52 | 39.82 | 0.45 |
| 1398 | J-507 | 17.08 | 57.02 | 39.86 | 2.14 |
| 661 | J-271 | 47.31 | 87.32 | 39.93 | 0.17 |
| 1770 | J-651 | 31.19 | 71.26 | 39.98 | 0.16 |
| 1726 | J-636 | 46.6 | 86.67 | 39.99 | 0.44 |
| 1016 | J-392 | 17.15 | 57.22 | 39.99 | 0.7 |
| 844 | J-335 | 17.67 | 57.76 | 40.01 | 0.31 |
| 281 | J-112 | 16.59 | 56.75 | 40.08 | 0.3 |
| 786 | J-316 | 17.85 | 58.01 | 40.08 | 0.78 |
| 1687 | J-626 | 47.25 | 87.42 | 40.09 | 1.38 |
| 152 | J-54 | 44.48 | 84.66 | 40.1 | 0.54 |
| 1813 | J-670 | 35.29 | 75.52 | 40.15 | 0.07 |
| 1392 | J-504 | 17.24 | 57.65 | 40.32 | 0.88 |
| 922 | J-362 | 17.01 | 57.43 | 40.34 | 0.28 |
| 285 | J-114 | 16.31 | 56.74 | 40.35 | 0.2 |
| 2231 | J-838 | 15.6 | 56.05 | 40.37 | 1.97 |
| 287 | J-115 | 16.28 | 56.74 | 40.38 | 0.19 |
| 590 | J-243 | 46.71 | 87.24 | 40.45 | 0.23 |
| 2229 | J-837 | 15.64 | 56.2 | 40.47 | 3.23 |
| 600 | J-248 | 46.64 | 87.28 | 40.56 | 0.22 |
| 588 | J-242 | 46.56 | 87.24 | 40.6 | 0.41 |
| 1404 | J-510 | 16.21 | 56.92 | 40.63 | 0.53 |
| 301 | J-122 | 15.99 | 56.74 | 40.66 | 0.97 |
| 1646 | J-613 | 46.67 | 87.45 | 40.69 | 0.52 |
| 870 | J-344 | 16.69 | 57.49 | 40.72 | 0.19 |
| 1402 | J-509 | 16 | 56.93 | 40.84 | 0.89 |
| 1416 | J-515 | 61.75 | 102.69 | 40.86 | 0.72 |
| 875 | J-349 | 16.54 | 57.48 | 40.86 | 0.19 |
| 563 | J-231 | 46.99 | 88.06 | 40.98 | 0.21 |
| 1753 | J-644 | 22.78 | 63.88 | 41.02 | 2.01 |
| 801 | J-321 | 16.85 | 58 | 41.07 | 0 |
| 1323 | J-485 | 15.5 | 56.73 | 41.15 | 0.99 |
| 1648 | J-614 | 46.14 | 87.39 | 41.17 | 0.52 |
| 792 | J-319 | 16.78 | 58.08 | 41.22 | 0.19 |
| 925 | J-363 | 16.09 | 57.41 | 41.24 | 0.37 |
| 1154 | J-429 | 15.54 | 56.89 | 41.27 | 0.16 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|-------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 565 | J-232 | 46.72 | 88.12 | 41.32 | 0.31 |
| 635 | J-260 | 62.56 | 104.13 | 41.49 | 0.98 |
| 790 | J-318 | 16.5 | 58.08 | 41.49 | 0.16 |
| 2199 | J-827 | 15.35 | 56.93 | 41.5 | 0.91 |
| 1717 | J-632 | 45.13 | 86.79 | 41.57 | 0.47 |
| 299 | J-121 | 15.05 | 56.73 | 41.6 | 1 |
| 1382 | J-500 | 21.78 | 63.46 | 41.6 | 0.25 |
| 1700 | J-631 | 45.03 | 86.76 | 41.64 | 1.48 |
| 291 | J-117 | 15 | 56.72 | 41.64 | 2.08 |
| 117 | J-37 | 63.18 | 104.95 | 41.69 | 0.12 |
| 1374 | J-496 | 15.07 | 56.91 | 41.76 | 2.78 |
| 1396 | J-506 | 15.32 | 57.21 | 41.81 | 0.65 |
| 1751 | J-643 | 22.14 | 64.11 | 41.88 | 2.27 |
| 874 | J-348 | 15.41 | 57.52 | 42.02 | 0.28 |
| 871 | J-345 | 15.42 | 57.53 | 42.03 | 0.29 |
| 988 | J-383 | 15.27 | 57.4 | 42.05 | 0.23 |
| 592 | J-244 | 45.05 | 87.24 | 42.1 | 0.25 |
| 1394 | J-505 | 15.12 | 57.4 | 42.19 | 1.02 |
| 1132 | J-419 | 14.45 | 56.92 | 42.38 | 0.28 |
| 2211 | J-831 | 25.84 | 68.41 | 42.49 | 1.19 |
| 289 | J-116 | 14.1 | 56.73 | 42.54 | 0.4 |
| 615 | J-253 | 44.53 | 87.24 | 42.63 | 0.25 |
| 802 | J-322 | 15.25 | 58 | 42.66 | 0 |
| 858 | J-340 | 14.78 | 57.57 | 42.71 | 0.35 |
| 608 | J-252 | 44.42 | 87.25 | 42.75 | 0.35 |
| 853 | J-338 | 14.78 | 57.65 | 42.78 | 0.27 |
| 1466 | J-536 | 20.96 | 63.89 | 42.85 | 0.42 |
| 604 | J-250 | 44.32 | 87.26 | 42.85 | 0.28 |
| 1014 | J-391 | 14.37 | 57.33 | 42.87 | 0.4 |
| 473 | J-194 | 43.19 | 86.21 | 42.93 | 0.36 |
| 1409 | J-512 | 61.01 | 104.03 | 42.94 | 0.08 |
| 2222 | J-834 | 43.64 | 86.7 | 42.97 | 0.37 |
| 74 | J-16 | 61.22 | 104.28 | 42.98 | 0.82 |
| 72 | J-15 | 61.18 | 104.26 | 42.99 | 1.06 |
| 776 | J-311 | 15 | 58.07 | 42.99 | 0 |
| 1400 | J-508 | 13.87 | 56.96 | 43 | 0.81 |
| 1130 | J-418 | 13.82 | 56.92 | 43.02 | 0.61 |
| 621 | J-256 | 44.04 | 87.24 | 43.11 | 0.5 |
| 1650 | J-615 | 43.97 | 87.27 | 43.21 | 0.52 |
| 879 | J-353 | 14.07 | 57.5 | 43.34 | 0.39 |
| 806 | J-323 | 14.5 | 57.99 | 43.4 | 0 |
| 867 | J-343 | 14 | 57.53 | 43.44 | 0.17 |
| 1124 | J-415 | 13.39 | 56.95 | 43.48 | 0.35 |
| 876 | J-350 | 13.64 | 57.47 | 43.74 | 0.42 |
| 646 | J-264 | 43.49 | 87.32 | 43.75 | 0.59 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 458 | J-188 | 42.16 | 86.23 | 43.99 | 0.49 |
| 1772 | J-652 | 27.61 | 71.72 | 44.02 | 0.08 |
| 878 | J-352 | 13.2 | 57.46 | 44.17 | 0.27 |
| 1378 | J-498 | 13.94 | 58.21 | 44.18 | 4.05 |
| 1128 | AC-417 | 12.6 | 56.92 | 44.23 | 0.51 |
| 460 | J-189 | 41.87 | 86.22 | 44.25 | 0.4 |
| 885 | J-359 | 13.14 | 57.49 | 44.26 | 0.09 |
| 1776 | J-654 | 27.67 | 72.09 | 44.33 | 0.23 |
| 293 | J-118 | 12.22 | 56.72 | 44.42 | 1.81 |
| 861 | J-341 | 13.03 | 57.6 | 44.49 | 0.21 |
| 201 | J-76 | 39.75 | 84.51 | 44.67 | 0.11 |
| 2237 | J-841 | 13.11 | 57.88 | 44.67 | 0 |
| 1135 | J-420 | 12.09 | 56.97 | 44.79 | 0.69 |
| 82 | J-20 | 59.91 | 104.83 | 44.83 | 0.27 |
| 295 | J-119 | 11.75 | 56.72 | 44.88 | 0.61 |
| 866 | J-342 | 12.46 | 57.51 | 44.96 | 0.38 |
| 297 | J-120 | 11.61 | 56.72 | 45.02 | 0.59 |
| 602 | J-249 | 42.13 | 87.27 | 45.05 | 0.27 |
| 1774 | J-653 | 26.78 | 71.95 | 45.08 | 0.11 |
| 468 | J-192 | 40.98 | 86.21 | 45.14 | 0.37 |
| 1640 | J-610 | 42.33 | 87.6 | 45.18 | 0.53 |
| 1806 | J-667 | 21.42 | 66.79 | 45.28 | 0.32 |
| 918 | J-361 | 12.08 | 57.45 | 45.28 | 0.38 |
| 1644 | J-612 | 42.14 | 87.52 | 45.29 | 0.54 |
| 1778 | J-655 | 26.7 | 72.1 | 45.31 | 0.39 |
| 890 | J-360 | 11.95 | 57.48 | 45.44 | 0.46 |
| 617 | J-254 | 41.56 | 87.24 | 45.58 | 0.25 |
| 1642 | J-611 | 41.87 | 87.55 | 45.59 | 0.58 |
| 877 | J-351 | 11.76 | 57.45 | 45.6 | 0.36 |
| 1411 | J-513 | 58.17 | 104.02 | 45.76 | 0.44 |
| 1406 | J-511 | 10.66 | 56.91 | 46.16 | 1.1 |
| 2218 | J-833 | 40.24 | 86.64 | 46.3 | 0.39 |
| 1652 | J-616 | 40.29 | 87.15 | 46.76 | 0.51 |
| 1380 | J-499 | 11.49 | 58.42 | 46.84 | 0.23 |
| 1464 | J-535 | 19.52 | 66.48 | 46.87 | 0.23 |
| 1126 | J-416 | 9.66 | 56.94 | 47.18 | 1.28 |
| 1376 | J-497 | 9.16 | 57.04 | 47.79 | 0 |
| 619 | J-255 | 39.07 | 87.24 | 48.06 | 0.28 |
| 1122 | J-414 | 8.41 | 57.03 | 48.52 | 0.48 |
| 76 | J-17 | 55.71 | 104.33 | 48.52 | 0.45 |
| 1654 | J-617 | 38.02 | 87.1 | 48.98 | 0.67 |
| 2233 | J-839 | 22.3 | 71.72 | 49.31 | 0.27 |
| 197 | J-74 | 35.1 | 84.56 | 49.36 | 0.18 |
| 1636 | J-608 | 38.07 | 87.62 | 49.44 | 0.65 |
| 1755 | J-645 | 13.61 | 63.61 | 49.89 | 0 |

