

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**

**UCC CAMPUS LEÓN**



**COORDINACIÓN DE INGENIERIAS**

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de  
Ingeniero Civil.**

DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA DE ABASTECIMIENTO EN EL SERVICIO DE AGUA POTABLE A LA POBLACIÓN DEL REPARTO MARIANA SAMPSON UBICADO EN EL SECTOR SURESTE DE LA CIUDAD DE LEÓN EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A MAYO 2022.

**ELABORADO POR:**

Br. Angélica María Delgado Montes

Br. Jordán Darío Alvarado Talavera

Br. Leoncio Alberto Niño Calero

**TUTOR TÉCNICO Y METODOLÓGICO:** Arq. César Valladares

**LEÓN, 12 DE JUNIO DEL 2022**

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

## UCC CAMPUS LEÓN



### COORDINACIÓN DE INGENIERIAS

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de  
Ingeniero Civil.**

DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA DE ABASTECIMIENTO EN EL SERVICIO DE AGUA POTABLE A LA POBLACIÓN DEL REPARTO MARIANA SAMPSON UBICADO EN EL SECTOR SURESTE DE LA CIUDAD DE LEÓN EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A MAYO 2022

#### **ELABORADO POR:**

Br. Angélica María Delgado Montes.

Br. Jordán Darío Alvarado Talavera.

Br. Leoncio Alberto Niño Calero.

**TUTOR TÉCNICO Y METODOLÓGICO:** Arq. César Valladares.

**LEÓN, 12 DE JUNIO DEL 2022**

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

## UCC CAMPUS LEÓN



### COORDINACIÓN DE INGENIERIAS

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de  
Ingeniero Civil.**

#### **AVAL DEL TUTOR**

Arq. César Valladares tiene a bien:

#### **CERTIFICAR**

El proyecto de investigación con el título: Diagnóstico de la Problemática de Abastecimiento en el Servicio de Agua Potable a la Población del Reparto Mariana Sampson Ubicado en el Sector Sureste de la Ciudad de León en el Periodo Comprendido de Febrero a Mayo 2022, elaborado por los estudiantes Br. Angélica María Delgado Montes, Br. Jordan Darío Alvarado Talavera, Br. Leoncio Alberto Niño Calero, ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC sede León a de mayo del 2022.

**Tutor Técnico y Metodológico: Arq. César Augusto Valladares**

**Fdo.:**

## DEDICATORIA

*Damos gracias a Dios, Padre de nuestro Señor Jesucristo por permitirnos culminar con éxito nuestros estudios y por las bendiciones que nos ha sabido dar en su momento, además de regalarnos las fortalezas en nuestras debilidades. A Dios todopoderoso porque es la presencia infinita que nos da la fuerza, el conocimiento y la sabiduría para continuar cada día.*

*A nuestros padres y familiares por apoyarnos siempre y contar con ellos en los momentos más difíciles, por ser ángeles que durante nuestras vidas han sabido ser apoyo incondicional y los mayores ejemplos de fortaleza y de fe.*

*Llenos de regocijo, amor y esperanza dedicamos este proyecto de investigación a cada uno de nuestros familiares y seres queridos, quienes han sido pilares para seguir adelante, gracias por ser parte de nuestras vidas y por permitirnos ser parte de su orgullo.*

*Es para nosotros una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo lo hemos logrado.*

*A nuestros profesores por la enseñanza y conocimiento compartido durante todos estos años, y todas aquellas personas que tuvieron participación en la realización de este gran logro.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos principalmente a Dios por permitirnos culminar nuestra carrera universitaria, por darnos la oportunidad de conocernos y poder trabajar juntos por tanto tiempo como buenos amigos Angelica Delgado, Jordan Alvarado, Leoncio Niño.*

*A nuestros padres por su apoyo incondicional durante estos años en la universidad y por brindarnos la educación superior que hoy estamos culminando con éxito. Gracias a sus consejos y palabras de aliento pudimos crecer como personas y luchar por nuestros sueños, gracias por enseñarnos valores que nos han llevado alcanzar un gran logro en nuestra vida. Los queremos mucho.*

*A nuestras familias que fueron de gran apoyo, que nos ayudaron a no abandonar el camino hacia nuestra meta en los momentos de adversidad, quienes depositaron confianza en cada uno de nosotros y por estar siempre a nuestros lados.*

*A nuestros maestros y compañeros ya que con ellos convivimos los buenos y los malos momentos que solo se viven en la Universidad y que con algunos más que compañeros fuimos verdaderamente amigos.*

*A la Universidad de Ciencias Comerciales UCC-LEON quien nos abrió sus puertas para formarnos de manera integral y crecer como personas para ser en un futuro buenos profesionales.*

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación surge a partir de la problemática de suministro de agua potable a los pobladores del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector Sureste de la ciudad de León, concibiéndose la necesidad de realizar un proyecto de investigación como herramienta para optar al grado de ingeniero civil, que tuvo como objetivo general diagnosticar la problemática a la población en el abastecimiento del servicio de agua potable, naciendo de este objetivo general objetivos específicos que fueron utilizados para dar a conocer las causas principales del problema por medio de una investigación de tipo cuantitativo descriptivo de corte transversal, puesto que se llevó a cabo en los meses comprendidos de marzo-mayo del año 2022. Se utilizaron instrumentos y técnicas de recolección de datos cuantitativas y cualitativas, así como fuentes primarias y secundarias. Encuesta, entrevista, guía de observación, análisis documental, lista de chequeo, levantamiento topográfico y visita al sitio fueron los instrumentos utilizados durante el proceso de investigación. Utilizando el software EPA-NET 2.0 se realizó la simulación de la red existente teniendo como resultado presiones negativas que indican la falta de suministro a la mayoría de la población que solo goza del servicio entre ocho y nueve horas al día, la problemática tiene distintas causas principalmente la carencia de información de los estudios de ingeniería previos a la formulación, diseño y ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable del reparto Mariana Sampson al igual información exacta y confiable del dimensionamiento de tuberías existentes en la red que maneja la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), otra de las principales causas es la inhabilitación del tanque de almacenamiento ubicado en el sector norte del reparto por lo que actualmente el sistema funciona de manera directa Fuente-red provocando carencia de agua potable en el sector norte del reparto.

## ABSTRAC

The Investigation project arises from the problem of drinking water supply to the residents of the Mariana Sampson neighborhood located in the Southeast sector of the city of León, conceiving the need to carry out a research project as a tool to opt for the degree of civil engineer, whose general objective was to diagnose the problem to the population in the supply of drinking water service, born from this general objective specific objectives that were used to publicize the main causes of the problem through a quantitative investigation cross-sectional descriptive study, since it was carried out in the months of March-May of the year 2022. Quantitative and qualitative data collection instruments and techniques were used, as well as primary and secondary sources. Survey, interview, observation guide, documentary analysis, checklist, topographical survey and site visit were the instruments used during the investigation process. Using the EPANET 2.0 software, the simulation of the existing network was carried out, resulting in negative pressures that indicate the lack of supply to the majority of the population that only enjoys the service between eight and nine hours a day, the problem has different causes, mainly the lack of information from the engineering studies prior to the formulation, design and execution of the supply system of drinking water in the Mariana Sampson neighborhood as well as accurate and reliable information on the sizing of existing pipes in the network managed by the Nicaraguan Company of Sanitary Aqueducts and Sewers (ENACAL), another of the main causes is the disabling of the storage tank located in the northern sector of the east, so it is currently the system works directly Source-network, causing a lack of drinking water in the northern sector of the district.

# **INDICE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN:</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....                                   | <b>3</b>  |
| <b>1.1. Antecedentes y Contexto del Problema:</b> .....                                       | <b>3</b>  |
| <b>1.2. Objetivos:</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>1.2.1. Objetivo General:</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>1.2.2. Objetivos Específicos:</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación:</b> .....                      | <b>6</b>  |
| <b>1.4. Justificación:</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>1.5. Limitaciones:</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>1.6. Hipótesis</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>1.7. Variables:</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>2.1. Marco Teórico</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>2.2. Marco Conceptual</b> .....  | <b>29</b> |
| <b>2.3. Marco Espacial.</b> .....   | <b>33</b> |
| <b>2.4. Marco Temporal</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>2.5. Marco Legal</b> .....   | <b>40</b> |
| <b>2.6. Marco Institucional</b> .....   | <b>49</b> |
| <b>2.7. Marco Histórico.</b> .....  | <b>51</b> |
| <b>2.8. Estado del Arte</b> .....   | <b>52</b> |
| <b>CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....  | <b>55</b> |
| <b>3.1. Tipo de investigación:</b> .....  | <b>55</b> |
| <b>3.2. Área de estudio:</b> .....  | <b>55</b> |
| <b>3.3. Unidades de análisis: población y muestra: tamaño de la muestra y muestreo:</b> ..... | <b>55</b> |



|  |            |
|--|------------|
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....        | 55         |
| 3.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos: .....            | 58         |
| 3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información .....     | 67         |
| 3.7. Operacionalización de las Variables. ....                     | 86         |
| <b>CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>                | <b>93</b>  |
| 4.1. Información General del Reparto.....                          | 93         |
| 4.1.1. Macro Localización.....                                     | 94         |
| 4.1.2. Micro Localización.....                                     | 95         |
| 4.2. Estudio Topográfico .....                                     | 96         |
| 4.3. Curvas de Nivel .....   | 98         |
| 4.4. Evaluación de la situación existente.....                     | 99         |
| 4.5. Revisión del diseño de la red.....                            | 101        |
| 4.6. Red Simulada en Epanet .....                                  | 105        |
| 4.7. Análisis De Los Resultados Obtenidos.....                     | 129        |
| <b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.</b> | <b>132</b> |
| <b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....</b>                          | <b>135</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>                             | <b>137</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>140</b> |

## Índice de Tablas

|  |     |
|--|-----|
| <i>Tabla 1 Variables Condicionantes y Determinantes.</i>   | 10  |
| <i>Tabla 2 Ventajas y Desventajas del Tipo de Fuente de Abastecimiento.</i>                                    | 16  |
| <i>Tabla 3 Tipo De Pozos</i>   | 42  |
| <i>Tabla 4 Ademes Mínimo De Pozos Según Caudal.</i>  | 43  |
| <i>Tabla 5 Diámetros de Ademes según Caudal.</i>   | 43  |
| <i>Tabla 6 Diámetros de Ademes según Caudal.</i>   | 44  |
| <i>Tabla 7 Diámetro De Sartas De Conexión De Bombas.</i>   | 44  |
| <i>Tabla 8 Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen Williams</i>                         | 44  |
| <i>Tabla 9 Publicaciones sobre estado del arte en bases de datos científicas.</i>                              | 53  |
| <i>Tabla 10 Principales teorías, aportes y contribuyentes a la línea o tema de investigación seleccionado.</i> | 53  |
| <i>Tabla 11 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</i>   | 56  |
| <i>Tabla 12 Alfa De Cronbach.</i>  | 58  |
| <i>Tabla 13 Resumen de procesamiento de datos.</i>   | 59  |
| <i>Tabla 14 Estadísticas de fiabilidad.</i>  | 60  |
| <i>Tabla 15 Encuesta Pregunta Uno.</i>   | 67  |
| <i>Tabla 16 Encuesta Pregunta Dos.</i>   | 68  |
| <i>Tabla 17 Encuesta Pregunta Tres.</i>  | 69  |
| <i>Tabla 18 Encuesta Pregunta Cuatro.</i>  | 70  |
| <i>Tabla 19 Encuesta Pregunta Cinco.</i>   | 71  |
| <i>Tabla 20 Encuesta Pregunta Seis.</i>  | 72  |
| <i>Tabla 21 Encuesta Pregunta Siete.</i>   | 73  |
| <i>Tabla 22 Encuesta Pregunta Ocho.</i>  | 74  |
| <i>Tabla 23 Ficha de Registro de Datos Documentales</i>  | 80  |
| <i>Tabla 24 Nube de Puntos Levantamiento Topográfico</i>   | 81  |
| <i>Tabla 25 Puntos Topográficos.</i>   | 96  |
| <i>Tabla 26 Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua INAA 1989</i>             | 100 |
| <i>Tabla 27 Calculo de Dotaciones.</i>   | 102 |
| <i>Tabla 28 Demanda por Nodos.</i>   | 102 |