| ID | Label | Elevation (m) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) | Demand (L/s) |
|------|--------|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1638 | J-609 | 37.55 | 87.62 | 49.97 | 0.51 |
| 199 | J-75 | 34.23 | 84.53 | 50.21 | 0.11 |
| 78 | J-18 | 53.57 | 104.62 | 50.95 | 0.03 |
| 2235 | J-840 | 6.78 | 57.88 | 50.99 | 4.71 |
| 80 | J-19 | 53.57 | 104.76 | 51.09 | 0.11 |
| 1435 | J-523 | 14.66 | 67 | 52.23 | 0 |
| 1433 | J-522 | 14.62 | 67.37 | 52.65 | 0 |
| 115 | J-36 | 52.02 | 104.86 | 52.74 | 0 |
| 1414 | J-514 | 48.59 | 103.88 | 55.18 | 0.23 |
| 637 | J-261 | 48.65 | 104.22 | 55.45 | 0.19 |
| 129 | J-43 | 50.08 | 105.72 | 55.53 | 0 |
| 127 | J-42 | 47.49 | 105.7 | 58.09 | 0 |
| 121 | J-39 | 33.77 | 105.34 | 71.42 | 0 |
| 2570 | AC-998 | 20.95 | 105.11 | 84 | 1 |
| 119 | J-38 | 20.72 | 105.06 | 84.17 | 0 |
| 136 | J-46 | 21.02 | 105.7 | 84.51 | 0 |
| 125 | J-41 | 18.54 | 105.57 | 86.86 | 0 |
| 134 | J-45 | 16.8 | 105.7 | 88.72 | 0 |
| 123 | J-40 | 16.55 | 105.47 | 88.74 | 0 |
| 132 | AC-44 | 13.53 | 103.48 | 89.78 | 2.8 |
| 140 | AC-48 | 15.55 | 105.7 | 89.96 | 0.5 |
| 138 | J-47 | 14.37 | 105.7 | 91.15 | 0 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-17 | 40.98 | 250 | 1.16 | PVC | 150 | 56.94 |
| P-18 | 160.62 | 250 | 1.16 | PVC | 150 | 56.94 |
| P-19 | 3.74 | 250 | 1.18 | PVC | 150 | 58 |
| P-25 | 48.3 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | 2.46 |
| P-26 | 31.12 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | 2.36 |
| P-27 | 40.19 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.19 |
| P-28 | 40.78 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.02 |
| P-29 | 39.38 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.84 |
| P-30 | 44.45 | 110 | 0.17 | PVC | 150 | 1.65 |
| P-31 | 12.11 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | 1.5 |
| P-49 | 1,970.24 | 110 | 0.29 | PVC | 150 | 2.8 |
| P-50 | 191.75 | 250 | 0.01 | PVC | 150 | 0.5 |
| P-51 | 197.15 | 250 | 0.01 | PVC | 150 | 0.5 |
| P-52 | 245.96 | 250 | 0.01 | PVC | 150 | 0.5 |
| P-53 | 267.8 | 200 | 0.02 | PVC | 150 | 0.5 |
| P-55 | 8.09 | 250 | 0.21 | PVC | 150 | 10.42 |
| P-56 | 40.63 | 200 | 0.33 | PVC | 150 | 10.36 |
| P-57 | 16.23 | 200 | 0.33 | PVC | 150 | 10.3 |
| P-58 | 33.39 | 160 | 0.4 | PVC | 150 | 7.95 |
| P-59 | 91.69 | 160 | 0.27 | PVC | 150 | 5.5 |
| P-60 | 38.85 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | 4.96 |
| P-61 | 42.12 | 110 | 0.24 | PVC | 150 | 2.31 |
| P-62 | 40.8 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | 2.08 |
| P-63 | 37.82 | 110 | 0.32 | PVC | 150 | 3.06 |
| P-64 | 41.66 | 110 | 0.29 | PVC | 150 | 2.8 |
| P-65 | 37.33 | 110 | 0.3 | PVC | 150 | 2.84 |
| P-66 | 37.7 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | 2.54 |
| P-67 | 44.07 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | 2.36 |
| P-68 | 41.48 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.02 |
| P-69 | 30.57 | 110 | 0.17 | PVC | 150 | 1.66 |
| P-70 | 9.01 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | 1.46 |
| P-71 | 38.25 | 110 | 0.28 | PVC | 150 | 2.7 |
| P-72 | 45.01 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | 2.5 |
| P-74 | 68.43 | 90 | 0.23 | PVC | 150 | 1.46 |
| P-76 | 44.24 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.17 |
| P-77 | 41.76 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.94 |
| P-78 | 38 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | 1.69 |
| P-79 | 102.32 | 90 | 0.19 | PVC | 150 | 1.23 |
| P-80 | 91.7 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | 2.39 |
| P-81 | 37.79 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.21 |
| P-82 | 38.36 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | 2.1 |
| P-83 | 43.67 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 1.99 |
| P-84 | 53.25 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.33 |
| P-85 | 190.05 | 90 | 0.22 | PVC | 150 | 1.4 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-86 | 273.56 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.23 |
| P-87 | 146.28 | 90 | 0.07 | PVC | 150 | 0.44 |
| P-88 | 53.35 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | -0.42 |
| P-89 | 101.59 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | -0.83 |
| P-91 | 201.98 | 315 | 0.78 | PVC | 150 | 60.48 |
| P-92 | 132.11 | 315 | 0.78 | PVC | 150 | 60.4 |
| P-93 | 31.76 | 250 | 0.53 | PVC | 150 | 26.25 |
| P-94 | 89.21 | 250 | 0.53 | PVC | 150 | 26.02 |
| P-95 | 9.67 | 250 | 0.52 | PVC | 150 | 25.62 |
| P-96 | 207.45 | 250 | 0.52 | PVC | 150 | 25.52 |
| P-97 | 268.41 | 250 | 0.39 | PVC | 150 | 18.99 |
| P-98 | 37.37 | 200 | 0.42 | PVC | 150 | 13.18 |
| P-99 | 58.56 | 200 | 0.42 | PVC | 150 | 13.18 |
| P-100 | 162.96 | 200 | 0.42 | PVC | 150 | 13.18 |
| P-101 | 53.01 | 200 | 0.35 | PVC | 150 | 10.98 |
| P-102 | 44.56 | 200 | 0.35 | PVC | 150 | 10.98 |
| P-103 | 267.53 | 200 | 0.25 | PVC | 150 | 7.96 |
| P-104 | 33.52 | 200 | 0.22 | PVC | 150 | 6.88 |
| P-105 | 177.92 | 200 | 0.17 | PVC | 150 | 5.19 |
| P-106 | 206.06 | 200 | 0.11 | PVC | 150 | 3.31 |
| P-107 | 60.3 | 200 | 0.06 | PVC | 150 | 1.89 |
| P-108 | 75.14 | 200 | 0 | PVC | 150 | -0.05 |
| P-109 | 50.9 | 200 | 0.06 | PVC | 150 | -1.75 |
| P-110 | 29.94 | 200 | 0.09 | PVC | 150 | -2.97 |
| P-111 | 15.63 | 200 | 0.1 | PVC | 150 | -3.14 |
| P-112 | 63.49 | 200 | 0.11 | PVC | 150 | -3.4 |
| P-113 | 34.89 | 200 | 0.14 | PVC | 150 | -4.37 |
| P-114 | 54.41 | 200 | 0.15 | PVC | 150 | -4.74 |
| P-115 | 74.85 | 200 | 0.16 | PVC | 150 | -5.11 |
| P-116 | 97.02 | 160 | 0.15 | PVC | 150 | 3.03 |
| P-117 | 70.29 | 160 | 0.13 | PVC | 150 | 2.66 |
| P-118 | 51.07 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | 2.19 |
| P-119 | 75.77 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | 2.26 |
| P-120 | 21.7 | 160 | 0.1 | PVC | 150 | 1.96 |
| P-121 | 33.07 | 160 | 0.09 | PVC | 150 | 1.72 |
| P-122 | 11.07 | 160 | 0.1 | PVC | 150 | 1.98 |
| P-123 | 63.67 | 160 | 0.12 | PVC | 150 | 2.39 |
| P-124 | 50.5 | 160 | 0.13 | PVC | 150 | 2.59 |
| P-125 | 89.68 | 160 | 0.03 | PVC | 150 | 0.51 |
| P-126 | 39.22 | 160 | 0.06 | PVC | 150 | -1.3 |
| P-127 | 7.98 | 160 | 0.09 | PVC | 150 | -1.91 |
| P-128 | 58.73 | 160 | 0.1 | PVC | 150 | -2.01 |
| P-129 | 36.75 | 160 | 0.15 | PVC | 150 | -3.01 |
| P-130 | 54.58 | 160 | 0.2 | PVC | 150 | -3.98 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-131 | 53.83 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | -4.96 |
| P-132 | 79.18 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | -5.12 |
| P-133 | 40.96 | 160 | 0.28 | PVC | 150 | -5.7 |
| P-134 | 111.42 | 160 | 0.27 | PVC | 150 | -5.35 |
| P-135 | 131.96 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | -5.98 |
| P-136 | 21.63 | 160 | 0.26 | PVC | 150 | -5.16 |
| P-137 | 27.69 | 160 | 0.26 | PVC | 150 | -5.29 |
| P-138 | 21.17 | 110 | 0.87 | PVC | 150 | -8.24 |
| P-139 | 33.5 | 160 | 0.42 | PVC | 150 | -8.4 |
| P-140 | 57.2 | 200 | 0.18 | PVC | 150 | -5.71 |
| P-142 | 34.23 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | 2.34 |
| P-143 | 39.63 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.18 |
| P-144 | 40.87 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 1.98 |
| P-145 | 61.88 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.23 |
| P-146 | 39.92 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | 0.81 |
| P-147 | 41.19 | 90 | 0.11 | PVC | 150 | 0.68 |
| P-148 | 40.59 | 90 | 0.06 | PVC | 150 | 0.38 |
| P-149 | 99.89 | 90 | 0.09 | PVC | 150 | 0.54 |
| P-150 | 43.71 | 90 | 0.04 | PVC | 150 | 0.25 |
| P-151 | 96.08 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | -0.19 |
| P-152 | 35.74 | 90 | 0.05 | PVC | 150 | 0.29 |
| P-153 | 139.23 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | 0.16 |
| P-155 | 48.51 | 110 | 0.28 | PVC | 150 | -2.65 |
| P-156 | 48.7 | 110 | 0.3 | PVC | 150 | -2.81 |
| P-157 | 45.16 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | -0.54 |
| P-158 | 52.48 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | -0.73 |
| P-159 | 44.98 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | -0.14 |
| P-160 | 43.25 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | -0.35 |
| P-161 | 48.05 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | -0.57 |
| P-162 | 45.35 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | 0.71 |
| P-163 | 36.26 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | -1.49 |
| P-164 | 49.08 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | -1.94 |
| P-165 | 32.98 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | -2.18 |
| P-166 | 47.11 | 110 | 0.24 | PVC | 150 | -2.32 |
| P-167 | 12.92 | 110 | 0.33 | PVC | 150 | 3.13 |
| P-168 | 97.68 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | 2.59 |
| P-169 | 49.81 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | -0.29 |
| P-170 | 213.57 | 110 | 0.57 | PVC | 150 | -5.45 |
| P-171 | 125.07 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | 1.3 |
| P-174 | 139.64 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | 0.48 |
| P-175 | 71.75 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | 0.18 |
| P-176 | 34.32 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.26 |
| P-177 | 56.23 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | 0.15 |
| P-178 | 443.89 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.05 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-179 | 54.28 | 160 | 0.31 | PVC | 150 | -6.23 |
| P-180 | 57.51 | 160 | 0.31 | PVC | 150 | -6.27 |
| P-181 | 46.68 | 160 | 0.41 | PVC | 150 | -8.3 |
| P-182 | 50.41 | 160 | 0.42 | PVC | 150 | -8.38 |
| P-183 | 52.35 | 160 | 0.42 | PVC | 150 | -8.47 |
| P-184 | 49.28 | 160 | 0.43 | PVC | 150 | -8.56 |
| P-185 | 44.17 | 160 | 0.62 | PVC | 150 | -12.48 |
| P-186 | 44.95 | 160 | 0.63 | PVC | 150 | -12.57 |
| P-187 | 55.07 | 160 | 0.63 | PVC | 150 | -12.66 |
| P-188 | 53.08 | 160 | 0.63 | PVC | 150 | -12.75 |
| P-190 | 173.31 | 110 | 0.69 | PVC | 150 | 6.57 |
| P-191 | 49.39 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.82 |
| P-192 | 53.04 | 110 | 0 | PVC | 150 | 0.05 |
| P-193 | 49.12 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | -0.69 |
| P-194 | 48.37 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | -1.42 |
| P-195 | 52.54 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | 1.69 |
| P-196 | 50.11 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.87 |
| P-197 | 51.14 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.14 |
| P-198 | 50.83 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | -0.59 |
| P-199 | 47.61 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.65 |
| P-200 | 45.33 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | -0.19 |
| P-201 | 135.04 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | -0.76 |
| P-202 | 176.38 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | -1.93 |
| P-203 | 173.68 | 110 | 0.4 | PVC | 150 | 3.84 |
| P-204 | 65.85 | 90 | 0.11 | PVC | 150 | 0.72 |
| P-205 | 20.41 | 110 | 0.51 | PVC | 150 | 4.82 |
| P-206 | 132.78 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.22 |
| P-207 | 50.55 | 160 | 0.16 | PVC | 150 | -3.13 |
| P-208 | 57.17 | 90 | 0.05 | PVC | 150 | 0.32 |
| P-209 | 52.31 | 160 | 0.14 | PVC | 150 | -2.83 |
| P-210 | 64.66 | 90 | 0.01 | PVC | 150 | -0.05 |
| P-211 | 48.55 | 160 | 0.13 | PVC | 150 | -2.56 |
| P-212 | 68.92 | 90 | 0.06 | PVC | 150 | -0.41 |
| P-213 | 68.99 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | -0.96 |
| P-214 | 49.19 | 160 | 0.12 | PVC | 150 | -2.32 |
| P-215 | 55.91 | 90 | 0.04 | PVC | 150 | 0.24 |
| P-216 | 48.81 | 160 | 0.06 | PVC | 150 | -1.18 |
| P-217 | 58.95 | 90 | 0 | PVC | 150 | 0.01 |
| P-218 | 52.41 | 160 | 0.05 | PVC | 150 | -1.03 |
| P-219 | 54.7 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | -0.19 |
| P-220 | 50.31 | 160 | 0.04 | PVC | 150 | -0.87 |
| P-221 | 46.87 | 90 | 0.06 | PVC | 150 | -0.36 |
| P-222 | 46.17 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | -0.61 |
| P-223 | 47.92 | 160 | 0.04 | PVC | 150 | -0.73 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-225 | 22.46 | 250 | 0.7 | PVC | 150 | 34.35 |
| P-227 | 35.89 | 160 | 0.56 | PVC | 150 | 11.24 |
| P-228 | 55.51 | 160 | 0.56 | PVC | 150 | 11.24 |
| P-229 | 45.76 | 160 | 0.56 | PVC | 150 | 11.24 |
| P-230 | 50.11 | 160 | 0.46 | PVC | 150 | 9.31 |
| P-231 | 58.78 | 160 | 0.46 | PVC | 150 | 9.31 |
| P-232 | 50.56 | 160 | 0.4 | PVC | 150 | 8.01 |
| P-233 | 46.55 | 160 | 0.4 | PVC | 150 | 8.01 |
| P-234 | 53.52 | 160 | 0.4 | PVC | 150 | 8.01 |
| P-235 | 35.17 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | 6.1 |
| P-236 | 63.92 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | 6.1 |
| P-237 | 52.08 | 160 | 0.16 | PVC | 150 | 3.13 |
| P-238 | 2.97 | 110 | 0.28 | PVC | 150 | 2.66 |
| P-239 | 42.59 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | 0.18 |
| P-240 | 132.47 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | 0.18 |
| P-241 | 44 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | -0.19 |
| P-242 | 136.18 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | -0.47 |
| P-243 | 146.01 | 110 | 0.31 | PVC | 150 | 2.98 |
| P-244 | 48.39 | 110 | 0.37 | PVC | 150 | -3.47 |
| P-245 | 52.75 | 110 | 0.39 | PVC | 150 | -3.74 |
| P-246 | 48.45 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | -2.39 |
| P-247 | 46.19 | 110 | 0.31 | PVC | 150 | -2.95 |
| P-248 | 49.24 | 110 | 0.33 | PVC | 150 | -3.16 |
| P-249 | 48.96 | 110 | 0.35 | PVC | 150 | -3.3 |
| P-250 | 102.03 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | -1.3 |
| P-251 | 140.3 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.91 |
| P-252 | 48.95 | 110 | 0.31 | PVC | 150 | -2.99 |
| P-253 | 51.07 | 110 | 0.37 | PVC | 150 | -3.52 |
| P-254 | 107.32 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | -1.92 |
| P-255 | 94.32 | 110 | 0.29 | PVC | 150 | -2.75 |
| P-256 | 47.82 | 110 | 0.31 | PVC | 150 | -2.97 |
| P-257 | 52.6 | 110 | 0.34 | PVC | 150 | -3.27 |
| P-258 | 47.48 | 110 | 0.37 | PVC | 150 | -3.56 |
| P-259 | 201.52 | 160 | 0.18 | PVC | 150 | -3.71 |
| P-260 | 10.13 | 110 | 0.66 | PVC | 150 | 6.3 |
| P-261 | 47.38 | 160 | 0.22 | PVC | 150 | 4.44 |
| P-262 | 51.9 | 160 | 0.21 | PVC | 150 | 4.22 |
| P-263 | 47.35 | 160 | 0.17 | PVC | 150 | 3.44 |
| P-264 | 50.04 | 160 | 0.16 | PVC | 150 | 3.17 |
| P-265 | 49.9 | 160 | 0.15 | PVC | 150 | 2.92 |
| P-266 | 47.35 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | 2.28 |
| P-267 | 36.32 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | 2.14 |
| P-268 | 47.66 | 160 | 0.08 | PVC | 150 | 1.57 |
| P-269 | 49.9 | 160 | 0.07 | PVC | 150 | 1.34 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-270 | 53.64 | 160 | 0.04 | PVC | 150 | 0.9 |
| P-271 | 74.9 | 110 | 0.17 | PVC | 150 | 1.61 |
| P-272 | 18.84 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.25 |
| P-273 | 47.35 | 110 | 0.12 | PVC | 150 | 1.18 |
| P-274 | 50.65 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.96 |
| P-275 | 48.46 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.23 |
| P-276 | 49.35 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.95 |
| P-277 | 52.08 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.68 |
| P-278 | 105.27 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | -0.41 |
| P-279 | 93.93 | 90 | 0.08 | PVC | 150 | 0.54 |
| P-280 | 86.14 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | 0.74 |
| P-281 | 53.88 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.65 |
| P-282 | 50.88 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | 0.4 |
| P-283 | 50.6 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.31 |
| P-284 | 157.45 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | -0.19 |
| P-285 | 47.81 | 160 | 0.03 | PVC | 150 | -0.65 |
| P-286 | 105.89 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | 0.16 |
| P-287 | 98.68 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | 0.19 |
| P-293 | 72.45 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.92 |
| P-294 | 47.63 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.92 |
| P-295 | 73.74 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.33 |
| P-296 | 49.3 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | -1.56 |
| P-297 | 82.19 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.64 |
| P-298 | 8.91 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | 0.37 |
| P-299 | 43.13 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | 0.23 |
| P-300 | 14.02 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | 0.23 |
| P-301 | 68.5 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.06 |
| P-302 | 25.5 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | -0.23 |
| P-303 | 20.61 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | -0.4 |
| P-304 | 57.39 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | -0.78 |
| P-305 | 70.03 | 110 | 0 | PVC | 150 | -0.03 |
| P-306 | 53.05 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | -2.22 |
| P-307 | 67.57 | 110 | 0.52 | PVC | 150 | -4.95 |
| P-308 | 43.28 | 250 | 0.84 | PVC | 150 | 41.42 |
| P-310 | 44.4 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | -2.5 |
| P-311 | 49.31 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | 2.33 |
| P-312 | 83.3 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.3 |
| P-314 | 7.96 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.03 |
| P-315 | 161.83 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.03 |
| P-316 | 12.41 | 160 | 0.14 | PVC | 150 | 2.91 |
| P-317 | 35.42 | 160 | 0.6 | PVC | 150 | 12.01 |
| P-318 | 169.43 | 250 | 0.74 | PVC | 150 | 36.19 |
| P-319 | 94.07 | 250 | 0.54 | PVC | 150 | 26.72 |
| P-320 | 43.89 | 160 | 0.46 | PVC | 150 | -9.22 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-321 | 29.41 | 110 | 0.55 | PVC | 150 | -5.26 |
| P-322 | 48.99 | 110 | 0.49 | PVC | 150 | -4.63 |
| P-323 | 158.7 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.7 |
| P-324 | 8.23 | 90 | 0.08 | PVC | 150 | 0.54 |
| P-325 | 11.51 | 90 | 0.06 | PVC | 150 | 0.38 |
| P-326 | 22.65 | 90 | 0.05 | PVC | 150 | 0.31 |
| P-327 | 35.35 | 90 | 0.04 | PVC | 150 | 0.23 |
| P-328 | 42.54 | 90 | 0.03 | PVC | 150 | 0.16 |
| P-329 | 60.39 | 90 | 0.01 | PVC | 150 | 0.07 |
| P-330 | 283.44 | 160 | 0.34 | PVC | 150 | -6.92 |
| P-331 | 8.78 | 160 | 0.42 | PVC | 150 | -8.36 |
| P-332 | 57.95 | 90 | 0.54 | PVC | 150 | 3.45 |
| P-333 | 61.75 | 90 | 0.36 | PVC | 150 | 2.3 |
| P-334 | 329.69 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.87 |
| P-335 | 98.17 | 315 | 0.72 | PVC | 150 | 56.34 |
| P-336 | 491.01 | 315 | 0.71 | PVC | 150 | 55.59 |
| P-343 | 162.81 | 160 | 0.62 | PVC | 150 | 12.48 |
| P-344 | 125.01 | 90 | 0.11 | PVC | 150 | 0.7 |
| P-345 | 43.55 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2 |
| P-346 | 40.74 | 110 | 0.12 | PVC | 150 | 1.11 |
| P-347 | 25.21 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.92 |
| P-348 | 52.84 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | 0.39 |
| P-349 | 115.02 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.14 |
| P-350 | 13.35 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | -0.35 |
| P-351 | 18.62 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | -0.45 |
| P-352 | 51.02 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | -1.69 |
| P-353 | 17.03 | 110 | 0.47 | PVC | 150 | -4.46 |
| P-354 | 36.05 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.14 |
| P-355 | 31.49 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | 0.59 |
| P-356 | 149.01 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | -0.64 |
| P-357 | 66.93 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.14 |
| P-358 | 15.53 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | -0.17 |
| P-359 | 113.24 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.32 |
| P-360 | 57.65 | 110 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-361 | 64.03 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | -0.91 |
| P-362 | 52.99 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.91 |
| P-363 | 112.07 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.91 |
| P-364 | 22.24 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | -2.54 |
| P-365 | 32.58 | 110 | 0.28 | PVC | 150 | -2.67 |
| P-366 | 30.82 | 160 | 0.68 | PVC | 150 | -13.68 |
| P-367 | 74.04 | 110 | 0.5 | PVC | 150 | 4.76 |
| P-368 | 71.39 | 160 | 0.05 | PVC | 150 | -1.02 |
| P-369 | 33.39 | 160 | 0.07 | PVC | 150 | -1.31 |
| P-370 | 77.86 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | -0.57 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-371 | 27.47 | 110 | 0.34 | PVC | 150 | 3.25 |
| P-372 | 96.44 | 110 | 0.38 | PVC | 150 | 3.63 |
| P-373 | 69.41 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | 0.38 |
| P-374 | 96.35 | 160 | 0.5 | PVC | 150 | -9.96 |
| P-375 | 73.09 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.66 |
| P-376 | 71.47 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | 1.41 |
| P-377 | 34.63 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.05 |
| P-378 | 86.73 | 110 | 0.31 | PVC | 150 | 2.94 |
| P-379 | 58.88 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.66 |
| P-380 | 77.89 | 160 | 0.42 | PVC | 150 | -8.47 |
| P-381 | 74.06 | 160 | 0.34 | PVC | 150 | 6.9 |
| P-382 | 76.65 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.02 |
| P-383 | 57.48 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.81 |
| P-384 | 38.04 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | -1.74 |
| P-385 | 52.2 | 160 | 0.32 | PVC | 150 | -6.53 |
| P-386 | 79.97 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | 1.36 |
| P-387 | 82.17 | 160 | 0.23 | PVC | 150 | 4.62 |
| P-388 | 29.41 | 160 | 0.18 | PVC | 150 | 3.58 |
| P-389 | 34.34 | 110 | 0.17 | PVC | 150 | -1.66 |
| P-390 | 8.06 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | -2.12 |
| P-391 | 31.3 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | -0.85 |
| P-392 | 78.06 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.8 |
| P-393 | 78.56 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.83 |
| P-394 | 82.09 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.67 |
| P-395 | 81.44 | 110 | 0.37 | PVC | 150 | 3.54 |
| P-396 | 79.59 | 110 | 0.12 | PVC | 150 | -1.13 |
| P-397 | 33.38 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | -1.47 |
| P-398 | 38.93 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | 1.54 |
| P-399 | 76.44 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.26 |
| P-400 | 80.77 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | -2.59 |
| P-401 | 74.86 | 110 | 0.17 | PVC | 150 | 1.62 |
| P-402 | 76.8 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | -1.22 |
| P-403 | 50.54 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.23 |
| P-404 | 77.54 | 160 | 0.17 | PVC | 150 | -3.39 |
| P-405 | 49.79 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.24 |
| P-406 | 23.75 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.86 |
| P-407 | 39.11 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | -1.31 |
| P-408 | 77.2 | 160 | 0.2 | PVC | 150 | 4.04 |
| P-409 | 82.86 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.81 |
| P-410 | 75.68 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | -0.6 |
| P-411 | 56.44 | 160 | 0.08 | PVC | 150 | -1.56 |
| P-412 | 51.71 | 160 | 0.63 | PVC | 150 | -12.62 |
| P-413 | 19.97 | 160 | 0.67 | PVC | 150 | -13.56 |
| P-414 | 47.82 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.83 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-415 | 6.9 | 160 | 0.54 | PVC | 150 | -10.86 |
| P-416 | 7.57 | 160 | 0.54 | PVC | 150 | -10.95 |
| P-417 | 44.19 | 160 | 0.93 | PVC | 150 | -18.67 |
| P-418 | 36.27 | 110 | 0.04 | PVC | 150 | 0.35 |
| P-419 | 78.04 | 90 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-420 | 8.31 | 90 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-421 | 60.99 | 110 | 0.41 | PVC | 150 | -3.89 |
| P-422 | 8.86 | 110 | 0.43 | PVC | 150 | -4.09 |
| P-423 | 68.57 | 160 | 0.39 | PVC | 150 | 7.76 |
| P-424 | 61.18 | 160 | 0.37 | PVC | 150 | 7.52 |
| P-425 | 78.38 | 160 | 0.39 | PVC | 150 | 7.87 |
| P-426 | 76.14 | 160 | 0.38 | PVC | 150 | 7.63 |
| P-427 | 12.58 | 160 | 0.42 | PVC | 150 | 8.53 |
| P-428 | 99.41 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | 6.12 |
| P-429 | 13.06 | 160 | 0.29 | PVC | 150 | 5.88 |
| P-430 | 10.8 | 160 | 0.28 | PVC | 150 | 5.73 |
| P-431 | 86.98 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | -6 |
| P-432 | 83 | 110 | 0.12 | PVC | 150 | 1.15 |
| P-433 | 90.5 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | 0.8 |
| P-434 | 60.26 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | -2.13 |
| P-435 | 41.1 | 110 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-436 | 54.26 | 110 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-437 | 31.09 | 110 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-438 | 7.65 | 110 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-439 | 35.35 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | 1.44 |
| P-440 | 46.25 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.21 |
| P-441 | 46.53 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | -1.69 |
| P-442 | 86.14 | 160 | 0.19 | PVC | 150 | -3.76 |
| P-443 | 72.11 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | -2.44 |
| P-444 | 113.55 | 160 | 0.21 | PVC | 150 | 4.16 |
| P-445 | 70.36 | 160 | 0.22 | PVC | 150 | -4.47 |
| P-446 | 31.16 | 160 | 0.24 | PVC | 150 | -4.76 |
| P-447 | 15.39 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | -4.95 |
| P-448 | 72.77 | 160 | 0.33 | PVC | 150 | 6.68 |
| P-449 | 52.77 | 160 | 0.29 | PVC | 150 | 5.87 |
| P-450 | 59.14 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | 2.57 |
| P-451 | 149.53 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.17 |
| P-452 | 88.36 | 160 | 0.33 | PVC | 150 | -6.59 |
| P-453 | 45.21 | 160 | 0.41 | PVC | 150 | -8.31 |
| P-454 | 13.4 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | -2.37 |
| P-455 | 29.29 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | -2.2 |
| P-456 | 22.24 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.89 |
| P-457 | 126.62 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.27 |
| P-458 | 182.49 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | -2.58 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-459 | 162.22 | 160 | 0.16 | PVC | 150 | 3.13 |
| P-460 | 54.39 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.94 |
| P-461 | 61.8 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | 1.5 |
| P-462 | 78.75 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.04 |
| P-463 | 50.03 | 110 | 0.3 | PVC | 150 | 2.83 |
| P-464 | 45.03 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.25 |
| P-465 | 39.21 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | 1.25 |
| P-466 | 37.69 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.85 |
| P-467 | 21.01 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.66 |
| P-468 | 40.83 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | -1.01 |
| P-469 | 37.8 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | -1.25 |
| P-470 | 36.31 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | -1.39 |
| P-471 | 35.06 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | -0.46 |
| P-472 | 111.1 | 110 | 0.17 | PVC | 150 | 1.57 |
| P-473 | 20.8 | 110 | 0 | PVC | 150 | -0.03 |
| P-474 | 24.98 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | -0.25 |
| P-475 | 118.56 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.26 |
| P-476 | 51.07 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | -2.2 |
| P-477 | 18.17 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | -0.17 |
| P-478 | 43.84 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | -2.13 |
| P-479 | 22.32 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | 1.45 |
| P-480 | 49.06 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | -1.84 |
| P-481 | 150.77 | 160 | 0.4 | PVC | 150 | 8.06 |
| P-482 | 134.8 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | 5.01 |
| P-483 | 97.59 | 160 | 0.13 | PVC | 150 | 2.68 |
| P-484 | 43.53 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | 1.4 |
| P-485 | 12.05 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.89 |
| P-486 | 97.18 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.28 |
| P-487 | 55.13 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | -1.99 |
| P-488 | 63.44 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | 2.57 |
| P-489 | 79.04 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.88 |
| P-490 | 126.61 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | 1.37 |
| P-491 | 23.34 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.01 |
| P-492 | 48.83 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | 0.72 |
| P-493 | 85.75 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | -0.5 |
| P-498 | 45.79 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | -1.98 |
| P-499 | 109.52 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.07 |
| P-500 | 87.82 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | 0.17 |
| P-501 | 110.3 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | -0.97 |
| P-532 | 3.35 | 110 | 0.32 | PVC | 150 | 3.09 |
| P-533 | 75.91 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.7 |
| P-534 | 44.7 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | -1.29 |
| P-535 | 12.03 | 110 | 0.32 | PVC | 150 | -3.02 |
| P-536 | 296.89 | 110 | 0.16 | PVC | 150 | 1.5 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-537 | 51.5 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.26 |
| P-538 | 17.18 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | -0.33 |
| P-539 | 175.1 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | -1.29 |
| P-540 | 93.22 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | -1.8 |
| P-541 | 46.42 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.18 |
| P-542 | 168.69 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | 1.66 |
| P-543 | 54.71 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | -0.73 |
| P-544 | 5.29 | 110 | 0.24 | PVC | 150 | -2.25 |
| P-545 | 6.31 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.04 |
| P-546 | 27.88 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.04 |
| P-547 | 85.11 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.67 |
| P-548 | 167.84 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | 0.57 |
| P-549 | 69.52 | 160 | 0.08 | PVC | 150 | 1.64 |
| P-550 | 76.88 | 160 | 0.03 | PVC | 150 | 0.7 |
| P-551 | 137.53 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | 0.6 |
| P-552 | 42.72 | 160 | 0.07 | PVC | 150 | 1.43 |
| P-553 | 103.63 | 160 | 0.06 | PVC | 150 | 1.14 |
| P-554 | 40.97 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.01 |
| P-555 | 201.84 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | 0.46 |
| P-556 | 92.16 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | 0.81 |
| P-557 | 228.58 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | 0.6 |
| P-558 | 88.53 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | 1.34 |
| P-559 | 9.76 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.65 |
| P-560 | 98.3 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.05 |
| P-561 | 59.85 | 110 | 0.01 | PVC | 150 | 0.06 |
| P-562 | 96.17 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | 0.49 |
| P-563 | 26.71 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.07 |
| P-564 | 77.18 | 110 | 0.06 | PVC | 150 | 0.59 |
| P-565 | 61.08 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | 1.35 |
| P-566 | 48.44 | 110 | 0.09 | PVC | 150 | -0.89 |
| P-567 | 12.37 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | -1.03 |