## Índice de Figuras.

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1 Agua Potable.</i>   | 13 |
| <i>Figura 2 Sistema de Abastecimiento de agua potable.</i>              | 13 |
| <i>Figura 3 Aguas Superficiales</i>                                     | 14 |
| <i>Figura 4 Aguas Sub Superficiales.</i>                                | 15 |
| <i>Figura 5 Aguas Subterráneas.</i>                                     | 15 |
| <i>Figura 6 Acuífero.</i>   | 15 |
| <i>Figura 7 Esquema de una línea de conducción por gravedad.</i>        | 18 |
| <i>Figura 8 Línea de Conducción por Bombeo.</i>                         | 21 |
| <i>Figura 9 Catedral de León</i>  | 33 |
| <i>Figura 10 Logo Enacal.</i>   | 34 |
| <i>Figura 11 Logo Disnorte Dissur.</i>                                  | 34 |
| <i>Figura 12 Logo Claro.</i>  | 34 |
| <i>Figura 13 Vivienda Mariana Sampson.</i>                              | 35 |
| <i>Figura 14 Reparto Mariana Sampson</i>                                | 35 |
| <i>Figura 15 Vivienda Mariana Sampson.</i>                              | 35 |
| <i>Figura 16 Vivienda Mariana Sampson.</i>                              | 35 |
| <i>Figura 17 Farmacia.</i>  | 36 |
| <i>Figura 18 Librería.</i>  | 36 |
| <i>Figura 19 Taller Martínez.</i>                                       | 36 |
| <i>Figura 20 Negocio Arte de Emily</i>                                  | 36 |
| <i>Figura 21 Puesto de Salud Comunitario Antenor Sandino Hernández.</i> | 37 |
| <i>Figura 22 INATEC León.</i>   | 37 |
| <i>Figura 23 Logo Policía Nacional de Nicaragua.</i>                    | 38 |
| <i>Figura 24 Logo Dirección General de Bomberos.</i>                    | 38 |
| <i>Figura 25 Logo UCC.</i>  | 49 |
| <i>Figura 26 Logo Alcaldía de León.</i>                                 | 49 |
| <i>Figura 27 Logo Enacal.</i>   | 50 |
| <i>Figura 28 Logo MINSA.</i>  | 50 |
| <i>Figura 29 Encuesta.</i>  | 59 |
| <i>Figura 30 Encuesta.</i>  | 59 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 31 Formato Entrevista.</i>  | 61  |
| <i>Figura 32 Formato Entrevista.</i>  | 61  |
| <i>Figura 33 Formato Guía de Observación de Campo.</i>  | 62  |
| <i>Figura 34 Formato Ficha de Análisis Documental</i>   | 63  |
| <i>Figura 35 Formato de Tabla Topográfica.</i>  | 64  |
| <i>Figura 36 Formato de Checklist</i>   | 65  |
| <i>Figura 37 Grafico Uno.</i>   | 67  |
| <i>Figura 38 Grafico Dos.</i>   | 68  |
| <i>Figura 39 Grafica Tres.</i>  | 69  |
| <i>Figura 40 Grafico Cuatro.</i>  | 70  |
| <i>Figura 41 Grafico Cinco.</i>   | 71  |
| <i>Figura 42 Grafico Seis.</i>  | 72  |
| <i>Figura 43 Grafico Siete.</i>   | 73  |
| <i>Figura 44 Grafico Ocho.</i>  | 74  |
| <i>Figura 45 Entrevista.</i>  | 75  |
| <i>Figura 46 Entrevista.</i>  | 76  |
| <i>Figura 47 Encuesta.</i>  | 77  |
| <i>Figura 48 Formato de Guía de Observación.</i>  | 78  |
| <i>Figura 49 Formato de Guía de Observación.</i>  | 79  |
| <i>Figura 50 Macro Localización.</i>  | 94  |
| <i>Figura 51 Micro Localización.</i>  | 95  |
| <i>Figura 52 Red Simulada en Epanet.</i>  | 105 |
| <i>Figura 53 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson</i>  | 107 |
| <i>Figura 54 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson</i>  | 108 |
| <i>Figura 55 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson</i>  | 109 |
| <i>Figura 56 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson</i>  | 110 |
| <i>Figura 57 Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 111 |
| <i>Figura 58 Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 59 Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 112 |
| <i>Figura 60 Conexion 36</i>  | 113 |
| <i>Figura 61 Tubería 31</i>   | 114 |
| <i>Figura 62 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 115 |
| <i>Figura 63 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 115 |
| <i>Figura 64 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 116 |
| <i>Figura 65 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 117 |
| <i>Figura 66 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 117 |
| <i>Figura 67 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente</i> | 118 |
| <i>Figura 68 Conexión.</i>  | 119 |
| <i>Figura 69 Conexión 38.</i>   | 120 |
| <i>Figura 70 Conexión 39</i>  | 121 |
| <i>Figura 71 Conexión 40</i>  | 122 |
| <i>Figura 72 Conexión 41</i>  | 123 |
| <i>Figura 73 Conexión 46</i>  | 124 |
| <i>Figura 74 Conexión 49</i>  | 125 |
| <i>Figura 75 Tubería 33</i>   | 126 |
| <i>Figura 76 Tubería 34</i>   | 127 |
| <i>Figura 77 Tubería 48</i>   | 128 |

## INDICE DE SIGLAS O ABREVIATURAS

“: Pulgadas

°C: Grados Celsius

**AC:** Asbesto Cemento

**C:** Coeficiente de Capacidad Hidráulica.

**CI:** Consumo por Incendio.

**CMD:** Consumo Máximo Día.

**CMH:** Consumo Máximo Hora.

**CPD:** Consumo Promedio Diario.

**CPDT:** Consumo promedio diario total.

**ENACAL:** Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.

**Gl/hab/d:** Galones Habitantes por día.

**Gpm:** Galones por Minuto.

**HG:** Hierro Galvanizado

**HG:** Hierro Galvanizado.

**HoFo:** Hierro Fundido

**Hp:** Caballo de Fuerza.

**INAA:** Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

**INATEC:** Tecnológico Nacional.

**INIDE:** Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

**IRC:** Insuficiencia Renal Crónica.

**IVU:** Infección de las Vías Urinarias.

**Km:** Kilómetros.

**L/s:** Litros sobre segundo.

**LPPD:** Litro por persona por día.

**Lt/hab/d:** Litros Habitantes por día.

**m/s:** Metro sobre Segundos.

**m:** Metros.

**Mca:** Metros columna de agua.

**MINSA:** Ministerio de Salud.

**Mm:** milímetros

**MSNM:** Metros Sobre el Nivel del Mar.

**NTON:** Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.

**Pmax:** Presión Máxima.

**Pmin:** Presión Mínima.

**PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

**PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**Pulg:** Pulgadas.

**PVC:** Policloruro de polivinilo

## INTRODUCCIÓN:

El reparto Mariana Sampson se originó a partir de el plan de desarrollo de expansión Urbana de León Sureste el cual se aprobó en el año 1998 bajo la administración del Dr. Rigoberto Sampson Granera, la producción de lotes con servicios se generó principalmente durante los primeros 5 años (1999-2004), con una población de 810. (Pérez Casas & Magrinyà Torner, 2017)

Una red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable. (Castro, 2007)

Dentro de las principales causas de la escasez de agua a nivel mundial se encuentran, problemas como el consumismo desmedido de las fuentes de abastecimiento como uno de los recursos naturales no renovables, se suma a ello la sobrepoblación humana.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector Sureste de León y tiene como objetivo diagnosticar la problemática a la población en el abastecimiento del servicio de agua potable, ya que el agua es un elemento esencial para la vida y para las diversas actividades de la sociedad, su ausencia es fuente de enfermedades respiratorias y gastrointestinales, los sistemas de abastecimiento de aguas son primordiales en consecuencia para toda la comunidad. La solución hasta el momento a esta problemática es conectar la fuente a la red es decir la bomba directamente a la red.

La metodología utilizada en esta investigación es de corte transversal con enfoque cuantitativo, el área de estudio fue el reparto Mariana Sampson ubicado en el sector Sureste de la ciudad de León, como principales métodos e instrumentos de recolección de datos se utilizaron fuentes primarias, secundarias, entrevistas, encuesta y Checklist.

Esta investigación se divide en seis capítulos definidos a continuación:

**CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN:** En el planteamiento de la investigación se delimitó y describió la situación que se investigó a través del trabajo académico, es decir, estructurar formalmente la investigación

**CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL:** Se abordaron los aspectos teóricos relacionados a redes de agua potable, historia del reparto, el tiempo en que se desarrolló la investigación, el área delimitada, ordenamiento jurídico relacionado a redes de agua potables e instituciones las cuales fueron de ayuda para el desarrollo de este trabajo investigativo.

**CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO:** En este capítulo se abordó la metodología utilizada en el proceso de investigación, así como el tipo de estudio, área de estudio, unidad de análisis, los métodos e instrumentos de recolección de datos utilizados, operacionalización de las variables.

**CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS:** En este capítulo se abordó todos los resultados obtenidos de cada uno de los instrumentos de recolección de datos.

**CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** En este capítulo se abordó de manera concluyente los resultados obtenidos del diagnóstico del sistema de agua potable del Reparto Mariana Sampson.

**CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES:** Mediante los resultados obtenidos se formularon recomendaciones para diagnosticar la problemática del suministro de agua potable del Reparto Mariana Sampson.



## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1.1. Antecedentes y Contexto del Problema:

(Ruiz Vela, 2012) en la Universidad técnica de Ambato efectuó una tesis para optar al grado de Ingeniero Civil cuyo objetivo general fue Evaluar y Diseñar la red de agua potable para abastecer a los sectores la Florida Baja, Zona Alta de Jesús de gran poder y Reina de Transito pertenecientes al Cantón Cevallos, concluyendo que el sistema de distribución de agua potable de estos sectores se encuentra deficiente puesto que la fuente de la red se encuentra en el nivel más bajo por lo que se hace necesario la instalación de un tanque para abastecer por medio de gravedad a los habitantes.

(Mendez Arbizu, 2013) en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua llevo a cabo su tesis monográfica para optar al título de Ingeniería Civil cuyo objetivo general consistía en rediseñar el sistema de agua potable, para mejorar las condiciones de abastecimiento en la ciudad de Nandaime con un periodo de diseño de veinte años concluyendo que las tuberías de la ciudad de Nandaime se encuentran con gran deterioro provocando perdidas en el sistema por lo que propuso la construcción de pozos perforados y tanques de almacenamiento.

La Alcaldía planteó, desde la elaboración del Plan de Desarrollo de la Expansión Urbana, un desarrollo progresivo tanto de la urbanización como de las viviendas, considerando que “los sistemas de agua potable, aguas negras y electrificación deberán ser desarrolladas por las instituciones que le corresponden según su especialidad”. La entrada de los proveedores de servicios no fue tan rápida como se esperaba, debido a la baja capacidad de inversión del proveedor de agua y saneamiento (ENACAL). Aun así, los servicios llegaron a través de programas de cooperación internacional y financiamiento del Estado. (Pérez Casas & Magrinyà Torner, 2017)

En el año 2004 se ejecutó el proyecto “Construcción de Sistema de Agua Potable en la Expansión Urbana de León Sureste”, ejecutado por el PNUD y ENACAL, y financiado por la Unión Europea. Éste incluyó la construcción de un pozo y de un tanque de almacenamiento de 1892 m<sup>3</sup> equivalente a 1,892,000 litros, que abasteció ya en 2005 una nueva red de agua potable para los repartos Rubén Darío, Salomón de la Selva, Azarías H. Pallais, Antenor Sandino H. y Mariana Sampson, dicha construcción



no tuvo éxito ya que se derrumbó y se rehabilitó en el año 2016. Actualmente el suministro de agua potable del Reparto Mariana Sampson funciona con el sistema pozo-red, debido a que el tanque está inhabilitado. (Pérez Casas & Magrinyà Torner, 2017)

## 1.2. Objetivos:

### 1.2.1. Objetivo General:

- ✚ Diagnosticar la problemática de abastecimiento del servicio de agua potable a la población del reparto Mariana Sampson ubicado en el sector Sureste de la ciudad de León.

### 1.2.2. Objetivos Específicos:

- ✚ Recolectar información documental de estudios de ingeniería y poblacionales realizados durante las etapas de formulación, diseño, análisis y ejecución de la red de abastecimiento del reparto Mariana Sampson.
- ✚ Realizar visitas de campo que permitan el registro de datos para los estudios de ingeniería relacionados al comportamiento del terreno y la fuente de abastecimiento, así como información en cuanto al sistema de bombeo y tuberías existentes.
- ✚ Analizar la información obtenida de los estudios realizados que permita simular el sistema de abastecimiento de agua potable existente utilizando el software EPANET 2.0.

### 1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación:

Durante el periodo de investigación comprendido en los meses de marzo- mayo del año 2022 se observó que el servicio de agua potable del reparto Mariana Sampson es discontinuo y deficiente, aproximadamente entre 9-10 horas la población dispone del servicio principalmente en horas de la noche cuando el consumo es bajo, esto equivale a un 40% de las 24 horas del día, el 60% carece de agua potable. Parte de esta población sufre de enfermedades renales crónicas por lo que es de suma importancia el suministro las 24 horas diarias. Otro factor adicional a la problemática de este reparto es la inhabilitación del tanque de almacenamiento que se ubica en el sector norte por lo que el sistema de abastecimiento funciona directamente fuente-red.

Una vez que retorna el servicio en horas de la noche los pobladores aprovechan para realizar sus actividades cotidianas y a su vez, almacenar en recipientes y/o pilas que les permita gozar de agua potable cuando exista ausencia de la misma, dejándolos expuestos a zancudos que provocan enfermedades infecciosas y virales, debido a que la fuente de abastecimiento se encuentra ubicada dentro del reparto, pero debido a la topografía del sitio, bajas presiones y demandas, no es posible suministrar agua al sector norte del reparto.

La falta de infraestructura vial en este reparto genera ventiscas de polvo afectando a los ciudadanos exponiéndolos a enfermedades respiratorias, digestivas por lo que se ven en la necesidad realizar riego constante de las vías durante el día lo que conlleva a un uso irracional del agua provocando el desperdicio de la misma.

Por lo que nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

***¿Los criterios de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del reparto Mariana Sampson estuvieron vinculados a un diagnóstico situacional y a estudios técnicos cumpliendo con la norma NTON 09 007-19 establecida por el INAA?***

#### **1.4. Justificación:**

El presente trabajo se justifica al ser una herramienta que permita aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio de la carrera de Ingeniería Civil al aplicarlos como curso de culminación de estudios en un proyecto de investigación para optar al grado de ingeniero civil.

Actualmente el reparto Mariana Sampson está lotificado por 863 lotes de conformidad con el censo realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) en el año 2007 estimo la población en 810 habitantes equivalente a 231 viviendas, actualmente todas las viviendas gozan con el servicio de agua potable.

La problemática que vive la población de este reparto es motivo para hacer estudios investigativos, para buscar una solución que garantice el suministro de agua potable que es de importancia fundamental para la reducción, de la tasa de propagación de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento y la salud. Estos elementos son también importantes cuando se refiere a la mayor esperanza de vida de la población. Según datos obtenidos por el Ministerio de Salud (MINSA) a través del puesto de salud Familiar y Comunitario Antenor Sandino Hernández durante los meses de febrero y marzo del año 2022 se han registrado enfermedades relacionadas a la falta de agua potable entre las cuales tenemos: 15 pacientes con diarrea, ocho pacientes con parásitos, 61 pacientes con resfriado común, 20 pacientes con bronquitis, tres pacientes con rinitis, cuatro pacientes con tos, seis pacientes con fiebre, 13 pacientes con IRC, 70 pacientes con IVU.

El desarrollo social y económico del reparto es fundamental para determinar la calidad de vida de los habitantes, con la falta de agua potable sería imposible realizar las distintas actividades humanas. La relevancia social de esta investigación se fundamenta en dar una respuesta a la problemática del agua potable la cual es insuficiente para cubrir la demanda. De esta investigación se beneficiarán los habitantes del reparto Mariana Sampson.

Al igual otorgara mayor información sobre el sistema de agua potable del reparto Mariana Sampson debido que no se tiene información actualizada y confiable por diversos factores externos.

La presente investigación será importante para contribuir a la búsqueda de una solución al problema de abastecimiento de agua potable, y a futuras investigaciones relacionadas al diseño de sistema de abastecimiento de agua potable. Lo que generará un sin número de beneficios y contribución al sitio de estudio, mejorando la calidad de vida de los pobladores, disminución de enfermedades, contaminación al medio natural.

### **1.5. Limitaciones:**

Dentro del proceso de investigación realizado se presentaron las siguientes limitaciones:

- Acceso a la información en las diferentes instituciones del Estado relacionadas al tema de investigación.
- Información veraz del dimensionamiento, ubicación y estado de las tuberías existentes en el reparto.
- Información actualizada de censos realizados por INIDE.
- Falta de equipos necesarios para realizar los estudios de ingeniería.
- Por motivos de seguridad no se realizó el censo poblacional correspondiente por lo que limita la investigación al no poder obtener una muestra a partir de una población inicial actual.