| P-568 | 116.69 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | 1.69 |
| P-569 | 51.44 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1 |
| P-570 | 53.23 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | -0.93 |
| P-571 | 23.6 | 110 | 0.13 | PVC | 150 | -1.2 |
| P-572 | 26.88 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | -1.43 |
| P-573 | 18.54 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | -1.67 |
| P-574 | 55.67 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | -1.94 |
| P-575 | 190.83 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | -0.24 |
| P-577 | 610.24 | 250 | 0.18 | PVC | 150 | -8.93 |
| P-578 | 465.98 | 250 | 0.23 | PVC | 150 | -11.41 |
| P-583 | 16.84 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.67 |
| P-584 | 53.45 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | -0.65 |
| P-586 | 52.68 | 110 | 0.68 | PVC | 150 | 6.45 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-587 | 60.96 | 110 | 0.59 | PVC | 150 | 5.57 |
| P-588 | 65.83 | 110 | 0.48 | PVC | 150 | 4.55 |
| P-589 | 94.31 | 110 | 0.41 | PVC | 150 | 3.9 |
| P-590 | 115.78 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.76 |
| P-591 | 63.05 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.92 |
| P-592 | 42.17 | 110 | 0.11 | PVC | 150 | 1.03 |
| P-593 | 85.2 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | 0.5 |
| P-594 | 174.65 | 110 | 0.03 | PVC | 150 | 0.3 |
| P-600 | 568.46 | 200 | 3.59 | PVC | 150 | 112.8 |
| P-604 | 8.15 | 110 | 0.36 | PVC | 150 | 3.47 |
| P-605 | 156.43 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | 2.29 |
| P-609 | 169.68 | 200 | 2.13 | PVC | 150 | 66.87 |
| P-613 | 81.33 | 110 | 0.95 | PVC | 150 | 9.04 |
| P-614 | 533.38 | 110 | 0.93 | PVC | 150 | 8.82 |
| P-615 | 105.94 | 110 | 0.85 | PVC | 150 | 8.09 |
| P-616 | 44.31 | 110 | 0.84 | PVC | 150 | 8 |
| P-617 | 9.66 | 110 | 0.83 | PVC | 150 | 7.93 |
| P-618 | 35.53 | 110 | 0.83 | PVC | 150 | 7.92 |
| P-619 | 171.52 | 110 | 0.82 | PVC | 150 | 7.82 |
| P-620 | 101.31 | 110 | 1.58 | PVC | 150 | 15.04 |
| P-621 | 110.2 | 160 | 0.73 | PVC | 150 | 14.62 |
| P-657 | 74.71 | 250 | 0.01 | PVC | 150 | 0.55 |
| P-661 | 32.37 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | -4.93 |
| P-662 | 81.15 | 250 | 1.03 | PVC | 150 | 50.59 |
| P-666 | 127.59 | 296 | 1.96 | PVC | 150 | 134.87 |
| P-667 | 44.46 | 200 | 0.16 | PVC | 150 | 5.1 |
| P-668 | 86.26 | 160 | 0.23 | PVC | 150 | 4.65 |
| P-669 | 47.2 | 90 | 0.54 | PVC | 150 | 3.44 |
| P-672 | 63.39 | 160 | 0.33 | PVC | 150 | 6.59 |
| P-673 | 125.47 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | 6.07 |
| P-675 | 62.13 | 200 | 1.22 | PVC | 150 | 38.25 |
| P-676 | 27.77 | 200 | 0.98 | PVC | 150 | 30.79 |
| P-677 | 53.09 | 200 | 0.96 | PVC | 150 | 30.22 |
| P-678 | 46.27 | 200 | 0.78 | PVC | 150 | 24.45 |
| P-679 | 49.45 | 200 | 0.76 | PVC | 150 | 23.85 |
| P-680 | 50.34 | 160 | 0.92 | PVC | 150 | 18.58 |
| P-681 | 51.92 | 160 | 0.89 | PVC | 150 | 17.9 |
| P-682 | 65.89 | 160 | 0.7 | PVC | 150 | 13.98 |
| P-683 | 55.17 | 160 | 0.66 | PVC | 150 | 13.2 |
| P-684 | 61.6 | 160 | 0.62 | PVC | 150 | 12.39 |
| P-685 | 47.17 | 160 | 0.52 | PVC | 150 | 10.41 |
| P-686 | 16.06 | 160 | 0.48 | PVC | 150 | 9.68 |
| P-687 | 46.08 | 160 | 0.37 | PVC | 150 | 7.36 |
| P-688 | 33.69 | 160 | 0.36 | PVC | 150 | 7.15 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-689 | 70.19 | 160 | 0.34 | PVC | 150 | 6.8 |
| P-692 | 37.78 | 160 | 0.41 | PVC | 150 | 8.23 |
| P-693 | 47.03 | 160 | 0.52 | PVC | 150 | 10.36 |
| P-694 | 35.24 | 160 | 0.54 | PVC | 150 | 10.77 |
| P-695 | 49.8 | 160 | 0.52 | PVC | 150 | 10.39 |
| P-696 | 67.91 | 160 | 0.49 | PVC | 150 | 9.9 |
| P-697 | 32.58 | 160 | 0.52 | PVC | 150 | 10.36 |
| P-698 | 65.76 | 160 | 0.49 | PVC | 150 | 9.91 |
| P-699 | 17.22 | 110 | 0.18 | PVC | 150 | -1.66 |
| P-700 | 205.13 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | -2.16 |
| P-701 | 137.64 | 110 | 0.32 | PVC | 150 | 3.06 |
| P-702 | 53.02 | 110 | 0.02 | PVC | 150 | 0.17 |
| P-703 | 47.29 | 110 | 0.15 | PVC | 150 | 1.46 |
| P-704 | 47.39 | 110 | 0.29 | PVC | 150 | 2.77 |
| P-705 | 39.37 | 110 | 0.23 | PVC | 150 | 2.19 |
| P-706 | 49.61 | 110 | 0.35 | PVC | 150 | 3.28 |
| P-707 | 46.59 | 110 | 0.29 | PVC | 150 | 2.77 |
| P-708 | 55.25 | 110 | 0.43 | PVC | 150 | 4.12 |
| P-709 | 64.15 | 110 | 0.38 | PVC | 150 | 3.6 |
| P-710 | 36.57 | 110 | 0.34 | PVC | 150 | 3.2 |
| P-711 | 182.85 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | 2.54 |
| P-712 | 16.89 | 110 | 0.4 | PVC | 150 | -3.84 |
| P-713 | 33.35 | 160 | 0.38 | PVC | 150 | 7.68 |
| P-714 | 51.15 | 160 | 0.36 | PVC | 150 | 7.29 |
| P-715 | 61.39 | 160 | 0.34 | PVC | 150 | 6.85 |
| P-716 | 17.3 | 160 | 0.08 | PVC | 150 | 1.6 |
| P-717 | 37.82 | 160 | 0.02 | PVC | 150 | -0.4 |
| P-718 | 134.36 | 90 | 0.28 | PVC | 150 | 1.81 |
| P-719 | 22.4 | 160 | 0.32 | PVC | 150 | 6.43 |
| P-720 | 26.58 | 160 | 0.17 | PVC | 150 | 3.39 |
| P-721 | 128.03 | 90 | 0.29 | PVC | 150 | 1.84 |
| P-722 | 4.22 | 160 | 0.4 | PVC | 150 | 8.01 |
| P-723 | 48.37 | 160 | 0.39 | PVC | 150 | 7.78 |
| P-724 | 122.57 | 90 | 0.26 | PVC | 150 | 1.63 |
| P-725 | 4.72 | 160 | 0.5 | PVC | 150 | 10.13 |
| P-726 | 47.66 | 160 | 0.49 | PVC | 150 | 9.9 |
| P-727 | 123.17 | 110 | 0.2 | PVC | 150 | 1.88 |
| P-728 | 125.89 | 90 | 0.02 | PVC | 150 | 0.11 |
| P-729 | 149.41 | 160 | 0.6 | PVC | 150 | 12.06 |
| P-730 | 68.55 | 90 | 0.13 | PVC | 150 | -0.85 |
| P-731 | 101.66 | 90 | 0.35 | PVC | 150 | -2.24 |
| P-732 | 123.96 | 110 | 0.7 | PVC | 150 | 6.63 |
| P-733 | 44 | 110 | 0.6 | PVC | 150 | 5.74 |
| P-734 | 87.59 | 110 | 0.54 | PVC | 150 | 5.16 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|-------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-737 | 324.21 | 160 | 0.5 | PVC | 150 | 10.08 |
| P-738 | 49.41 | 160 | 0.38 | PVC | 150 | 7.58 |
| P-739 | 65.9 | 160 | 0.05 | PVC | 150 | -1.02 |
| P-740 | 80.07 | 90 | 1.12 | PVC | 150 | 7.13 |
| P-741 | 105.27 | 90 | 0.81 | PVC | 150 | 5.14 |
| P-742 | 101.06 | 90 | 0.73 | PVC | 150 | 4.63 |
| P-743 | 100.87 | 90 | 0.49 | PVC | 150 | 3.1 |
| P-744 | 160.06 | 90 | 0.17 | PVC | 150 | 1.1 |
| P-745 | 178.97 | 160 | 0.3 | PVC | 150 | 6 |
| P-746 | 48.67 | 160 | 0.28 | PVC | 150 | 5.54 |
| P-747 | 53.37 | 160 | 0.26 | PVC | 150 | 5.15 |
| P-748 | 157.33 | 90 | 0.16 | PVC | 150 | -1.05 |
| P-749 | 48.48 | 160 | 0.58 | PVC | 150 | 11.59 |
| P-750 | 79.23 | 160 | 0.29 | PVC | 150 | -5.92 |
| P-751 | 48.4 | 160 | 0.55 | PVC | 150 | 11.15 |
| P-753 | 57.96 | 200 | 4.13 | PVC | 150 | 129.62 |
| P-755 | 84.02 | 110 | 0.64 | PVC | 150 | 6.05 |
| P-756 | 210.07 | 110 | 0.58 | PVC | 150 | 5.52 |
| P-757 | 275.24 | 110 | 1.26 | PVC | 150 | 11.99 |
| P-758 | 144.32 | 110 | 0.88 | PVC | 150 | -8.33 |
| P-759 | 198.86 | 110 | 0.91 | PVC | 150 | 8.65 |
| P-760 | 43.29 | 110 | 0.67 | PVC | 150 | 6.38 |
| P-761 | 144.72 | 110 | 0.39 | PVC | 150 | 3.67 |
| P-762 | 148.85 | 110 | 0.39 | PVC | 150 | 3.67 |
| P-763 | 178.34 | 110 | 0.83 | PVC | 150 | 7.87 |
| P-764 | 149.89 | 110 | 0.57 | PVC | 150 | -5.4 |
| P-765 | 181.18 | 110 | 0.81 | PVC | 150 | -7.68 |
| P-766 | 152.1 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | -0.71 |
| P-767 | 103.81 | 110 | 1.38 | PVC | 150 | -13.14 |
| P-768 | 152.85 | 110 | 0.54 | PVC | 150 | -5.14 |
| P-769 | 184.85 | 110 | 1.48 | PVC | 150 | -14.08 |
| P-770 | 120.18 | 110 | 0.93 | PVC | 150 | -8.89 |
| P-771 | 82.42 | 110 | 0.7 | PVC | 150 | -6.63 |
| P-772 | 37.1 | 110 | 0.73 | PVC | 150 | -6.98 |
| P-773 | 148.46 | 110 | 0.27 | PVC | 150 | -2.61 |
| P-774 | 121.11 | 110 | 0.08 | PVC | 150 | -0.74 |
| P-775 | 316.23 | 110 | 0.12 | PVC | 150 | -1.12 |
| P-776 | 112.77 | 110 | 0.12 | PVC | 150 | -1.16 |
| P-777 | 114.41 | 110 | 0.14 | PVC | 150 | -1.36 |
| P-778 | 147.87 | 110 | 0.38 | PVC | 150 | -3.62 |
| P-779 | 124.3 | 110 | 0.88 | PVC | 150 | 8.36 |
| P-780 | 130.38 | 110 | 0.61 | PVC | 150 | 5.77 |
| P-781 | 193.99 | 110 | 0.58 | PVC | 150 | 5.49 |
| P-782 | 203.39 | 110 | 0.25 | PVC | 150 | 2.41 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-783 | 204.5 | 110 | 0.47 | PVC | 150 | 4.48 |
| P-784 | 205.36 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | 2.1 |
| P-785 | 52.39 | 110 | 0.84 | PVC | 150 | 7.95 |
| P-786 | 43.41 | 110 | 0.83 | PVC | 150 | 7.91 |
| P-787 | 24.35 | 110 | 0.83 | PVC | 150 | 7.88 |
| P-788 | 34.49 | 110 | 0.83 | PVC | 150 | 7.85 |
| P-789 | 118.79 | 110 | 0.82 | PVC | 150 | 7.83 |
| P-790 | 58.88 | 110 | 0.82 | PVC | 150 | 7.77 |
| P-791 | 45.23 | 110 | 0.78 | PVC | 150 | 7.46 |
| P-792 | 1,365.16 | 137 | 1.68 | PVC | 150 | 24.74 |
| P-793 | 84.58 | 215 | 0.68 | PVC | 150 | 24.74 |
| P-794 | 237.66 | 110 | 1.3 | PVC | 150 | 12.36 |
| P-795 | 122.71 | 110 | 1.29 | PVC | 150 | 12.3 |
| P-796 | 147.36 | 110 | 2.54 | PVC | 150 | 24.13 |
| P-798 | 312.15 | 200 | 0.08 | PVC | 150 | 2.37 |
| P-799 | 64.58 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | 2.29 |
| P-800 | 331.01 | 160 | 0.04 | PVC | 150 | 0.83 |
| P-801 | 69.16 | 160 | 0.2 | PVC | 150 | -4.03 |
| P-802 | 314.03 | 160 | 0.03 | PVC | 150 | 0.51 |
| P-975 | 19.2 | 110 | 0.54 | PVC | 150 | 5.11 |
| P-976 | 194.07 | 110 | 0.38 | PVC | 150 | -3.57 |
| P-977 | 71.68 | 160 | 0.22 | PVC | 150 | -4.42 |
| P-978 | 12.13 | 160 | 0.64 | PVC | 150 | 12.86 |
| P-979 | 47.59 | 110 | 0.72 | PVC | 150 | 6.81 |
| P-980 | 200.59 | 110 | 0.53 | PVC | 150 | 5.07 |
| P-981 | 122.48 | 110 | 0.22 | PVC | 150 | 2.09 |
| P-982 | 92.41 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.82 |
| P-983 | 131.4 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.91 |
| P-984 | 105 | 160 | 0.29 | PVC | 150 | 5.87 |
| P-985 | 36.54 | 160 | 0.26 | PVC | 150 | 5.24 |
| P-986 | 98.92 | 110 | 0.24 | PVC | 150 | 2.3 |
| P-987 | 137.91 | 110 | 0.1 | PVC | 150 | 0.96 |
| P-988 | 47.56 | 160 | 0.1 | PVC | 150 | 2.04 |
| P-989 | 205.25 | 110 | 0.21 | PVC | 150 | 2.04 |
| P-993 | 130.18 | 160 | 0.25 | PVC | 150 | -5.09 |
| P-994 | 48.18 | 160 | 0.27 | PVC | 150 | -5.48 |
| P-995 | 183.91 | 110 | 1.6 | PVC | 150 | -15.19 |
| P-996 | 34.74 | 90 | 0.06 | PVC | 150 | 0.37 |
| P-999 | 111.79 | 110 | 1.69 | PVC | 150 | 16.08 |
| P-1002 | 189.95 | 200 | 0.01 | PVC | 150 | 0.27 |
| P-1003 | 112.08 | 110 | 0.5 | PVC | 150 | 4.71 |
| P-1004 | 242.58 | 90 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-1005 | 357.26 | 160 | 0.83 | PVC | 150 | 16.66 |
| P-1006 | 105.29 | 160 | 0.05 | PVC | 150 | -0.93 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|----------|------------------|------------|
| P-1007 | 65.55 | 160 | 0.11 | PVC | 150 | -2.19 |
| P-1008 | 55.64 | 160 | 0.08 | PVC | 150 | 1.67 |
| P-1009 | 121.37 | 160 | 0.04 | PVC | 150 | 0.83 |
| P-1010 | 313.68 | 160 | 0.04 | PVC | 150 | -0.84 |
| P-1012 | 256.91 | 110 | 1.25 | PVC | 150 | -11.84 |
| P-1013 | 121.78 | 110 | 1.3 | PVC | 150 | -12.38 |
| P-1103 | 60.5 | 160 | 0.05 | PVC | 150 | 1.03 |
| P-1104 | 189.08 | 110 | 0.07 | PVC | 150 | 0.64 |
| P-1391 | 19.98 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | -2.46 |
| P-1392 | 28.86 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | -2.46 |
| P-1395 | 72.3 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | 2.48 |
| P-1396 | 158.15 | 110 | 0.26 | PVC | 150 | 2.48 |
| P-1397 | 127.76 | 160 | 0.14 | PVC | 150 | 2.77 |
| P-1398 | 61.98 | 160 | 0.14 | PVC | 150 | 2.77 |
| P-1409 | 197.75 | 315 | 1.45 | PVC | 150 | 112.68 |
| P-1443 | 80.8 | 200 | 4.5 | PVC | 150 | -141.35 |
| P-1447 | 11.52 | 315 | 0.88 | PVC | 150 | 68.82 |
| P-1448 | 122.22 | 315 | 0.88 | PVC | 150 | 68.82 |
| P-1451 | 128.42 | 250 | 1.02 | PVC | 150 | 49.97 |
| P-1454 | 42.34 | 200 | 1.23 | PVC | 150 | -38.56 |
| P-1456 | 542.7 | 296 | 1.96 | PVC | 150 | 135.16 |
| P-1458 | 143.61 | 250 | 3.89 | PVC | 150 | -190.82 |
| P-1459 | 97.16 | 200 | 4.3 | PVC | 150 | -135.16 |
| P-1461 | 8.77 | 160 | 0.07 | PVC | 150 | 1.31 |
| P-1462 | 29.26 | 160 | 0.09 | PVC | 150 | 1.8 |
| P-1463 | 8.77 | 110 | 0.05 | PVC | 150 | 0.49 |
| P-1464 | 14.99 | 500 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-1465 | 131.75 | 500 | 1.09 | PVC | 150 | 213.21 |
| P-1466 | 26.52 | 110 | 0.19 | PVC | 150 | 1.82 |
| P-1470 | 59.42 | 110 | 1.8 | PVC | 150 | 17.08 |
| P-1471 | 8.09 | 110 | 1.8 | PVC | 150 | 17.08 |
| P-1472 | 5.62 | 250 | 1.13 | PVC | 150 | -55.64 |
| P-1473 | 7.37 | 250 | 1.13 | PVC | 150 | -55.66 |
| P-1474 | 27.24 | 110 | 0.96 | PVC | 150 | 9.15 |
| P-1475 | 216.13 | 110 | 0.96 | PVC | 150 | 9.15 |
| P-1476 | 148.01 | 200 | 0.83 | PVC | 150 | 26.05 |
| P-1477 | 43.58 | 200 | 0.83 | PVC | 150 | 26.05 |
| P-1478 | 207.4 | 200 | 1.34 | PVC | 150 | 42.13 |
| P-1479 | 55.09 | 200 | 1.34 | PVC | 150 | 42.13 |
| P-1480 | 58.89 | 160 | 0.8 | PVC | 150 | 16.08 |
| P-1481 | 465.58 | 160 | 0.8 | PVC | 150 | 16.08 |
| P-1484 | 23.84 | 160 | 0.97 | PVC | 150 | -19.41 |
| P-1485 | 137.84 | 160 | 0.97 | PVC | 150 | -19.41 |
| P-1488 | 57.18 | 250 | 0.7 | PVC | 150 | 34.35 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|------------|
| P-1489 | 9.22 | 250 | 0.7 | PVC | 150 | 34.35 |
| P-1490 | 21.14 | 250 | 0.21 | PVC | 150 | -10.49 |
| P-1491 | 20.72 | 250 | 0.21 | PVC | 150 | -10.49 |
| P-1492 | 23.86 | 160 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-1493 | 79.55 | 160 | 0 | PVC | 150 | 0 |
| P-1439 | 62.51 | 250 | 0.17 | Ductile Iron | 130 | -8.53 |
| P-1441 | 98.66 | 315 | 0.19 | Ductile Iron | 130 | 15.04 |
| P-1442 | 20.33 | 315 | 0.19 | Ductile Iron | 130 | 15.04 |
| P-20 | 62.93 | 500 | 0.64 | Concrete | 110 | 125.85 |
| P-21 | 355.2 | 500 | 0.64 | crete (steel fo | 110 | 126.31 |
| P-22 | 161.88 | 500 | 0.64 | crete (steel fo | 110 | 126.33 |
| P-23 | 93.61 | 500 | 0.64 | crete (steel fo | 110 | 126.44 |
| P-40 | 70.52 | 600 | 0.46 | crete (steel fo | 110 | 129.48 |
| P-41 | 263.98 | 600 | 0.46 | crete (steel fo | 110 | 129.48 |
| P-42 | 251.82 | 600 | 0.5 | crete (steel fo | 110 | -140.09 |
| P-44 | 609.73 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | -209.91 |
| P-45 | 474.45 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | -209.91 |
| P-46 | 586.09 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | -209.91 |
| P-47 | 90.79 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | -210.41 |
| P-48 | 1,895.09 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | 213.21 |
| P-1449 | 264.13 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | -208.91 |
| P-1450 | 1,072.86 | 800 | 0.42 | crete (steel fo | 110 | -209.91 |
| P-73 | 306.19 | 110 | 0.06 | sbestos Cemer | 130 | 0.57 |
| P-75 | 307.55 | 110 | 0.06 | sbestos Cemer | 130 | 0.57 |
| P-173 | 66.69 | 110 | 0.09 | sbestos Cemer | 130 | 0.88 |
| P-288 | 121.57 | 500 | 0.33 | sbestos Cemer | 130 | -65.03 |
| P-289 | 49.97 | 500 | 0.34 | sbestos Cemer | 130 | -65.86 |
| P-290 | 347.43 | 500 | 0.34 | sbestos Cemer | 130 | -66.84 |
| P-291 | 256.52 | 500 | 0.34 | sbestos Cemer | 130 | 67.03 |
| P-579 | 700.41 | 200 | 0.53 | sbestos Cemer | 130 | -16.61 |
| P-580 | 59.06 | 200 | 0.81 | sbestos Cemer | 130 | -25.37 |
| P-581 | 1,357.02 | 200 | 0.81 | sbestos Cemer | 130 | -25.6 |
| P-582 | 735.16 | 200 | 0.36 | sbestos Cemer | 130 | -11.23 |
| P-595 | 221.8 | 500 | 0.33 | sbestos Cemer | 130 | 64.29 |
| P-596 | 61.42 | 500 | 0.33 | sbestos Cemer | 130 | 64.2 |
| P-598 | 113.14 | 355 | 0.64 | sbestos Cemer | 130 | 63.77 |
| P-599 | 976.98 | 355 | 0.64 | sbestos Cemer | 130 | 63.54 |
| P-606 | 43.39 | 300 | 1.51 | sbestos Cemer | 130 | -107.07 |
| P-607 | 470.9 | 300 | 0.46 | sbestos Cemer | 130 | 32.35 |
| P-972 | 314.09 | 315 | 0.2 | sbestos Cemer | 130 | -15.68 |
| P-990 | 1,313.24 | 300 | 0.46 | sbestos Cemer | 130 | 32.35 |
| P-991 | 55.75 | 300 | 0.48 | sbestos Cemer | 130 | 33.67 |
| P-992 | 452.74 | 300 | 0.47 | sbestos Cemer | 130 | 33.54 |
| P-1000 | 236.58 | 110 | 0.55 | sbestos Cemer | 130 | 5.2 |

| Label | Length (Scaled) (m) | Diameter (mm) | Velocity (m/s) | Material | Hazen-Williams C | Flow (L/s) |
|--------|---------------------|---------------|----------------|---------------|------------------|------------|
| P-1001 | 250.32 | 110 | 0.21 | sbestos Cemer | 130 | 1.97 |
| P-1378 | 968.15 | 160 | 0.24 | sbestos Cemer | 130 | 4.88 |
| P-1413 | 23.08 | 160 | 0.24 | sbestos Cemer | 130 | 4.88 |
| P-1414 | 943.38 | 160 | 1.61 | sbestos Cemer | 130 | -32.35 |
| P-1482 | 99.24 | 200 | 0.56 | sbestos Cemer | 130 | 17.73 |
| P-1483 | 52.4 | 200 | 0.56 | sbestos Cemer | 130 | 17.73 |

| Label | Elevation (m) | Diameter (Valve) (mm) | Minor Loss Coefficient (Local) | Hydraulic Grade Setting (Initial) (m) | Pressure Setting (Initial) (m H2O) | Flow (L/s) |
|--------|---------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------|
| PRV-1 | 27.99 | 315 | 0 | 58.04 | 30 | 12 |
| PRV-5 | 20.46 | 315 | 0 | 60.53 | 40 | 68.7 |
| PRV-8 | 76.08 | 250 | 0 | 90 | 13.9 | 57.89 |
| PRV-14 | 64.2 | 200 | 0 | 75.52 | 11.3 | 42.32 |
| PRV-20 | 76.34 | 250 | 0 | 88.36 | 12 | 34.35 |
| PRV-23 | 64.76 | 250 | 0 | 84.79 | 20 | 10.49 |
| PRV-24 | 71.27 | 160 | 0 | 84.29 | 13 | 0 |