## 1.6. Hipótesis:

### **Hipótesis Alternativa:**

Los problemas de suministro de agua potable en el Reparto Mariana Sampson se deben al incumplimiento de los estudios técnicos previos al diseño del sistema de abastecimiento, así como la no habilitación del tanque de almacenamiento proyectado para atender la demanda de la población.

### **Hipótesis Nula:**

Los problemas de suministro de agua potable en el Reparto Mariana Sampson no se deben al incumplimiento de los estudios técnicos previos al diseño del sistema de abastecimiento, así como la no habilitación del tanque de almacenamiento proyectado para atender la demanda de la población.

## 1.7. Variables:

Tabla 1 Variables Condicionantes y Determinantes.

| Variables Determinantes (Dependientes)   | Variables Condicionantes (Independientes)  |
|--|--|
| <p><b>Fuente</b></p>   | <p><b>Capacidad</b></p> <p>La calidad, cantidad y continuidad de la fuente de abastecimiento de agua deberá estar de acuerdo con la norma NTON 09 003-99.</p> <hr/> <p><b>Calidad</b></p> <p>El agua de fuente de abastecimiento deberá ser examinada con el objeto de determinar las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bacteriológicas</li> <li>✓ Físicas</li> <li>✓ Químicas</li> <li>✓ Biológica</li> </ul>                        |
| <p><b>Tanque de almacenamiento</b></p> <p>Un tanque de agua es un gran contenedor para almacenar agua, tanto potable como tratada e, incluso, aguas negras. A través de un sistema de tuberías, el agua contenida en estos tanques se puede distribuir de la manera que se requiera y con los más diversos usos.</p> | <p><b>Capacidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario.</li> <li>• Para poblaciones mayores de 20.000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.</li> </ul> <hr/> <p><b>Material</b></p> <p>Puede ser de:</p> |





- Concreto Armado
- Acero
- Mampostería

**Tipos**

- Sobre el suelo
- Elevados
- Compensadores, Combinados

**Población**

Conjunto de personas que se encuentran en un momento y lugar determinado.

**Cantidad**

Número total de personas que viven en un determinado espacio geográfica.

**Sexo**

El sexo es una variable genética y biológica que divide a las personas en hombre y mujer.

**Edad**

La edad es un dato numérico que proporciona mucha información en muchos estudios y análisis de la sociedad se realizan tomando como referencia la edad tal el caso de la demografía.

**Topografía**

Ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

**Curvas de nivel**

Procedimientos utilizados para conocer el relieve del terreno, una los puntos de un mapa que tienen idéntica altitud.

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Red</b></p> <p>Sistema hidráulico dentro de las obras de ingeniería que se encarga de cumplir la función más importante dentro de la calidad de vida humana, la cual es la de transportar el agua potable a distintas zonas que lo requieran.</p> | <p><b>Plan regulador del desarrollo urbano</b></p> <p>Se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población.</p>   |
|   | <p><b>Plano topográfico de la ciudad</b></p> <p>Calles existentes y futuras (desarrollos futuros urbanísticos), perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad.</p>  |
|   | <p><b>Estado actual de la red existente</b></p> <p>(Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque.</p> |
|   | <p><b>Conocimiento de la ubicación de la fuente de abastecimiento</b></p> <p>Período de diseño, así como la ubicación del futuro tanque de almacenamiento.</p>  |
|   | <p><b>Presión</b></p> <p>En combinación con el relieve del terreno, conducirá en algunos casos a dividir el área por servir en más de una red de distribución.</p>  |

## CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.

### 2.1. Marco Teórico.

#### Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable están desplazándose ciertamente hacia sistema de tuberías como resultado de una mejora en los niveles de vida y las mayores aspiraciones de la población en diferentes zonas.

Cuando una población carece de un servicio múltiple de agua potable, dado a que las aguas se encuentran muy lejos o a mucha profundidad, la economía de escala establece que más de una población debe de ser servida por este sistema. Las fuentes de aguas superficiales como ríos y reservorios presentan un reto. Estas con frecuencia están ubicadas muy lejos del grupo de localidades hacer atendidas e implican la construcción y operación de instalaciones más complejas.

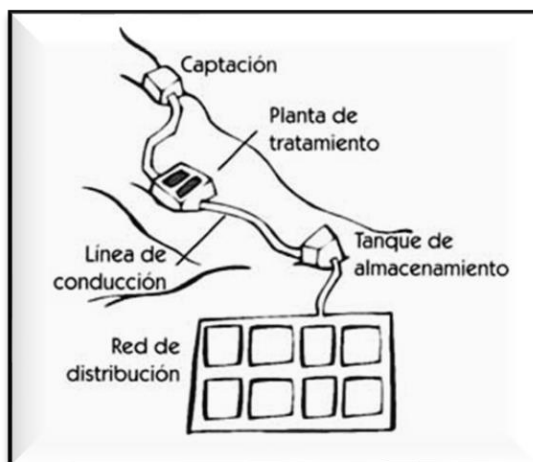
Figura 1 Agua Potable.



Fuente: Google Imágenes

#### Partes con la que consta un sistema de abastecimiento de agua potable y sus características generales

Figura 2 Sistema de Abastecimiento de agua potable.



Fuente: Google Imágenes

Se puede establecer que el sistema de Abastecimiento de Agua Potable consta esencialmente de:

- Fuentes de abastecimiento y obras de Captación.
- Líneas de Conducción.
- Almacenamiento.
- Tratamiento.
- Estación de Bombeo / Red de distribución.

### Fuentes de Abastecimiento de Agua y Obras de Captación.

Las fuentes de abastecimiento deben de ser básicamente permanente y suficiente, pudiendo ser superficiales o subterráneos suministrando el agua por gravedad bien mediante estaciones de bombeo.

La captación de agua puede ser tomada de fuentes superficiales o en fuentes subterráneas dependiendo de las condiciones o disponibilidad de las aguas superficiales (lagos, ríos, etc.) o subterráneas (pozos).

Las fuentes de abastecimiento de agua constituyen el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de agua potable, de forma tal que para proceder a la secuencia de diseño de todos dichos elementos se requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### Tipos de Fuentes.

- **Aguas Superficiales**

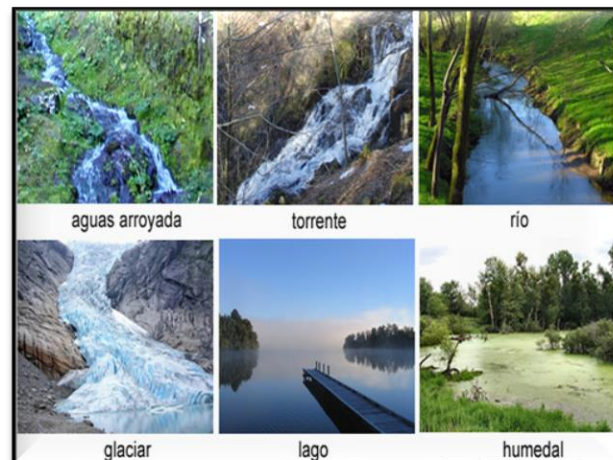
Corriente: ríos, arroyos y quebradas.

Estancadas: lagos, lagunas, quebradas, etc.

- **Aguas sub. Superficiales:** manantiales y afloramientos.

- **Aguas Subterráneas:** acuíferos.

*Figura 3 Aguas Superficiales*



*Fuente: Google Imágenes*

### Aguas superficiales.

Proviene en gran parte del escurrimiento, pueden recibir aportes de manantiales. Están sometidas a la acción del calor, la luz estos pueden ser contaminados por el vertido de ciertos afluentes cargados de sustancias orgánicas. (AguaMarket, 1999 - 2021)

Figura 4 Aguas Sub Superficiales.



Fuente: Google Imágenes

**Aguas subterráneas.**

Son todas las aguas que se infiltran profundamente y que descienden por gravedad hasta alcanzar el nivel de saturación que constituye el depósito de agua subterránea o acuíferos. (AguaMarket, 1999 - 2021)

Figura 6 Acuífero.



Fuente: Google Imágenes

**Aguas sub. Superficiales.**

El agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forme de manantiales. (AguaMarket, 1999 - 2021)

Figura 5 Aguas Subterráneas.



Fuente: Google Imágenes

**Acuíferos.**

Son aquellas formaciones o estratos comprendidos dentro de la zona de saturación de las cuales se pueden obtener aguas con fines utilitarios. En una unidad geológica saturada capaz de suministrar agua a pozos y manantiales, los que a su vez sirven de fuente prácticas de abastecimiento.

(AguaMarket, 1999 - 2021)

## Ventajas y Desventajas del Tipo de Fuente de Abastecimiento.

Tabla 2 Ventajas y Desventajas del Tipo de Fuente de Abastecimiento.

| Variables                       | Agua Superficial  | Agua Subterránea  |
|---------------------------------|---|---|
| <b>Disponibilidad de Caudal</b> | Mayor disposición.  | Mediano a bajo.   |
| <b>Variación de Caudal</b>      | Muy variado.  | Poca variable.  |
| <b>Localización</b>             | Casi siempre se sitúan largos del sitio de consumo.                               | Existe más libertad para ubicar la captación más cerca.   |
| <b>Extracción</b>               | No siempre se requiere bombeo.  | Siempre se requiere bombeo.                               |
| <b>Costos de Bombeo</b>         | Más bajos.  | Más altos.  |
| <b>Características Físicas</b>  | Presentan mayor turbidez en invierno.   | Menor.  |
| <b>Grado de Mineralización</b>  | Variable  | En función de las características de los estratos.        |
| <b>Contaminación</b>            | Alta posibilidad de contaminación bacteriológica sobre todo en época de invierno. | Poca posibilidad de contaminación                         |
| <b>Tratamiento</b>              | En general el costo es muy alto.  | Casi siempre es más bajo a veces solo requiere cloración. |

Fuente: Elaboración propia.

### **Línea de Conducción.**

Las aguas captadas deben en general ser conducidas al sitio de consumo para lo cual se requieren de las líneas de conducción, estos pueden ser por gravedad o por bombeo; pueden ser a través de canales abiertos o conductores cerrados a presión dependiendo de la topografía del terreno.

Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce el agua desde la obra de captación, hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas.

La capacidad debe de ser suficiente para transportar el gasto de diseño para el fin de periodo de diseño. Según su ubicación puede ser:

- Fuente-Red
- Tanque-Red
- Fuente-Tanque

### **Diferentes tipos de líneas de conducción.**

De acuerdo a la naturaleza y ubicación de la fuente de abastecimiento, así como la topografía de la región, las líneas de conducción, pueden considerarse de dos tipos:

- Líneas de conducción por gravedad.
- Líneas de conducción por bombeo.

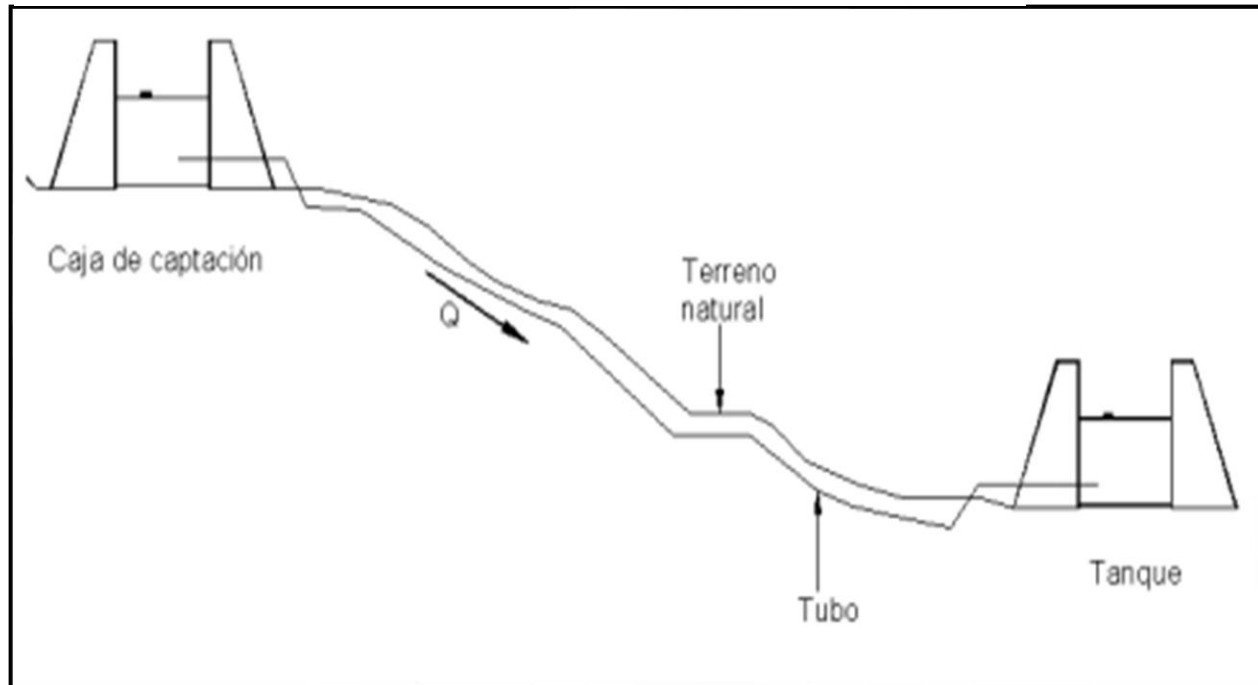
### **Líneas de Conducción por Gravedad.**

Una línea de conducción por gravedad debe de aprovechar al máximo la energía disponible (altura de carga) para conducir el gasto necesario, lo cual en la mayoría de los casos nos conducirá a la selección del diámetro mínimo, que satisfaciendo razones técnicas (capacidad) permita presiones menores o iguales que la resistencia física del material. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

*Fuente: Elaboración propia.* ·

*Fuente: Elaboración propia.* ·

Figura 7 Esquema de una línea de conducción por gravedad.



Fuente: Google Imágenes

**Para el diseño de una línea de conducción por gravedad deben de tenerse en cuenta los siguientes criterios:**

- Capacidad para transportar el gasto de diseño
- Carga disponible, o diferencia de elevación.
- Selección de la clase o diámetro de la tubería a emplear capaz de soportar la presión hidrostática ajustarse a la máxima economía.
- Clase de tubería en función del material (hierro fundido, hierro galvanizado, asbesto cemento, PVC), que la naturaleza del terreno exige: necesidad de excavaciones antieconómicas que imponga el uso de tuberías sobre soporte.
- Estructuras complementarias, que se precisen para el buen funcionamiento tales como, pilas rompe presión, etc.



### **Selección de la clase de tubería a emplear.**

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. que Permitirá determinar la clase de tubería HF (hierro fundido), HG (hierro galvanizado), AC (asbesto cemento), PVC (tubo liso plástico) más conveniente.

En el caso en que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (HG).

La clase de tuberías a seleccionar estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea de carga estáticas siendo los costos, función del espesor, se procurara utilizar la clase de tubería ajustada a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática lo impongan. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Diámetro.**

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Definidas las clases de tuberías y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de pilas rompe presiones, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión. Para obtener el diámetro de la tubería la cual se propone adoptarlo en función del gasto y las velocidades que recomiendan según las consideraciones económicas.

Se determina mediante la fórmula:

$$D: 1.13 \sqrt{\frac{Q}{V_L \text{ Limite}}}$$

### **Accesorios y válvulas.**

Las líneas por gravedad requieren válvulas de aires (ventosas) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.

#### **❖ Válvulas de Aire**

La línea por gravedad tiene la tendencia a acumular aire en los puntos alto, cuando se tiene presiones altas el aire tiende a disolverse y continua en la tubería hasta que se expulsa, pero en los puntos alto de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

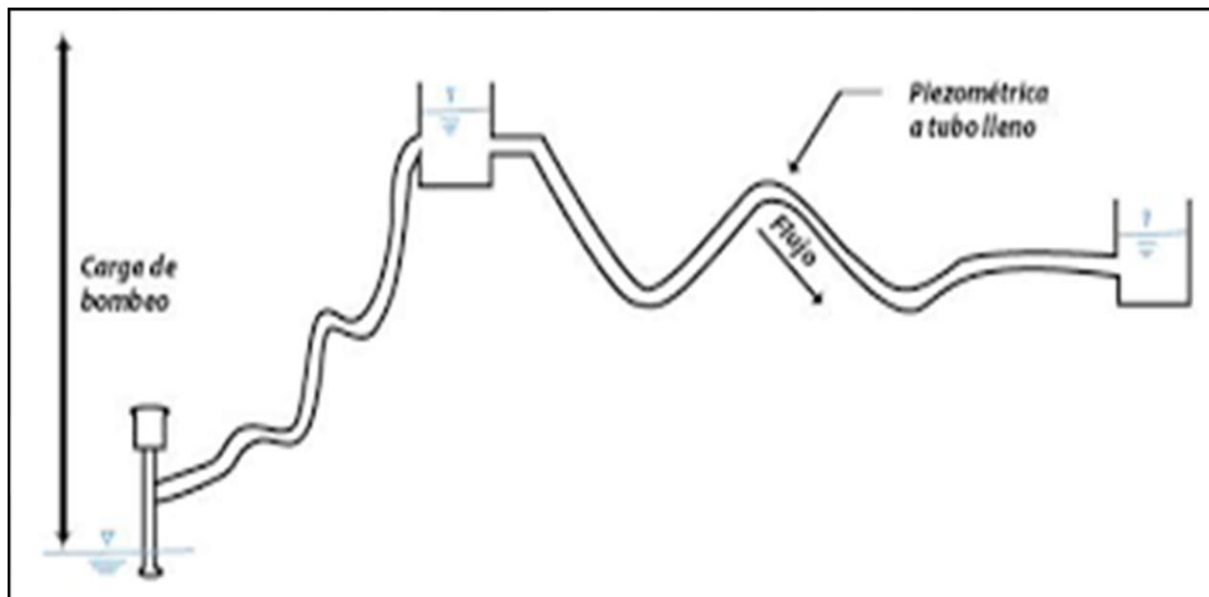
La acumulación de aire en los puntos alto provoca reducción del área de flujo del área y consecuentemente se produce un aumento en las pérdidas y por ende una disminución del gasto produce golpes repentinos en la tubería, a fin de prevenir este fenómeno debe utilizarse válvulas automáticas que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

#### **❖ Válvula de Limpieza.**

En las líneas de conducción con topografía accidentado existiera la tendencia a la acumulación de sedimento en los puntos por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permiten periódicamente la limpieza de tramo de tubería. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

## Líneas de Conducción por Bombeo.

Figura 8 Línea de Conducción por Bombeo.



Fuente: Google Imágenes

A diferencia de una línea de conducción por gravedad donde la carga disponible es un criterio lógico de diseño que permite la máxima economía, al elegir diámetro cuyas pérdidas de carga sean máxima, en el caso de líneas de conducción por bombeo la diferencia de elevación es la carga a vencer, que será incrementada de acuerdo a la selección de diámetros menores, existirá relación inversa de costo entre potencia requeridas y diámetro de la tubería. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

## Almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua tanto desde el punto de vista económico, así como su importancia en el funcionamiento Hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente. Los almacenamientos realizan las funciones de:

- ✓ Compensar las variaciones de consumo diario
- ✓ Mantener las presiones de servicio en la red de distribución
- ✓ Atender situaciones de emergencia, tales como incendio

Para el diseño de un tanque de almacenamiento se requiere considerar:

1. Capacidad o volumen de almacenamiento.
2. Ubicación.
3. Tipo de tanque.
4. Material de construcción.

El volumen compensado de variaciones horarias:

Para población  $\leq 20000$  habitante=  $25\% * CPD$

Y para población  $\geq 20000$  se determina en base a la curva masa. El 25% representa las seis horas de consumo.

El volumen de reserva para eventualidades.

V de reserva =  $15\% * CPD$  (consumo promedio diario).

Reserva para combatir incendio se hará con un almacenamiento de dos horas de acuerdo a la demanda de agua por incendio

Para población  $\geq 5000$  hab.: Incendio=  $(CMH-CMD) * 2/24$

La ubicación está en dependencia de la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Tipos de tanques.**

Pueden ser constituidos directamente sobre la superficie del suelo o sobre torre, cuando por razones de servicio haya que elevarlos.

- Suelo: concreto armado (rectangular o circular).
- Elevados: metálicos o de concreto.

Dimensiones: dependiendo de la capacidad requerida. Determinada la capacidad se selecciona la altura del cuerpo del tanque tomando en cuenta la mejor relación H/L ó H/D.

### **Materiales de construcción.**

Los tanques elevados pueden construirse de concreto armado o metálico o dependiendo de las condiciones locales, mantenimientos agresividad por la corrosión, la conveniencia para solucionar uno de otro tipo, mientras que los tanques sobre suelo pueden ser dimensionado de la manera antes mencionada (rectangular o circular principalmente metálicos). Las dimensiones más económicas para tanques  $D=H$ , consumo mínimo de materiales. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Tratamiento.**

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán de mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen pozo de tratamiento (como mínimos cloración) dependiendo de la calidad del agua. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Estación de bombeo.**

La mayoría de los casos los S.A.A.P necesitan de las estaciones de bombeo para elevar o darle presión suficiente al agua para abastecer satisfactoriamente a los distintos sectores de la ciudad. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Red de distribución.**

Distribuye el agua a todos los puntos de consumo. Su importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño (20-25 años).

Las cantidades de agua están definidas por los consumos, estimados en base a las dotaciones de agua. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Tipos de redes.**

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

#### ❖ **Tipos ramificados.**

Son redes de distribución constituidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueda constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos. Este tipo de red es usado cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

#### ❖ **Tipo mallado.**

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se trata siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

### **Configuración de la red.**

Las redes malladas estarán constituidas por la matriz de distribución de las tuberías principales, tuberías secundarias o de relleno y ramales abiertos.

Las tuberías principales constituyen las mallas cuyos tramos se definen con el nodo que lo comprenden. Para ellos se definen un nodo en bases a lo siguiente:

Intersección de dos tuberías principales.

Todo punto de alimentación.

Tramos no mayores de 500m (100-300)

### **Tubería principal.**

Díametros mayores se tomarán en cuenta, tomando en cuenta el desarrollo de la ciudad dependiendo de las áreas en expansión ya sea en la periferia motivado por la existencia de zonas planas propicias para el crecimiento.

Otras están limitadas por las condiciones topográficas de difícil desarrollo urbanístico por la existencia de ríos, mares o por disposiciones legales que no permiten el desarrollo hacia determinadas zonas, conduce a proyectos mallas internas previendo el desarrollo vertical.

### **Criterios de diseño.**

La red debe de presentar un servicio eficiente y continuo por lo cual su diseño debe de atender a las condiciones más desfavorables.

Al estudiar las variaciones de consumo, determinamos las horas del día, cuando el consumo de agua de la población llega a su máximo, lo cual permite definir el consumo máximo:

El consumo máximo horario es la condición que debe de ser satisfecha por la red de distribución, a fin de no provocar deficiencia en el sistema ( $CMH=2.5CPD$ ) con bombeo de máximo día, desde el tanque; desde la bomba consumo de máximo día, en este caso verificamos las presiones o rangos de presiones mínimas de operación que debe satisfacer la red de distribución.

Es a través del consumo de máximo día que se determina el mayor consumo de la población y por ende es la condición más desfavorable de la red de la urbanización o de la localidad correspondiente a la condición bombeo de máximo día con consumo promedio en la red, para fin del período de diseño.

Bombeo de máximo día sin consumo en la red para periodo de diseño.

Esto re replica cuando se aplica en el caso que se usan estaciones de bombeo, debería presentar los cálculos que determinen la capacidad y la carga total dinámica del equipo de bombeo. Este análisis cumple con el propósito de determinar las presiones máximas. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Velocidades permisibles.**

El criterio básico que se sigue en el diseño de las tuberías principales de la red es que las velocidades operación en los diversos tramos se mantenga dentro del rango recomendado por la norma, lográndose así un uso efectivo de las tuberías. Las velocidades de flujo permisibles andan entre los 3m/s y 0.6m/s como mínimo.

### **Presiones mínimas y máximas.**

Las presiones mínimas residuales en cada punto, están determinadas en base a los diámetros seleccionados, pérdidas por fricción en el tramo de tubería, caudal concentrado en el nodo y la ubicación del tanque. Las presiones mínimas residuales permitidas en ciudades, serán de 14mca y la presión máxima será de 50mca. En sistemas rurales la mínima es de 8mca y la máxima 60mca. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Diámetro mínimo.**

El diámetro mínimo recomendado como tubería de relleno es de 2" y el permisible es de 1 ½" en áreas rurales. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Sistema de distribución por gravedad.**

De acuerdo a la ubicación de la fuente respecto a la red y tanque de almacenamiento el análisis tratándose de una sola red se hace en base, al consumo de máxima hora y caso de incendio. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Sistema de distribución por bombeo.**

Existen 2 alternativas:

Bombeo directo al tanque de almacenamiento y distribución por gravedad.

Bombeo contra red de distribución, almacenamiento para la cual se hace el análisis del CMH (Consumo de máxima hora), CI (Consumo por Incendio) con bombeo de máximo día, bombeo de máximo día sin consumo a la red. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Procedimiento de diseño**

Se requiere conocer el punto de entrega para esto se tendrá conocimiento de la ubicación de la fuente; el punto de entrega será determinado por la ubicación del tanque



de almacenamiento que por medio del plano de curva de nivel y del conocimiento que se tenga de la localidad.

Una vez identificados los puntos de entrega se procede al trazado de las tuberías principales (circuitos), red secundaria. El criterio básico que se sigue en el diseño es las velocidades y las presiones.

Definidos los circuitos y anillos principales se proceden a definir las salidas en cada punto de concentración o nodo evitando salidas concentradas a distancias menores de 200m y mayores de 300m.

Para el análisis de la red de distribución es necesario tener tramos de tubería con longitudes no mayores a 500 mts. Principalmente longitudes entre 200 y 300 mts. Para garantizar un flujo estable a lo largo de la red distribución. En la unión de tuberías o cuando se da un cambio de diámetro de la misma, ahí habrá una salida de flujo.

Definidas las salidas de gastos, que lógicamente tienen que ser iguales a las entradas, éstas se distribuirán de acuerdo a la topografía del terreno y la selección de las mismas en cada tramo de la red.

Se procede al balance de las pérdidas de carga en los diferentes nodos por los métodos de análisis.

Una vez establecido el sistema de distribución de diámetros se procede a rellenar cada circuito utilizando tuberías de menores diámetros que los empleados como mínimo de 2”.

Las ubicaciones de hidrantes se conectan a las tuberías principales de 3” y su separación en zonas residenciales unifamiliares debe de ser de 200m. mientras que en otras zonas la separación será de 300 m. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

### **Análisis hidráulico de red cerrada.**

Una red de distribución cerrada de tubería puede ser interpretada como el conjunto de tuberías principales de agua potable de una urbanización o de cualquier otra localidad. Los caudales de salida son interpretados de forma concentradas en los nodos que se determinan a través de las áreas tributarias.

Para el análisis de una red de distribución cerrada por métodos prácticos manuales, así como también por medio de programas, es necesario tener datos principales dentro del proceso de análisis como son: las elevaciones de los puntos de interés, caudales a lo largo del tramo de tuberías, diámetro de las mismas en donde entra en juego el tipo de material a utilizar en la tubería por lo que respecta estos pueden ser de AC (asbesto cemento), HF (hierro fundido), PVC (tubería plástica de cloruro de polivinilo) y HF (hierro galvanizado), longitudes de los tramos y caudal de entrada a la red de distribución.

El método de balance descarga en los nodos es un proceso iterativo basado en las primicias de los caudales supuestos que se distribuyen en la red de distribución cumpliendo en cada nodo de la red la ecuación de continuidad dando sí que la sumatoria de los caudales de entrada a la red deberá ser iguales a la sumatoria de los caudales de salida.

Las sumatorias de las pérdidas de carga en cada circuito de la red en análisis deberá ser menor a 0.5 m y a lo largo de todo el esquema menor a 1 m, la convención de signos se adopta en cada circuito de forma independiente consistente con los caudales en la distribución en que las agujas del reloj se tomen como positivo, en caso contrario será negativo, dando así el signo de las pérdidas correspondientes a sus caudales; de modo que el caudal de la tubería en común a dos circuitos, para uno será positivo y para el otro será negativo. (Espinoza Medina, Pérez Rodríguez, & González Mendoza, 2006)

## 2.2. Marco Conceptual

➤ **Red de abastecimiento de agua potable.**

Sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable. (organosdepalencia, 2021)

➤ **Fuente de Abastecimiento.**

Que pueden ser ríos, lagos, embalses, agua de lluvias o aguas subterráneas. Las fuentes dependen de la calidad del agua y de la localización de la fuente con respecto a la población a suministrar. (Cualla, s.f.)

➤ **Captación.**

Estructura para captar el agua. para la captación de aguas subterráneas se habla de pozos. (Cualla, s.f.)

➤ **Tanque de almacenamiento de agua.**

Es un contenedor que se utiliza para almacenar agua que luego distribuirla a una red de tuberías. (Cualla, s.f.)

➤ **Distribución.**

Puede hacerse de la forma más simple; un suministro a través de una pileta o por medio de una forma más compleja a través de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio. (Cualla, s.f.)