| Hydraulic Grade (From) (m) | Hydraulic Grade (To) (m) | Headloss (m) | Setting Type | Status (Initial) |
|----------------------------|--------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 68.49 | 58.06 | 10.42 | Pressure | Active |
| 104.81 | 60.56 | 44.25 | Pressure | Active |
| 96.52 | 90.01 | 6.51 | Pressure | Active |
| 109.13 | 75.52 | 33.61 | Pressure | Active |
| 103.02 | 88.37 | 14.65 | Pressure | Active |
| 104.7 | 84.81 | 19.89 | Pressure | Active |
| 104.38 | 84.8 | 0 | Pressure | Active |

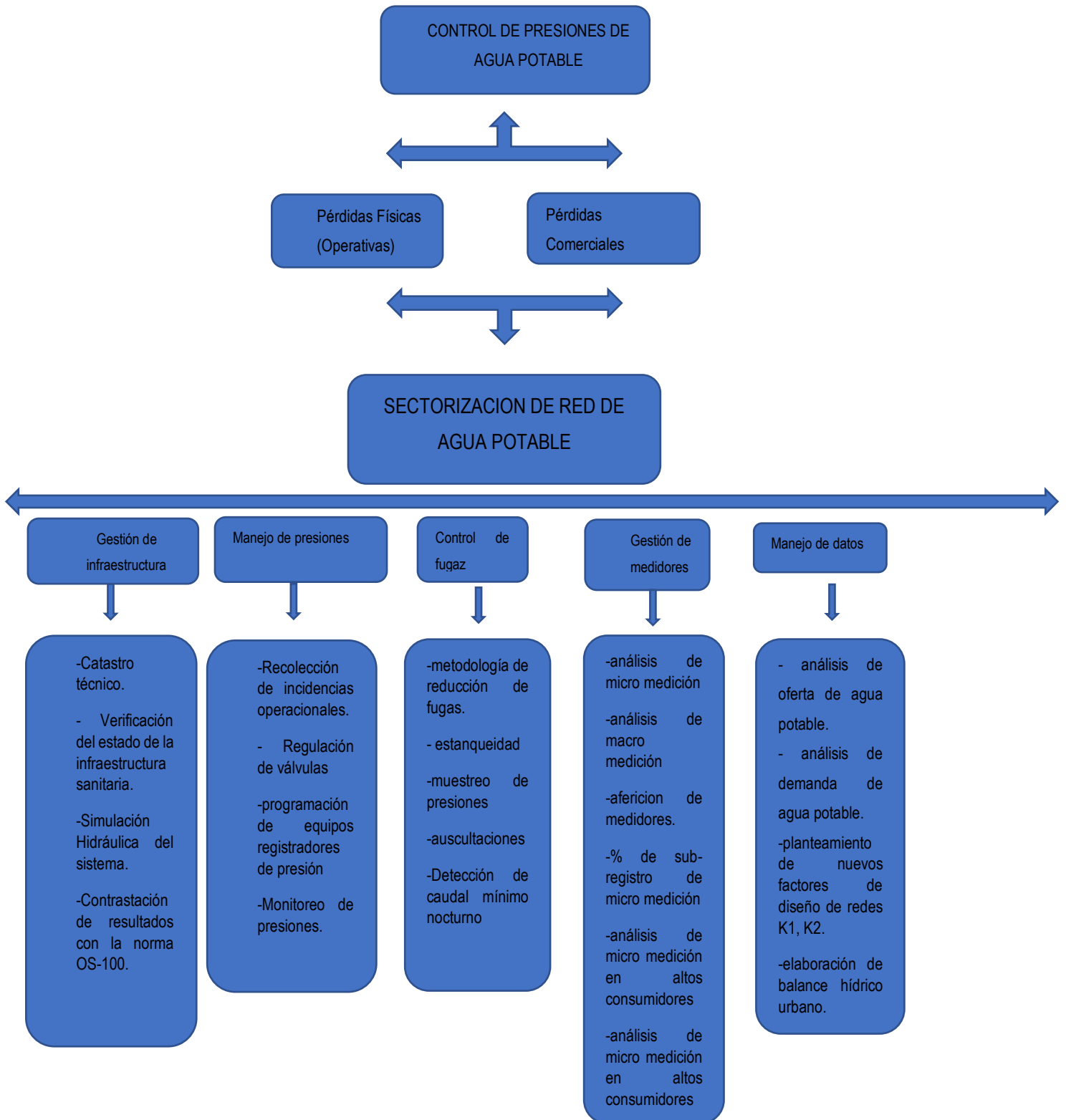
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de consistencia