➤ **Caudal hidráulico.**

Cantidad de fluido que circula a través de una sección de tubería, por unidad de tiempo, se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. (AguaMarket, 1999 - 2021)

➤ **Presión.**

El agua ejerce un empuje o presión sobre la pared del tubo o depósito que la contiene, y se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado - atmósferas - metros por columna de agua. (CONCEPTOS BÁSICOS DE HIDRÁULICA)

➤ **Dimensionamiento de tuberías.**

Una dimensión es una variable física utilizada para especificar o describir el comportamiento o naturaleza de un sistema o partícula. (Vargas, 2015)

➤ **Tuberías de agua Potable.**

En las instalaciones de fontanería podemos distinguir dos tipos de tuberías para agua potable: las de plástico y las de metal. Las tuberías de plástico más usadas son las de PVC (poli cloruro de vinilo), las de PEX (polietileno reticulado) y PolyPipe.

(Inspecciones Tecnicas, s.f.)

➤ **Topografía.**

Es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medida según los tres elementos del espacio. Estos tres elementos pueden ser, dos distancias y una elevación, o una distancia y una dirección o bien una combinación de los tres elementos. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (sistema métrico decimal) y para direcciones se emplean unidades de arco (grado sexagesimal).

(Morales, 2015)

➤ **Aguas subterráneas.**

Las aguas subterráneas son un recurso natural de agua dulce que se sitúan a nivel superficial en la corteza terrestre. Suelen encontrarse en formaciones geológicas impermeables llamadas acuíferos. El agua subterránea tiene un papel fundamental en la actividad humana y en el mantenimiento de los ecosistemas. (Aquaefundacion, s.f.)

➤ **Manto Freático.**

Los mantos freáticos son las capas de agua libre que se acumulan en el suelo a una determinada profundidad, saturándolo. Es equivalente a nivel freático, capa freática, tabla freática o capa freática, y puede ser la capa superior de un acuífero o tratarse del límite de la zona de saturación del suelo. (Lifeder, s.f.)

➤ **Prueba de Bombeo.**

Una prueba de bombeo esencialmente consiste del bombeo de agua desde un pozo, normalmente a caudal constante y la medición de cambios en los niveles de agua (descensos) en el mismo pozo y en los puntos de observación, o sectores de afloramiento o cauce superficial de flujo de agua. Asimismo, esta prueba mide los cambios en el nivel de agua y flujos luego de que el bombeo finaliza, esta información servirá para verificar los resultados del bombeo. (Zavaleta, 2019)

➤ **Ademe.**

Es un tubo de acero al carbono que se introduce dentro del pozo para evitar que el suelo se derrumbe y taponee nuevamente la perforación. Generalmente tiene el tubo un tramo liso y otro ranurado, por el que se filtra el agua después de haber pasado por un empaque de grava que se encuentra entre el ademe y el contra ademe y evita el arrastre de arenas dentro del pozo. (Martinez, 2016)

➤ **Estación de bombeo.**

Las estaciones de bombeo son estructuras o conjuntos de estructuras que tienen como objetivo impulsar el agua hacia una red de almacenamiento o hacia una red de distribución. (Sanitrit SFA, 2018)

➤ **Operación en serie.**

Cuando dos bombas que operan independientemente, se conectan de tal forma que la descarga de la primera se introduce en la succión de la segunda, se dice que están acopladas en serie. Por continuidad, el gasto que pasa por la primera, pasa por la segunda y como el impulsor adiciona energía, la carga resultante es la suma de las cargas que proporciona cada una de ellas. (Operaciones en serio y paralelo, s.f.)

➤ **Operación en Paralelo.**

Este tipo de operación es el más frecuente en la práctica por la versatilidad con que se presenta, ya que se puede adaptar a las diferentes condiciones de demanda. (Operaciones en serio y paralelo, s.f.)

➤ **Conducción por Gravedad.**

Un sistema de conducción por gravedad es aquel que permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta el tanque de almacenamiento. (Perez, s.f.)

➤ **Conducción por Bombeo.**

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para obtener la carga dinámica asociada con el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua. (Saldarriaga, 2021)

➤ **Conexiones domiciliarias de agua potable.**

Es el tramo de tubería de la instalación domiciliar, comprendida entre el punto de su conexión a la red de distribución hasta el medidor inclusive. (Lacayo, 1998)

➤ **Redes de recolección**

Son aquellas a las que se empalman las instalaciones domiciliarias de alcantarillado sanitario. (Lacayo, 1998)

➤ **Sistema.**

Es el conjunto de instalaciones y equipos interconectados entre sí para proveer un servicio público de agua potable o de alcantarillado sanitario. (Lacayo, 1998)

➤ **Parte aguas.**

Parteaguas es la línea imaginaria que une los puntos de mayor elevación del terreno y a su vez divide a la escorrentía en direcciones contrarias. Si tomamos de ejemplo una montaña, al llover el agua escurrirá en sentidos diferentes debido a la altura de ella. Esto es el parteaguas una línea imaginaria la cual tomará en cuenta la parte superior de las elevaciones para así tomar en cuenta hacia donde escurrirá el agua. (Hidrología BUAP, 2013)

### 2.3. Marco Espacial.

#### Características climatológicas.

De acuerdo con la clasificación climatológica de Nicaragua según estudios del INETER el clima del área de estudio corresponda a un clima tropical seco, que caracteriza a la región del pacífico y partes accidentales de la cordillera central, desde el nivel de mar hasta los 1000 mts de altura.

Tomando como referencia los registros de las precipitaciones, la cantidad anual de precipitaciones oscila entre los 1000 mm y 2000 mm, observándose un periodo seco con duración promedio de 6 meses, entre noviembre y abril en el que ocurre un 9 % de la precipitación total anual y un período lluvioso entre mayo y octubre en el que ocurre el 91% restante de la precipitación anual. (Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales, s.f.)

*Figura 9 Catedral de León*

La temperatura media anual es de 35°C, ocurriendo las más elevadas entre los meses de abril - mayo, y las mínimas entre diciembre y enero.



*Fuente: Google Imágenes*

El reparto se encuentra a una elevación de 86 metros sobre el nivel del mar (MSNM).

### Infraestructura de servicios públicos.

Conjunto de servicios, medios técnicos e instalaciones que permiten el desarrollo de una actividad. El reparto dispone de servicios públicos como instalaciones de energía eléctrica a cargo de DISNORTE-DISUR, telecomunicaciones por parte de la empresa Claro y agua potable por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL).

*Figura 10 Logo Enacal.*



*Fuente: Google Imágenes*

*Figura 12 Logo Claro.*



*Fuente: Google Imágenes*

*Figura 11 Logo Disnorte Dissur.*



*Fuente: Google Imágenes*



El reparto no tiene calles pavimentadas, tienen alcantarillados sanitarios, la mayoría de las viviendas son de materiales como: láminas de zinc, ladrillo, tablas de madera, bloque.

*Figura 14 Reparto Mariana Sampson*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Figura 13 Vivienda Mariana Sampson.*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Figura 16 Vivienda Mariana Sampson.*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Figura 15 Vivienda Mariana Sampson.*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Aspecto económico.**

La economía se centra también en el comportamiento de los individuos, su interacción ante determinados sucesos y el efecto que producen en su entorno. La economía de este reparto reposa sobre el trabajo informal, además de eso existen

Figura 18 Librería.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 20 Negocio Arte de Emily



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17 Farmacia.



Fuente: Elaboración Propia

otros tipos de actividades como negocios pequeños de ventas de granos básicos y pulperías, farmacia, así mismo existen personas que se dedican a trabajos de albañilería entre otros.

Figura 19 Taller Martínez.

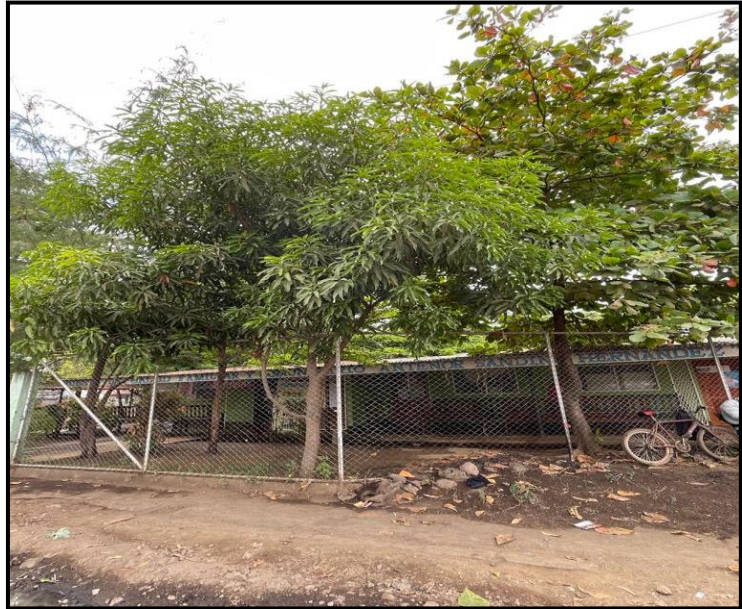


Fuente: Elaboración Propia

### **Sector salud.**

Es el conjunto de valores, normas, instituciones y actores que desarrollan actividades de producción, distribución y consumo de bienes y servicios cuyos objetivos principales o exclusivos son promover la salud de individuos o grupos de población. La asistencia médica para los pobladores del reparto Mariana Sampson está a cargo del Puesto de Salud Familiar y Comunitario Antenor Sandino Hernández.

*Figura 21 Puesto de Salud Comunitario Antenor Sandino Hernández.*



*Fuente: Elaboración Propia*

### **Educación**

Es un factor fundamental que impulsa el desarrollo, además de ser uno de los instrumentos más eficaces para reducir la pobreza y mejorar la salud.

*Figura 22 INATEC León.*



*Fuente: Google Imágenes*

El reparto Mariana Sampson no tiene centros de educación en ninguna de sus modalidades. el centro educativo más cercano es el Centro Tecnológico Juan de Dios Muñoz Reyes León INATEC perteneciente al reparto Utrecht ubicado al este del Reparto Mariana Sampson.

## Seguridad

Todas aquellas circunstancias relacionadas con el respeto y la protección de los derechos y los bienes de las personas y de su integridad física en una situación de convivencia ciudadana. La seguridad pública del reparto está a cargo de la Policía Nacional de Nicaragua y la Dirección General de Bomberos, ambos ubicados a unos 9 km aproximadamente del reparto.

*Figura 23 Logo Policía Nacional de Nicaragua.*



*Fuente: Google Imágenes*

*Figura 24 Logo Dirección General de Bomberos.*



*Fuente: Google Imágenes*

#### **2.4. Marco Temporal.**

El desarrollo del proyecto de investigación se realizó durante el periodo comprendido de febrero a mayo del año en curso el sitio en estudio se encuentra ubicado en el sector sureste de la ciudad de León específicamente en el reparto Mariana Sampson. Tiene una cobertura a nivel de curso de culminación en proyecto de investigación para optar al título, que pretende diagnosticar la problemática en el sistema de abastecimiento de agua potable en el reparto.

Académicamente, el proyecto se encuentra enmarcado dentro del área de la Ingeniería Civil aplicando conocimiento de las siguientes áreas.

- Metodología de la investigación.
- Visitas de campos
- Levantamiento topográfico.
- Estudio de población.

## **2.5. Marco Legal**

### **Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 007-19)**

#### **Capítulo I**

##### **Proyección De Población**

###### **1.1 Consideraciones generales.**

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

###### **1.2 Método por porcentaje de saturación.**

Este método ("The Logistic Grid") trata de determinar la población de saturación para un lugar determinado, luego de conocer sus tasas de crecimiento para varios períodos de tiempos anteriores. Conociendo esa población de saturación, se determinan los porcentajes correspondientes de saturación, basado en las poblaciones de los censos anteriores.

#### **Capítulo II**

##### **Dotaciones Y Demanda De Agua Para Consumo.**

###### **1.1 Dotaciones.**

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario contenido en los numerales.

### **1.2 Factores de máximas demandas**

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la manera siguiente:

#### **a) Demanda del máximo día.**

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.

#### **b) Demanda de la hora máxima.**

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

### **1.3 Pérdidas en el sistema**

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

### 1.1 Fuentes De Abastecimiento.

Tabla 3 Tipo De Pozos

| Clases de Pozos              | Diámetro pulg (mm)      | Prof. usual m | Rendimiento gpm (L/s) | Método constructivo    | Ubicación  |
|------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|--|
| <b>Pozos poco profundos:</b> |                         |               |                       |                        |  |
| <b>Excavados</b>             | 40-100<br>(1000) (2500) | 15-           | 15-70 (1) (4.4)       | Excavación             | En las formaciones no consolidadas o roca blanda.        |
| <b>Incados</b>               | 1.2-4<br>(30) (100)     | 15            | 8<br>(5)              | Impelido por percusión | En las formaciones no consolidadas y sin gravas ni rocas |
| <b>Pozos profundos:</b>      |                         |               |                       |                        |  |
| <b>Por percusión</b>         | Hasta 20<br>(500)       | Hasta 900     | 25-1500 (1.5)<br>(94) | Equipo de percusión    | En las formaciones de rocas consolidadas o de cantos     |
| <b>Por rotación</b>          | Hasta 20 (500)          | Hasta 900     | 25-1500<br>(1.5) (94) | Rotatorio              | En las formaciones no consolidadas                       |
| <b>Por rotación</b>          | Hasta 20 (500)          | Hasta 900     | 25-1500<br>(1.5) (94) | Rotatorio reversible   | En las formaciones no consolidadas                       |



## 1.2 Pozos.

Tabla 4 Ademes Mínimo De Pozos Según Caudal.

| Capacidad del pozo |        | Diámetro de ademe |      |
|--------------------|--------|-------------------|------|
| gpm                | (L/s)  | Pulg              | (mm) |
| 125                | 7.90   | 6                 | 150  |
| 300                | 18.90  | 8                 | 200  |
| 600                | 37.80  | 10                | 250  |
| 900                | 56.78  | 12                | 300  |
| 1300               | 82.00  | 14                | 350  |
| 1800               | 113.55 | 16                | 400  |

Tabla 5 Diámetros de Ademes según Caudal.

| Diámetros internos ademe o forro del pozo |              | Caudal de Bombeo |       |
|---|--------------|------------------|-------|
| pulgada                                   | (mm)         | gpm              | L/s   |
| 6   | (150) hasta  | 160              | (10)  |
| 8   | (200)        | 240              | (15)  |
| 10  | (250)        | 400              | (25)  |
| 12  | (300)        | 630              | (40)  |
| 14  | (350)        | 950              | (60)  |
| 16  | (400)        | 1270             | (80)  |
| 20  | (500)        | 1900             | (120) |
| 24  | (600)        | 3000             | (189) |
| 30  | (750) más de | 3000             | (189) |