| Planteamiento de problema | Hipótesis | Objetivo | Variable | Indicador | Método | Estadística |
|--|---|--|--|--|--|--------------------|
| <p>¿Cuál es el efecto de no contar con una sectorización de redes de agua potable?</p> | <p>Mediante el Modelamiento Hidráulico se logrará una mejor sectorización para las redes de agua potable en la ciudad de Ilo, en función a la población actual y futura, donde se dará nuevas presiones, nuevos Caudales las cuales se obtendrán mediante datos históricos de la EPS ILO. Donde Existen Viviendas dispersas que están involucradas en esta propuesta.</p> | <p>Determinar el efecto de no contar con una sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo.</p> | <p>Sectorización de redes de agua potable en la ciudad de Ilo Mediante un modelamiento hidráulico.</p> | <p>*QmH y QminH *Presiones *Caudales</p> | <p>*Mediciones de caudales y presiones</p> | <p>correlación</p> |

ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



ESQUEMA DE UBICACIÓN DE RESERVORIOS

| RESERVORIOS | | | | |
|--------------|------------|---------------|-----------|------|
| Ítem | Reservorio | Volumen | Unidad | Año |
| 1 | R-1 | 3,600.00 | m3 | 1982 |
| 2 | R-2 | 800 | m3 | 1985 |
| 3 | R-3 | 1,800.00 | m3 | 1985 |
| 4 | R-4 | 400 | m3 | 1969 |
| 5 | R-5 | 900 | m3 | 1992 |
| 6 | R-6 | 400 | m3 | 1968 |
| 7 | R-7 | 800 | m3 | 1992 |
| 8 | R-8 | 900 | m3 | 2004 |
| 9 | R-9 | 1,150.00 | m3 | 2013 |
| 10 | R-10 | 1,530.00 | m3 | 2013 |
| TOTAL | | 12,280 | m3 | |



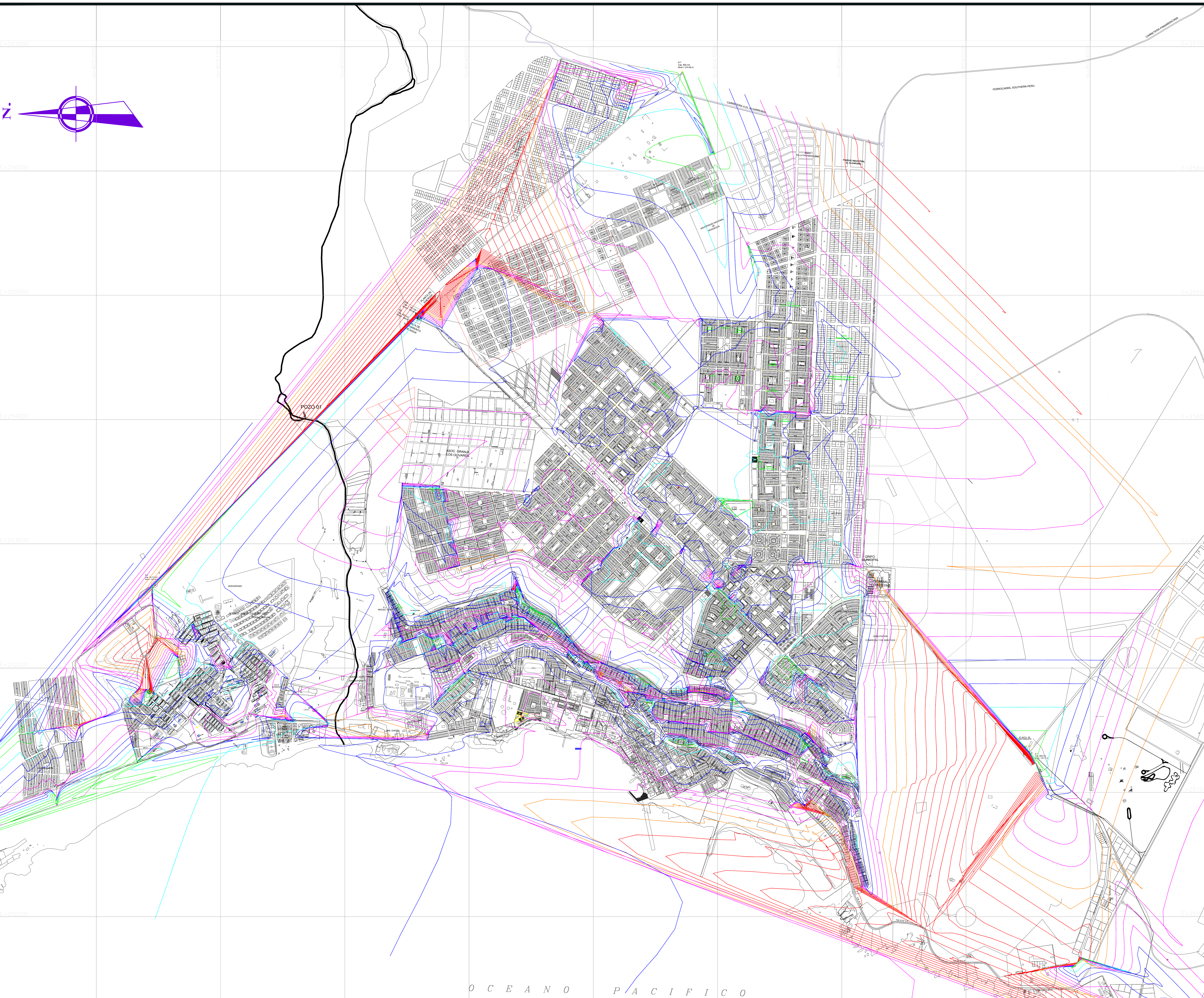
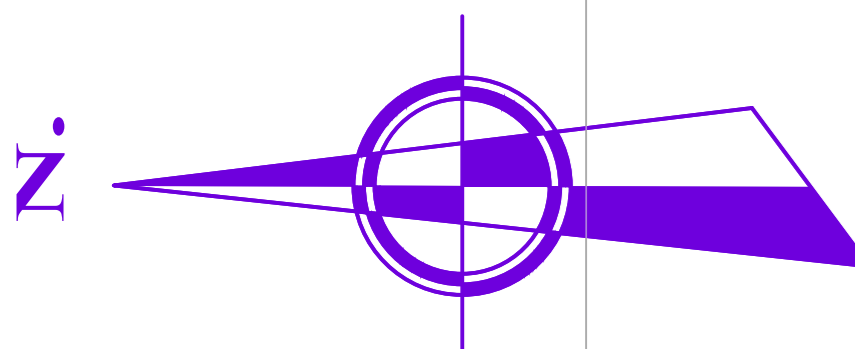
PLANO UBICACION DE RESERVORIOS

ESC : 1/10000

O C E A N O P A C I F I C O

| PLANO DE UBICACIÓN | | | |
|---------------------------------|----------------|-----------|----------------|
| RESERVORIOS DE LA CIUDAD DE ILO | | | |
| UBICACION: | DEPT. MOQUEGUA | PROV. ILO | DIST. ILO |
| RESPONSABLE: | EN C y S G G | ESCALA: | Indicada |
| | | FECHA: | Noviembre-2019 |
| | | | LÁMINA: PUR-01 |

MODELAMIENTO HIDRAULICO



LEYENDA

| DESCRIPCION |
|------------------------------------|
| BAJA PRESION 10 m H2O A MENOS |
| PRESION ACEPTABLE 10 A 20 m H2O |
| PRESION ACEPTABLE 20 A 30 m H2O |
| PRESION ACEPTABLE 30 A 40 m H2O |
| PRESION ACEPTABLE 40 A 50 m H2O |
| SOBRE PRESION 50 A MAS m H2O |

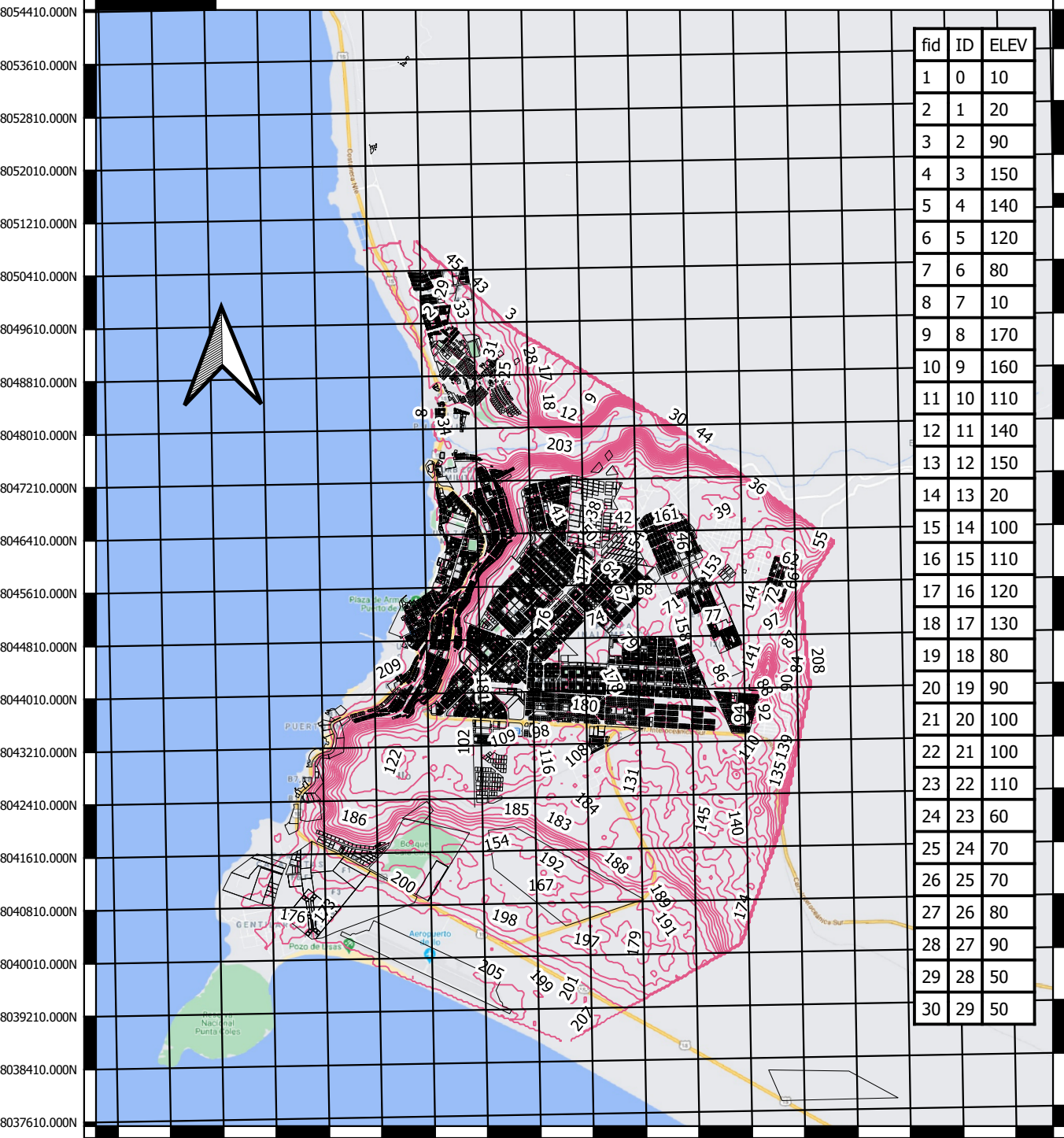
- 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS ESTAN BASADAS EN EL DATUM WGS 84 ZONA 19 SUR.
- 2.- ESTAS CURVA DE PRESIONES SE REALIZARON SEGUN MODELO HIDRAULICO

MODELAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

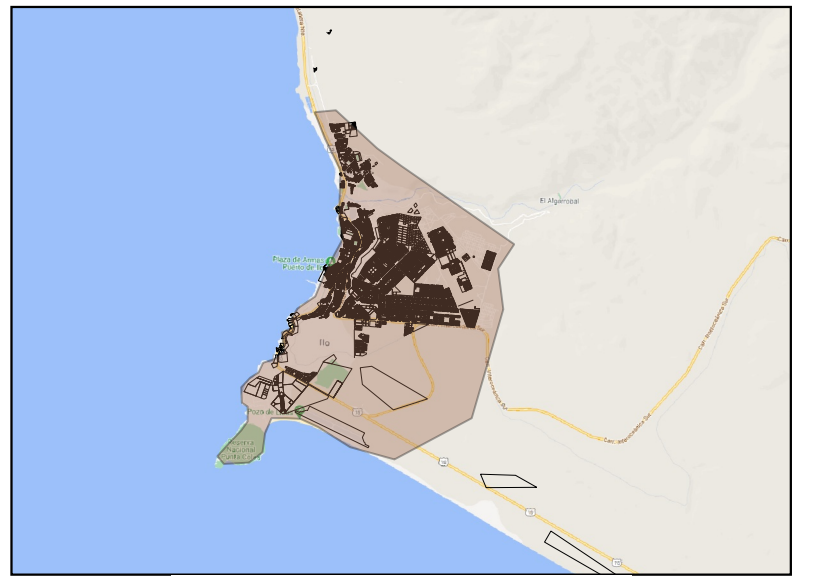
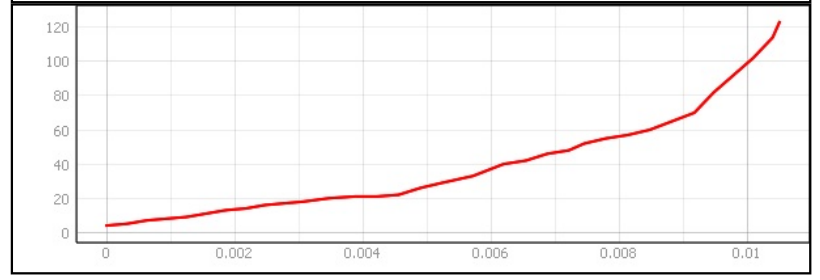
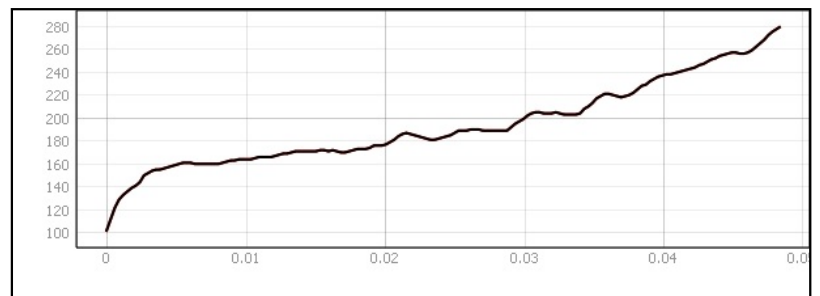
| | | | |
|---|----------------|-----------|--------------|
| PLANO DE CURVAS DE PRESION DEL SISTEMA PROYECTADO | | | LÁMINA N° |
| REGION: | DEPT. MOQUEGUA | PROV. ILO | DIST. ILO |
| ORGANO: | EN.C.V.S.G.G. | ESCALA: | 1/10000 |
| | | FECHA: | Octubre-2019 |

PLANO TOPOGRAFICO

8054410.000N



| fid | ID | ELEV |
|-----|----|------|
| 1 | 0 | 10 |
| 2 | 1 | 20 |
| 3 | 2 | 90 |
| 4 | 3 | 150 |
| 5 | 4 | 140 |
| 6 | 5 | 120 |
| 7 | 6 | 80 |
| 8 | 7 | 10 |
| 9 | 8 | 170 |
| 10 | 9 | 160 |
| 11 | 10 | 110 |
| 12 | 11 | 140 |
| 13 | 12 | 150 |
| 14 | 13 | 20 |
| 15 | 14 | 100 |
| 16 | 15 | 110 |
| 17 | 16 | 120 |
| 18 | 17 | 130 |
| 19 | 18 | 80 |
| 20 | 19 | 90 |
| 21 | 20 | 100 |
| 22 | 21 | 100 |
| 23 | 22 | 110 |
| 24 | 23 | 60 |
| 25 | 24 | 70 |
| 26 | 25 | 70 |
| 27 | 26 | 80 |
| 28 | 27 | 90 |
| 29 | 28 | 50 |
| 30 | 29 | 50 |



- ZONA DE INTERVENCION
- LOTES
- CURVAS DE NIVEL

TOPOGRAFIA DE LA CIUDAD DE ILO

0 1 2 km



PANEL FOTOGRAFICO

INSPECCION DE PRESIONES EN CONEXIONES





INSTALACION DE EQUIPOS DE MEDICION