Tabla 6 Diámetros de Ademes según Caudal.

| Caudal |      |               | Diámetro |        |
|--------|------|---------------|----------|--------|
| gpm    |      | L/s           | pulgada  | (mm)   |
| 0      | 50   | (0 - 3.15)    | 3        | (75.0) |
| 50     | 100  | (3.15 - 6.3)  | 4        | (100)  |
| 100    | 600  | (6.3 - 3.78)  | 6        | (150)  |
| 600    | 1200 | (37.8 - 75.7) | 8        | (200)  |

Tabla 7 Diámetro De Sartas De Conexión De Bombas.

| Diámetro de Sarta |               | Rango de Caudales |               |
|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Pulgada           | (mm)          | gpm               | (L/s)         |
| 2                 | (50) menor de | 80                | (5.0)         |
| 3                 | (75)          | 80 - 200          | (5.0 - 12.6)  |
| 4                 | (100)         | 200 - 400         | (12.6 - 25.2) |
| 6                 | (150)         | 400 - 900         | (25.2 - 56.8) |
| 8                 | (200)         | 900 - 1200        | (56.8 - 75.7) |
| 10                | (250)         | 1200 - 1600       | (75.7 - 101)  |

Tabla 8 Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen Williams

| Material del conducto   | Edad     |           |
|---|----------|-----------|
|   | Nuevos   | Inciertos |
| <b>Cloruro de Polivinilo (PVC)</b>                                | C<br>150 | C<br>130  |
| <b>Asbesto Cemento</b>  | 140      | 130       |
| <b>Hierro fundido corriente (interior y exteriormente)</b>        | 130      | 100       |
| <b>Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso</b> | 130      | 100       |
| <b>Hierro "dúctil"</b>  | 130      | 100       |

|                            |     |     |
|----------------------------|-----|-----|
| <b>Tubería de hormigón</b> | 130 | 120 |
| <b>Duelos de madera</b>    | 120 | 120 |

### **1.1 Velocidades permisibles.**

Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

### **1.2 Presiones mínimas y máximas.**

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 m; la carga estática máxima será de 50.00 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

### **1.3 Diámetro mínimo.**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

### **1.4 Conexiones domiciliarias.**

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½ (12.5 mm) pulgada.

Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

## **Capítulo VIII**

### **Almacenamiento**

#### **Generalidades.**

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera

que éstos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. En los sistemas en donde existan hidrantes para combatir incendios, también será necesario almacenar los volúmenes de agua para enfrentar estas circunstancias.

### **1.1 Capacidad mínima**

Debe estar compuesta por:

Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar.

- a) Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario.
- b) Para poblaciones mayores de 20.000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

### **1.2 Localización**

Los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red.

### **1.3 Clases de tanques**

Es obligatorio elaborar un estudio económico para escoger las clases de tanques más apropiados. Ellos pueden ser de:

- a) Concreto armado. Se recomienda que su profundidad sea menor de 7.00 metros para evitarse problemas con el diseño estructural y la permeabilidad.
- b) Acero. Se recomienda tomar en cuenta los costos de mantenimiento.
- c) Mampostería. Son recomendable para pequeñas localidades donde abunden los materiales de bolón o piedra cantera.

### 1.4 Tipos de tanques

Tanques sobre el suelo (superficiales) Se recomienda este tipo de tanques en los siguientes casos:

- a) Cuando lo permita la topografía del terreno.
- b) Cuando los requisitos de capacidad sean mayores de 250.000 galones.
- c) En el diseño de los tanques superficiales debe tenerse en cuenta lo siguiente:
- d) Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuestos a fin de permitir la circulación del agua.
- e) Debe proveerse un paso directo tipo puente (by-Pass) que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o la reparación del tanque.
- f) Siempre deben estar cubiertos.
- g) Las tuberías de rebose descargarán libremente, sobre obras especiales de concreto para evitar la erosión del suelo.
- h) Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y se prefiere que todos los accesorios de las tuberías sean tipo brida.
- i) Se recomienda una altura mínima de 3.00 metros, incluyendo un borde libre de 0.50 metros.
- j) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, marcador de niveles, etc.

### 1.5 Tanques elevados.

En el diseño de tanques elevados, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) Que el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- b) Debe utilizarse la misma tubería para entrada y salida del agua solo en el caso que el sistema sea fuente-red-tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente previendo la erosión del suelo mediante obras de protección adecuadas.
- d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías a excepción de las tuberías de rebose. Todos los accesorios de las tuberías serán tipo brida.

- e) Debe incluirse los accesorios como escaleras, dispositivos de ventilación, abertura de acceso marcador de niveles y en algunos casos una luz roja que prevenga accidentes de vuelos de aviones.
- f) La escalera exterior deberá tener protección adecuada y dispositivos de seguridad.
- g) Se diseñarán los dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del agua en el tanque.

**1.6 Tanques compensadores. combinados (sobre suelos y elevados).**

En los casos de almacenar grandes volúmenes de agua compensador se diseñarán dos almacenamientos uno sobre suelo cisterna y otro elevado para proporcionar las presiones.

## 2.6. Marco Institucional

### Universidad de Ciencias Comerciales Campus León

Figura 25 Logo UCC.



En el proceso de investigación otorgó acompañamiento técnico y metodológico que permitió concebir, plantear y desarrollar el tema objeto de investigación, esto conllevó a la recolección de documentación técnica que facilitó la elaboración del documento que nos permitirá optar el grado de ingeniero.

Fuente: Google Imágenes

### Alcaldía Municipal de León

Proporcionó información a través de la Dirección de Desarrollo Urbano Municipal sobre el censo realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), facilitó mediante la oficina del Departamento de Cooperación Externa información histórica del reparto Mariana Sampson, proveyó información sobre el pozo ubicado en el reparto Mariana Sampson, así como el dimensionamiento de la tubería existente.

Figura 26 Logo Alcaldía de León.



Fuente: Google Imágenes

## Empresa Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados sanitario (ENACAL)

Figura 27 Logo Enacal.



Fuente: Google Imágenes

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL, es la entidad pública que debe implementar la política de aguas para el consumo humano y el alcantarillado sanitario, el uso eficiente y racional de las fuentes de agua subterráneas y superficiales destinadas al agua potable que beneficiarán a la sociedad en su conjunto, con prioridad hacia los sectores menos atendidos por los gobiernos pasados.

Fue de mucha importancia en el proceso de recolección de información debido que brindo información sobre la fuente de abastecimiento del reparto Mariana Sampson, del pozo existente, accesorios utilizados, tanque y red de abastecimiento limitándose a la información proporcionada por la municipalidad.

## Ministerio de Salud (MINSAL)

Utilizando la información proporcionada por el Ministerio de salud se logró identificar las enfermedades más comunes que se registran en el reparto Mariana Sampson.

Figura 28 Logo MINSAL.



Fuente: Google Imágenes



## 2.7. Marco Histórico.

En 1998, cuando se inició la preparación y negociación del Proyecto de Expansión Urbana de León Sureste con el hermanamiento de Utrecht, el país se encontraba todavía asimilando la reciente guerra de casi 10 años (1981-1989), acompañada de bloqueo económico de los Estados Unidos y sus aliados, seguido de un fuerte cambio político y de Gobierno (1990) y de un proceso de aplicación de drásticas medidas de estabilización y de ajuste estructural que empezaron a dar sus primeros frutos macroeconómicos a partir de 1996. Sin dejar de mencionar afectaciones por fenómenos naturales de envergadura como el maremoto del Pacífico de 1992 o el huracán Mitch de 1998, los cuales provocaron que muchas familias quedaran damnificadas. Esta combinación de factores generó una fuerte presión y estrés en las ciudades, quienes no estaban preparadas para la absorción de este cúmulo de eventos, lo que llevó a una rápida proliferación de asentamientos informales e/o ilegales. (Pérez Casas & Magrinyà Torner, 2017)

El Plan de Desarrollo de la Expansión Urbana de León Sureste se aprobó en el año 1998 bajo la administración del Dr. Rigoberto Sampson Granera, la producción de lotes con servicios se generó principalmente durante los primeros 5 años (1999-2004), para ello se ejecutaron tres repartos, siendo uno de ellos el reparto Mariana Sampson. (Pérez Casas & Magrinyà Torner, 2017)

Los retos tanto para las nuevas municipalidades como para el Gobierno a inicios de la década de 1990 se presentaron en dos frentes, por un lado, el auge de las tomas de tierra de lotes vacíos y áreas verdes y, por otro lado, la generación del problema de la tenencia de la propiedad, muchas familias originales que se habían exiliado regresaron al país reclamando sus propiedades expropiadas o tomadas ilegalmente.

En este contexto nace el Proyecto de Expansión Urbana de León Sureste, como una iniciativa innovadora y pionera en el país, e independiente a cualquier política pública estatal o municipal sobre el sector, bajo la administración del Dr. Rigoberto Sampson Granera, entonces Alcalde de León, quien en su prólogo define al Plan como “un instrumento para el control de crecimiento futuro de nuestra ciudad y una guía para las acciones y proyectos que desarrollarán todas las instancias locales y la población en

general en pro del desarrollo planificado de la ciudad” de forma “social y económicamente sostenible y en armonía con el medio ambiente, para el beneficio de las generaciones futuras”. (Pérez Casas & Magrinyà Torner, 2017)

## 2.8. Estado del Arte

La administración y operación del sistema de agua potable del reparto Mariana Sampson es realizada por la delegación de ENACAL-León, la gestión comprende la operación técnica del sistema, el acueducto existente opera bajo el esquema fuente-tanque-red y presenta las siguientes características, la fuente de abastecimiento es de tipo subterráneo como parte del acuífero regional contenido en los depósitos aluviales y volcánicos, la obra de captación consiste en un pozo perforado localizado en la parte Norte del reparto con una edad de 19 años rehabilitado en el año 2016 con una profundidad de 122 m con rendimiento de 3887 m<sup>3</sup>/d, el equipo de bombeo opera 24 horas del día con potencia de 125 hp.

Actualmente la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados sanitarios Enacal está en el proceso de formulación de un proyecto que venga a mejorar los sistemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de León, dividiéndola en cinco zonas hidráulicas, cada una funcionara de forma independiente siguiendo el esquema fuente-tanque-red. Estas zonas serán las siguientes:

- Zona 1: Utrech y Mariana Sampson
- Zona 2: Los tanques, Ermita y San Carlos
- Zona 3: Rubén Darío y Hamburgo
- Zona 4: San Felipe y las Pilas
- Zona 5: Sutiaba

Este proyecto ejecutara la construcción de 11 nuevos pozos con la finalidad de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de León.

Tabla. Publicaciones sobre estado del arte en bases de datos científicas.

Tabla 9 Publicaciones sobre estado del arte en bases de datos científicas.

| Bases de datos científicas actualizadas | No. De publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo a la base de datos | No. De publicaciones con mayor reconocimiento científico | Tipos de publicaciones identificadas |
|---|--|--|--------------------------------------|
| Google Académico                        | Aproximadamente 47,900 resultados.   | 15 publicaciones citadas entre 6 - 33 veces.             | Artículos de Revisión Tesis          |
| Scielo                                  | Aproximadamente 39 resultados  | 5 publicaciones citadas entre 4 -10 veces                | Artículos de Revisión Tesis          |
| Dialnet                                 | Aproximadamente 293 resultados   | 7 publicaciones citadas entre 4 -10 veces                | Artículos de Revisión Tesis          |

Tabla. Principales teorías, aportes y contribuyentes a la línea o tema de investigación seleccionado

Tabla 10 Principales teorías, aportes y contribuyentes a la línea o tema de investigación seleccionado.

| <b>Autor(es) y año<br/>En orden cronológico</b>   | <b>Principales teorías y aporte al tema de investigación.</b>   |
|---|---|
| Huaquisto Cáceres Samuel, Chambilla Flores Isabel Gris-celda,2019 Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno. | El aumento de la densidad poblacional y la dinámica de la expansión urbana hacen que estas zonas sean vulnerables a la dotación de agua potable por la creciente demanda y los complejos sistemas de tratamiento y abastecimiento. El estudio analiza el consumo de agua influenciado por el ingreso económico y número de habitantes por vivienda a fin de compararlos con los va- |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>lores recomendados por la OMS; además, se determina la variación diaria y horaria del consumo de agua en la zona urbana de Salcedo-Puno.</p>   |
| <p>Ruiz Vela Edison Patricio, 2012 Estudio y Diseño de la Red de Agua Potable para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes: La Florida Baja, Zona Alta de Jesús de Gran Poder y Reina de Tránsito del Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua.</p> | <p>Se dispuso solucionar el problema realizando el Diseño de Agua Potable, el cual tendrá la función de dotar del líquido vital a las viviendas. En el sector de Jesús de Gran Poder existe un manantial del cual se va impulsar el agua mediante un sistema de bombeo hasta un tanque de reserva. La distribución de agua será por gravedad. Para el desarrollo del mismo, se necesitan tomar en cuenta factores como el crecimiento poblacional y el estudio topográfico. Para el diseño de agua potable es necesario considerar parámetros como: área que va a servir, periodo de diseño, caudal que se dispone, todo basado en normas generales para el diseño de agua potable.</p> |
| <p>Caravacas Antonio, Vela Antonio, 2002 Diseño de una metodología para estimar los consumos de la red de distribución de agua potable de Barquisimeto, Venezuela.</p>  | <p>Se desarrolló una metodología para la estimación de consumos de una red de distribución de agua potable, cuando no se cuenta con equipos de medición instalados en la red para la cuantificación de los mismos. Para tal fin se analizó la red de distribución de agua potable de la ciudad de Barquisimeto, que abastece a una población de alrededor de un millón de habitantes.</p>   |

*Fuente: Elaboración Propia*

### **CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

En la presente investigación se utilizó la siguiente metodología:

#### **3.1. Tipo de investigación:**

De enfoque cuantitativo descriptivo de corte transversal, con técnicas de recolección cuantitativas y cualitativas con las cuales se busca dar respuesta a la hipótesis y preguntas de investigación.

#### **3.2. Área de estudio:**

Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector Sureste de la ciudad de León.

#### **3.3. Unidades de análisis: población y muestra: tamaño de la muestra y muestreo:**

**Unidad de análisis:** Sistema de distribución de agua potable.

**Población:** Viviendas que se encuentran legalmente atendidas por el servicio de agua potable, según registro ENACAL.

**Muestra:** De la población en estudio se consideró como muestra 41 familias, el muestreo se aplicó por conveniencia siendo un muestreo no probabilístico y no aleatorio de acuerdo a la dificultad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra en un intervalo de tiempo dado.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Las técnicas son cuantitativas y cualitativas

Se utilizaron fuentes primarias y secundarias

Fuentes Primarias: Se realizó encuesta, entrevistas y visitas de campo.

Fuentes Secundarias: Se consultaron informes, sitios web, internet,

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Tabla 11 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

| Técnicas de investigación cuantitativa | Tipos  | Instrumentos de recolección de datos   | Herramientas o recursos materiales   |
|--|--|--|--|
| <b>Encuesta</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preguntas: Orales y escritas.</li> <li>✓ Estructurada.</li> <li>✓ Aplicada individual.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuestionario.</li> <li>✓ Guía de encuesta.</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Computadora.</li> <li>✓ Celular.</li> <li>✓ Internet.</li> <li>✓ Microsoft Word y Excel.</li> <li>✓ SPSS</li> </ul>               |
| <b>Entrevistas</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estructurada.</li> <li>✓ Aplicada individual.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guía de preguntas.</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grabación.</li> <li>✓ Computadora.</li> <li>✓ Celular.</li> <li>✓ Internet.</li> <li>✓ Microsoft Word.</li> <li>✓ SPSS</li> </ul> |
| <b>Observación</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estructurada.</li> <li>✓ De campo.</li> <li>✓ Grupal.</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guía de observación.</li> <li>✓ Diario de notas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Celular.</li> <li>✓ Libreta de notas.</li> </ul>  |
| <b>Análisis documental</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Análisis de contenido.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro de datos.</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisión bibliográfica en base de datos.</li> </ul>   |

| Técnicas de investigación cuantitativa            | Tipos                  | Instrumentos de recolección de datos  | Herramientas o recursos materiales  |
|---|------------------------|---|---|
| <b>Topografía</b>                                 | ✓ De tipo Altimétrico  | ✓ Levantamiento topográfico   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estación Total.</li> <li>✓ Prisma.</li> <li>✓ Bastón.</li> <li>✓ Cinta de tela</li> <li>✓ Cintra Métrica.</li> <li>✓ Martillo.</li> <li>✓ Clavos.</li> </ul> |
| <b>Visitas al pozo y tanque de almacenamiento</b> | ✓ Observación de Campo | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro de Datos.</li> <li>✓ Medición.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Libreta de Campo.</li> <li>✓ Celular.</li> <li>✓ Cinta de Tela.</li> </ul>   |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos:

A diferencia de los métodos, las técnicas constituyen elementos de investigación más precisos, específicos y concretos en la ejecución de la investigación, a través de las técnicas operacionalizamos los diversos indicadores en la práctica.

Entre ellos se tiene:

#### ❖ Encuesta (Ver Anexo5):

La validación de la encuesta se realizó mediante el Software Estadístico **SPSS (Statistical Package For Social Sciences)**, que significa Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales.

Mediante el Software SPSS se obtuvo el coeficiente **Alfa de Cronbach**, dicho coeficiente corrobora la confianza que se tiene en el instrumento a través de un Alfa de Cronbach mayor de 0,7 (cuanto más cercano a 1 mejor) y de esta manera comprobar la validez del instrumento mediante un análisis factorial el cual lleva a cabo una reducción de dimensiones que pasa de muchas variables a unos pocos componentes o factores que explican un porcentaje importante de la variabilidad.

Se realizó el análisis de la muestra de 41 familias del cual se obtuvo un **0.721** el cual cumple con el rango de confiabilidad y validez del instrumento.

Tabla 12 Alfa De Cronbach.

| Estadísticas de fiabilidad |                |
|----------------------------|----------------|
| Alfa de Cronbach           | N de elementos |
| 0.721                      | 5              |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS



Según el Alfa de Cronbach estima cómo fiables las respuestas dadas a un conjunto de ítems señalando el grado de consistencia de las respuestas, a continuación, se muestra en la tabla el grado de fiabilidad del instrumento utilizando el SPSS para dicho análisis.

Tabla 13 Resumen de procesamiento de datos.

| Resumen de procesamiento de casos |                       |   |       |
|-----------------------------------|-----------------------|---|-------|
|                                   |                       | N | %     |
| Casos                             | Válido                | 3 | 37.5  |
|                                   | Excluido <sup>a</sup> | 5 | 62.5  |
|                                   | Total                 | 8 | 100.0 |

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 29 Encuesta.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES  
UCC-LEON

**ENCUESTA**

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Objetivo:** El propósito de la siguiente encuesta es conocer la opinión de los habitantes acerca de la problemática de abastecimiento de agua potable del reparto Mariana Sampson.

Fecha: \_\_\_\_\_

**Responda:**

**Por favor marque con una X la opción que considere:**

1) ¿Cuenta usted con el servicio de agua potable?  
Si \_\_\_ No \_\_\_

2) ¿De dónde obtienen el agua que utiliza para uso doméstico?  
a) Red de ENACAL \_\_\_  
b) Acarreo \_\_\_  
c) Pozo Propio \_\_\_  
d) Sistema de agua \_\_\_

3) ¿Cómo Califica el servicio de agua potable que recibe en su vivienda?  
a) Excelente \_\_\_  
b) Muy Bueno \_\_\_  
c) Regular \_\_\_

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30 Encuesta.

d) Malo \_\_\_

4) ¿Se encuentra satisfecho con el servicio de agua potable que ofrece?  
Si \_\_\_ No \_\_\_

5) ¿Cuántas horas está disponible para su uso el agua potable?  
a) 1 hora- 2 horas \_\_\_  
b) 2 horas- 3 horas \_\_\_  
c) 3 horas- 4 horas \_\_\_  
d) 5 horas a mas \_\_\_

6) Durante las horas que dispone de agua potable ¿Cómo califica el flujo del agua?  
a) Satisfactoria \_\_\_  
b) Deficiente \_\_\_

7) ¿Considera necesario mejorar el servicio de agua potable?  
a) Si \_\_\_  
b) No \_\_\_

8) ¿Almacena usted en recipientes agua potable ante la carencia de la misma?  
Si \_\_\_ No \_\_\_

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Entrevista (Ver Anexo 6):

La entrevista es una de las herramientas para la recolección de datos más utilizadas en la investigación, permite la obtención de datos o información del sujeto de estudio mediante la interacción oral con el investigador.

Para la validación de contenido de la entrevista se ha llevado a cabo un análisis usando el Software Estadístico **SPSS (Statistical Package For Social Sciences)**, que significa Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales, donde el **Alfa de Cronbach** nos permite referir que el instrumento es confiable ya que nos da un rango de **9.1**

Tabla 14 Estadísticas de fiabilidad.

| Estadísticas de fiabilidad |                |
|----------------------------|----------------|
| Alfa de Cronbach           | N de elementos |
| 9.104E-15                  | 4              |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Con la validación de la presente entrevista se puede afirmar que este instrumento muestra indicadores suficientes para ser considerada válida y fiable para ser utilizada en el estudio y análisis de la información.

El diseño de la entrevista fue basado en la problemática y situación actual del sistema de abastecimiento en el reparto Mariana Sampson. Se realizó la selección de las preguntas que se consideraron oportunas, adaptándolas al contexto en el que se encuadra el estudio, eliminando aquellas que se consideraron menos útiles y añadiendo nuevas preguntas, para no dar lugar a preguntas que no pueda interpretar el entrevistado. Se decidió redactar todas las preguntas de manera neutra, es decir, no se redactaron de forma positiva ni de forma negativa.

Para obtener datos sobre el estudio que se realizó en el área encargada hemos validado, sometiéndola a una prueba piloto.

Mediante esta técnica apoyándose del instrumento de recolección de datos se aplicó la entrevista al Ing. Yader Cisneros jefe de Supervisión Técnica de ENACAL León.

Figura 32 Formato Entrevista.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES  
UCC-LEON

UCC  
ENTREVISTA

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

Fecha: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Entrevistado: Ing. Yader Cisneros

**Preguntas**

1. ¿Cómo está formado el sistema de abastecimiento de agua potable del Reparto Mariana Sampson?
2. ¿Cuándo fue construido?
3. ¿Porque está construido en esa ubicación?
4. ¿Qué tipo de fuente de abastecimiento tiene el reparto Mariana Sampson?
5. ¿Qué tipo de pozo encontramos en el reparto Mariana Sampson?
6. ¿Cuáles son los caudales y Ademes de estos pozos según su caudal?
7. ¿Qué tipo de estación de bombeo encontramos en estos repartos?
8. ¿Qué tipo de bomba encontramos en este pozo?
9. ¿Cuál es su capacidad?
10. ¿Cuáles fueron los criterios utilizados para seleccionar esta bomba?
11. ¿Hay algún equipo auxiliar en este sistema de bombeo?
12. ¿Cuál es la velocidad de esta bomba?
13. ¿Cuál es el diámetro de descarga de esta bomba?

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31 Formato Entrevista.

14. ¿Cuál es el diámetro de las válvulas de compuerta y válvula de retención?
15. ¿Cuál es el diámetro del medidor de agua?
16. ¿Cuál es el diámetro de la válvula de alivio?
17. ¿Cuáles son los motores eléctricos utilizados y cuales son su capacidad de uso estándar?
18. ¿Cuál es la velocidad de operación de estos motores?
19. ¿Cuáles fueron las dotaciones por persona, el periodo de diseño, la población futura y los factores específicos utilizados en su momento para el diseño de estos pozos?
20. ¿Cuánto es la máxima presión en la red y a qué hora?
21. ¿Cuáles fueron los criterios para el dimensionamiento y capacidad del tanque?
22. ¿Cuál es la Capacidad del tanque del Reparto Mariana Sampson?

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Observación:

La Observación es un método por el cual el investigador se encuentra en el lugar en el que se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente, ya que, de lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos. Toda investigación lleva consigo un proceso de observación.

Para este instrumento de recolección de datos se utilizó un formato obtenido de la Unidad Municipal De Agua y Saneamiento (UMAS) facilitada por el Ing. Benito Abarca responsable de UMAS, el cual es aplicado por este ministerio en sus visitas de inspección de sitio, esto permitió realizar la observación y recolección de datos en orden.

Figura 33 Formato Guía de Observación de Campo.

**GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO**

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Observador:** \_\_\_\_\_

| GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO REPARTO MARIANA SAMPSON |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Parámetros   | Resultados obtenidos de observación |
| Clima  |                                     |
| Infraestructura de servicios públicos                |                                     |
| Aspecto Económico                                    |                                     |
| Sector Salud   |                                     |
| Educación  |                                     |

| GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO REPARTO MARIANA SAMPSON |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Parámetros   | Resultados obtenidos de observación |
| Seguridad  |                                     |
| <b>Observación en General:</b>                       |                                     |
|  |                                     |

Prof. Benito Abasco  
Resp. UMAS

Fuente: Unidad Municipal de Agua y Saneamiento

### ❖ Análisis Documental (Ver Anexo 3):

En el análisis documental se recolecto información de fuentes secundarias confiables (Google Académico, Scielo, Dialnet, página web de la Empresa Nicaragüense de Alcantarillado Sanitario) y libros, con el fin de recolectar datos sobre las variables de interés.

Para la recolección y análisis de datos bibliográficos se utilizó la ficha de registro de datos ya que es el instrumento que más se acostumbra a utilizar para investigación documental.

*Figura 34 Formato Ficha de Análisis Documental*

| FICHA DE REGISTRO DE DATOS DOCUMENTALES. |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

### ❖ Topografía (Ver Anexo 2):

El estudio topográfico del sitio se realizó con el acompañamiento del Ing. José Luis Loaisiga, topógrafo con siete años de experiencia utilizando la estación Total Cygnus 2LS de 2" y el Software Topcon Link.

Para la validación de este instrumento se utilizó la siguiente plantilla generada por la base de datos de la estación total.

Figura 35 Formato de Tabla Topográfica.

| CYGNUS 2LS TOTAL STATION DATABASE |   |   |   |             |
|-----------------------------------|---|---|---|-------------|
| Work Date                         |   |   |   |             |
| Work                              |   |   |   |             |
| Number of Points                  |   |   |   |             |
| Scale                             |   | X | Y | Z           |
| Point                             | N | E | Z | Description |
|                                   |   |   |   |             |
|                                   |   |   |   |             |
|                                   |   |   |   |             |
|                                   |   |   |   |             |
|                                   |   |   |   |             |
|                                   |   |   |   |             |
|                                   |   |   |   |             |

Fuente: Estación Total Cygnus 2LS

#### ❖ Visita al Pozo y Tanque de Almacenamiento (Ver Anexo 4):

Las visitas al pozo y tanque de almacenamiento fueron realizadas con el acompañamiento del Ing. Yader Cisneros quien fue el encargado por parte de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios ENACAL-LEON para proporcionar información sobre el sistema de abastecimiento de agua potable del Reparto Mariana Sampson.

El instrumento utilizado para la visita de campo fue ficha de Checklist obtenida de la Unidad Municipal De Agua y Saneamiento (UMAS) facilitada por el Ing. Benito Abarca responsable de UMAS.

Figura 36 Formato de Checklist

**Checklist Visita de Campo Pozo y Tanque de Almacenamiento Reparto Mariana Sampson**

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Alumno:** \_\_\_\_\_

**POZO**

**Clase de Pozo**

1) Pozo poco profundo \_\_\_\_

a) Excavado \_\_\_\_

b) Incauto \_\_\_\_

2) Pozo profundo \_\_\_\_

a) Por percusión \_\_\_\_

b) Por Rotación \_\_\_\_

c) Por Rotación \_\_\_\_

**Profundidad**

15- \_\_\_\_

100- \_\_\_\_

Hasta 900 \_\_\_\_

**ADEME**

**Diámetro de ademe en Pulgadas**

a) 6 \_\_\_\_

b) 8 \_\_\_\_

c) 10 \_\_\_\_

- d) 12 \_\_\_\_
- e) 14 \_\_\_\_
- f) 16 \_\_\_\_

**SARTAS**

**Diámetro de Sargas en Pulgadas**

- a) 2 \_\_\_\_
- b) 3 \_\_\_\_
- c) 4 \_\_\_\_
- d) 6 \_\_\_\_
- e) 8 \_\_\_\_
- f) 10 \_\_\_\_

**Las sargas llevan:**

**Mandmetro**

- a) Si \_\_\_\_
- b) No \_\_\_\_

**Medidor de Agua**

- a) Si \_\_\_\_
- b) No \_\_\_\_

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

**Clases de tanque**

- a) Concreto Armado \_\_\_\_
- b) Acero \_\_\_\_
- c) Mampostería \_\_\_\_

**Tipo de Tanque**

- a) Tanque sobre el suelo (superficial) \_\_\_\_
- b) Tanque elevado \_\_\_\_

- c) Tanque compensador e. combinado (sobre suelo y elevado) \_\_\_\_

**El tanque está inhabilitado:**

- a) Si \_\_\_\_
- b) No \_\_\_\_

**EQUIPO DE BOMBERO**

El equipo de bombeo es:

- a) Sumergible \_\_\_\_
- b) No Sumergible \_\_\_\_

Marca y tipo de la bomba: \_\_\_\_\_

*Fuente: Unidad Municipal de Agua y Saneamiento*



### 3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información

#### Encuesta.

De la encuesta realizada se obtuvo:

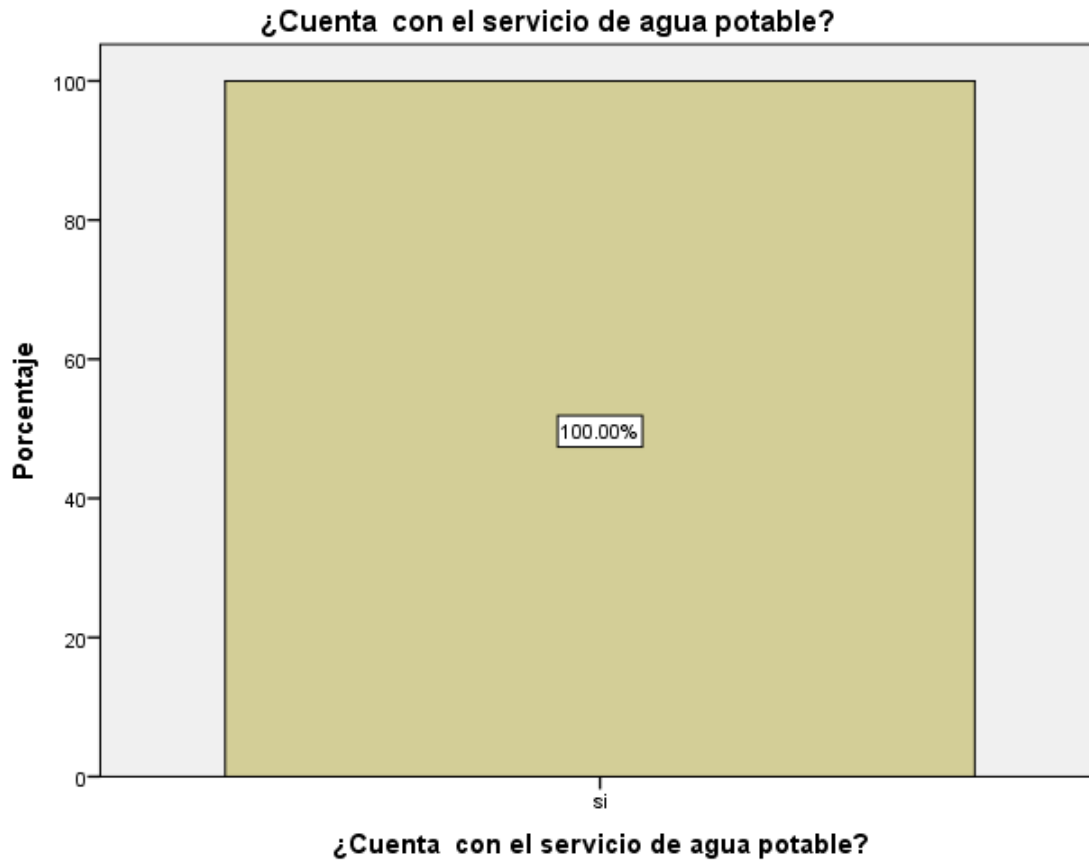
De la muestra obtenida el 100% de los encuestados tienen el servicio de agua potable.

Tabla 15 Encuesta Pregunta Uno.

| 1. ¿Cuenta con el servicio de agua potable? |    |            |            |                   |                      |
|---|----|------------|------------|-------------------|----------------------|
|   |    | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido                                      | si | 41         | 100.0      | 100.0             | 100.0                |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 37 Grafico Uno.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

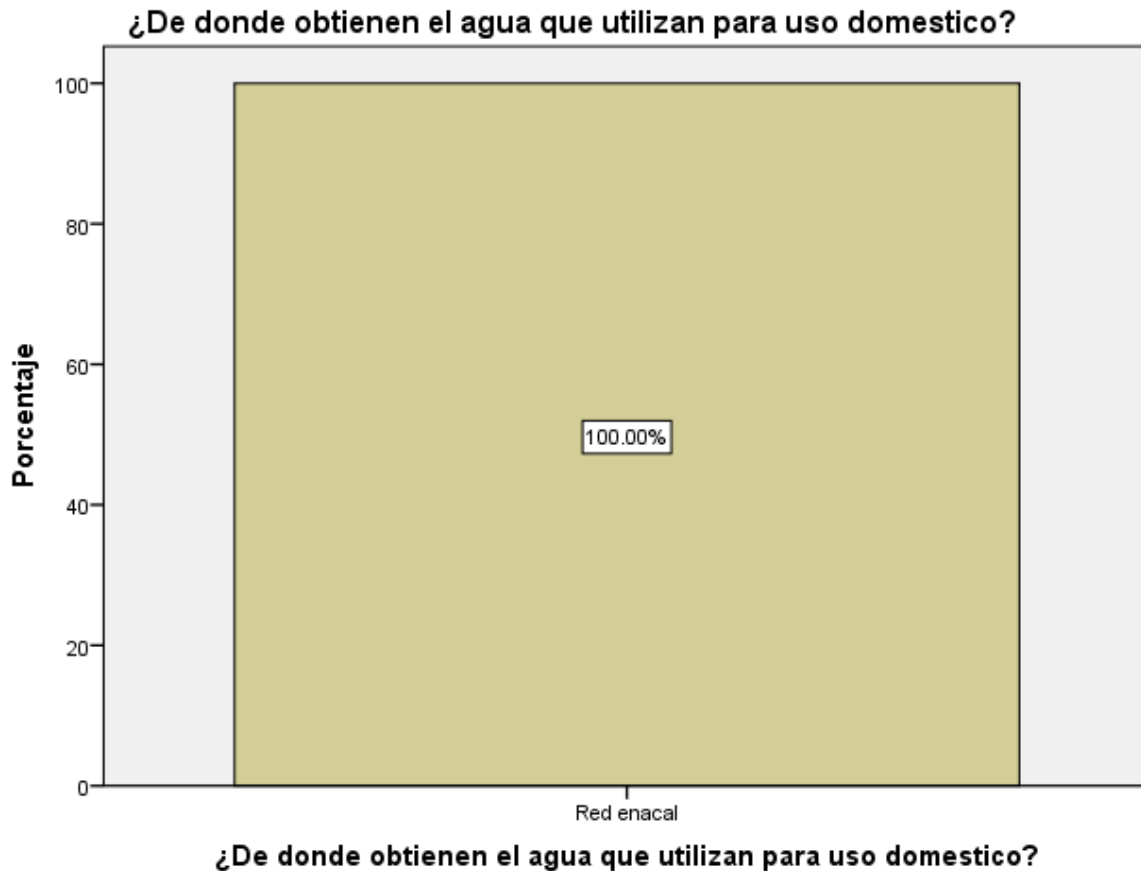
De la muestra obtenida el 100% de los encuestados obtienen el agua potable de la red de ENACAL.

Tabla 16 Encuesta Pregunta Dos.

| 2. ¿De dónde obtienen el agua que utilizan para uso doméstico? |            |            |            |                   |                      |
|--|------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|  |            | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido   | Red Enacal | 41         | 100.0      | 100.0             | 100.0                |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 38 Grafico Dos.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

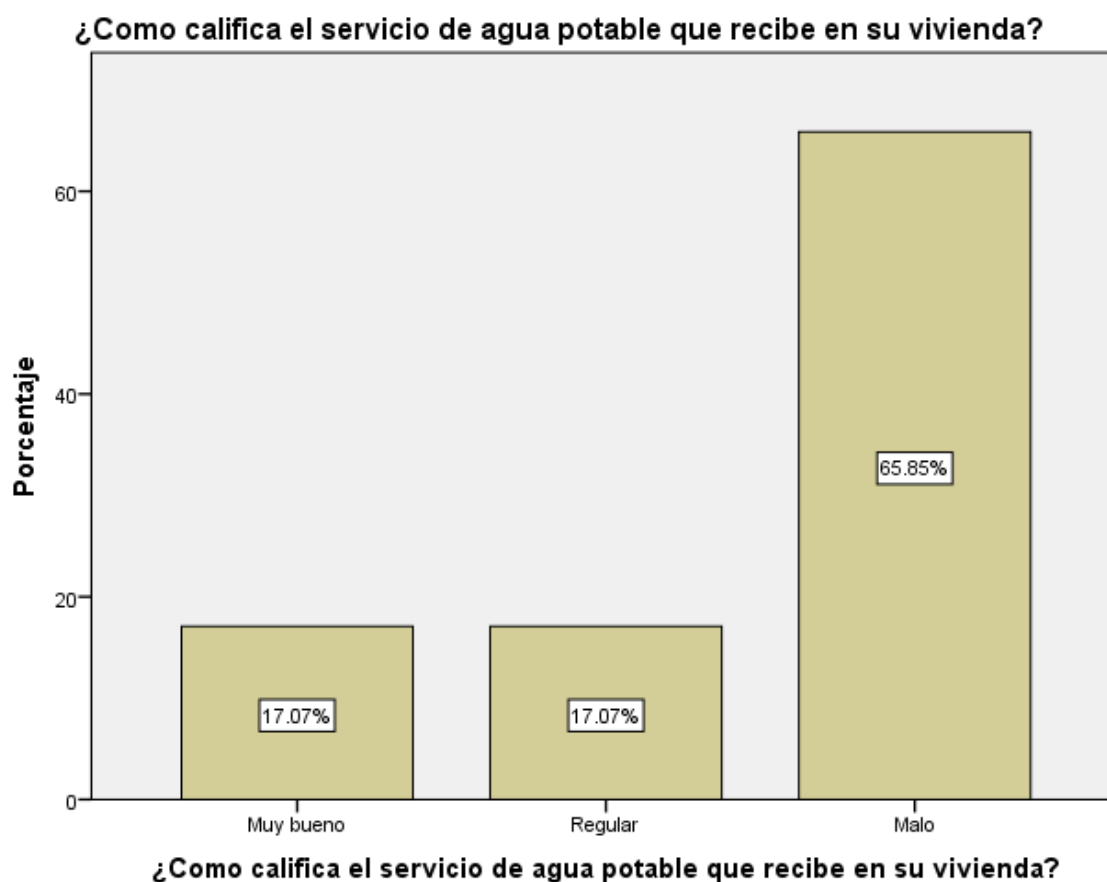
De la muestra obtenida el 17.1% de los encuestados califican el servicio de agua potable como muy bueno, el 17.1% lo califican como regular y el 65.9% lo califica como malo.

Tabla 17 Encuesta Pregunta Tres.

| 3. ¿Como califica el servicio de agua potable que recibe en su vivienda? |           |            |            |                   |                      |
|--|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|  |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido   | Muy bueno | 7          | 17.1       | 17.1              | 17.1                 |
|  | Regular   | 7          | 17.1       | 17.1              | 34.1                 |
|  | Malo      | 27         | 65.9       | 65.9              | 100.0                |
|  | Total     | 41         | 100.0      | 100.0             |                      |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 39 Grafica Tres.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

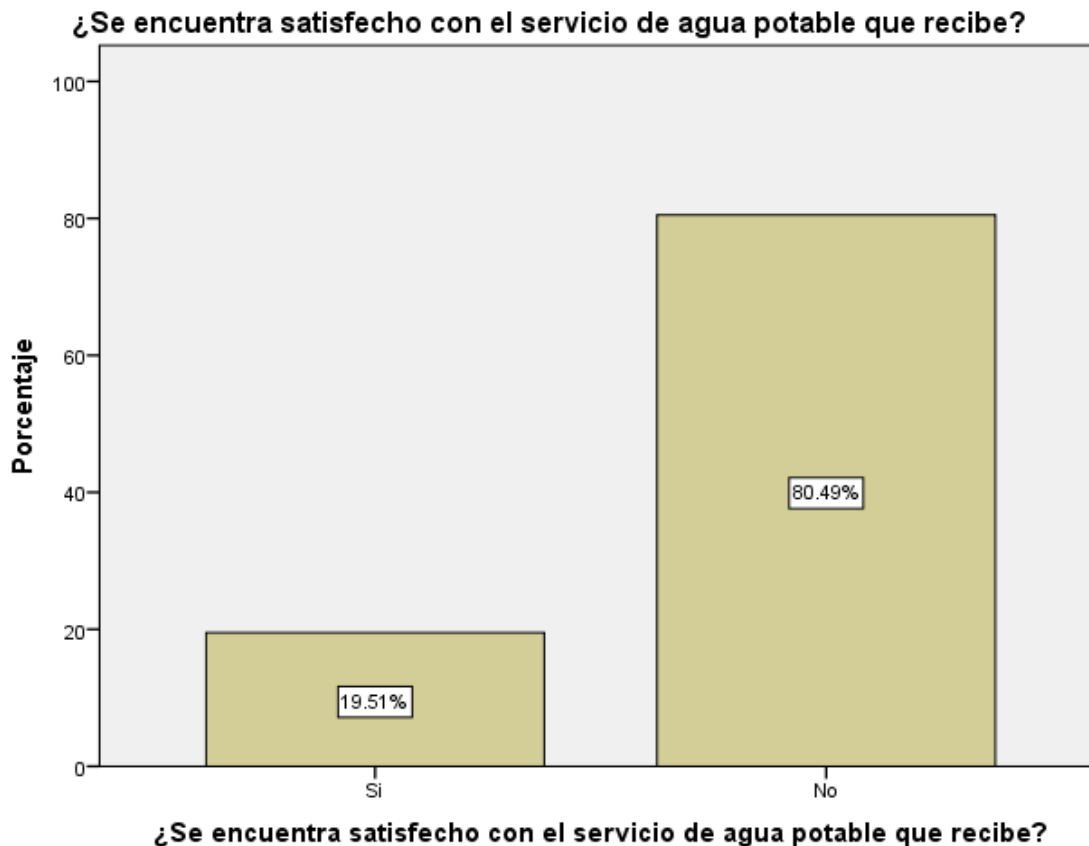
De la muestra obtenida el 19.5% de los encuestados se encuentran satisfechos con el servicio de agua potable y el 80.5% no se siente satisfecho.

Tabla 18 Encuesta Pregunta Cuatro.

| 4. ¿Se encuentra satisfecho con el servicio de agua potable que recibe? |       |            |            |                   |                      |
|---|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|   |       | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido  | Si    | 8          | 19.5       | 19.5              | 19.5                 |
|   | No    | 33         | 80.5       | 80.5              | 100.0                |
|   | Total | 41         | 100.0      | 100.0             |                      |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 40 Grafico Cuatro.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

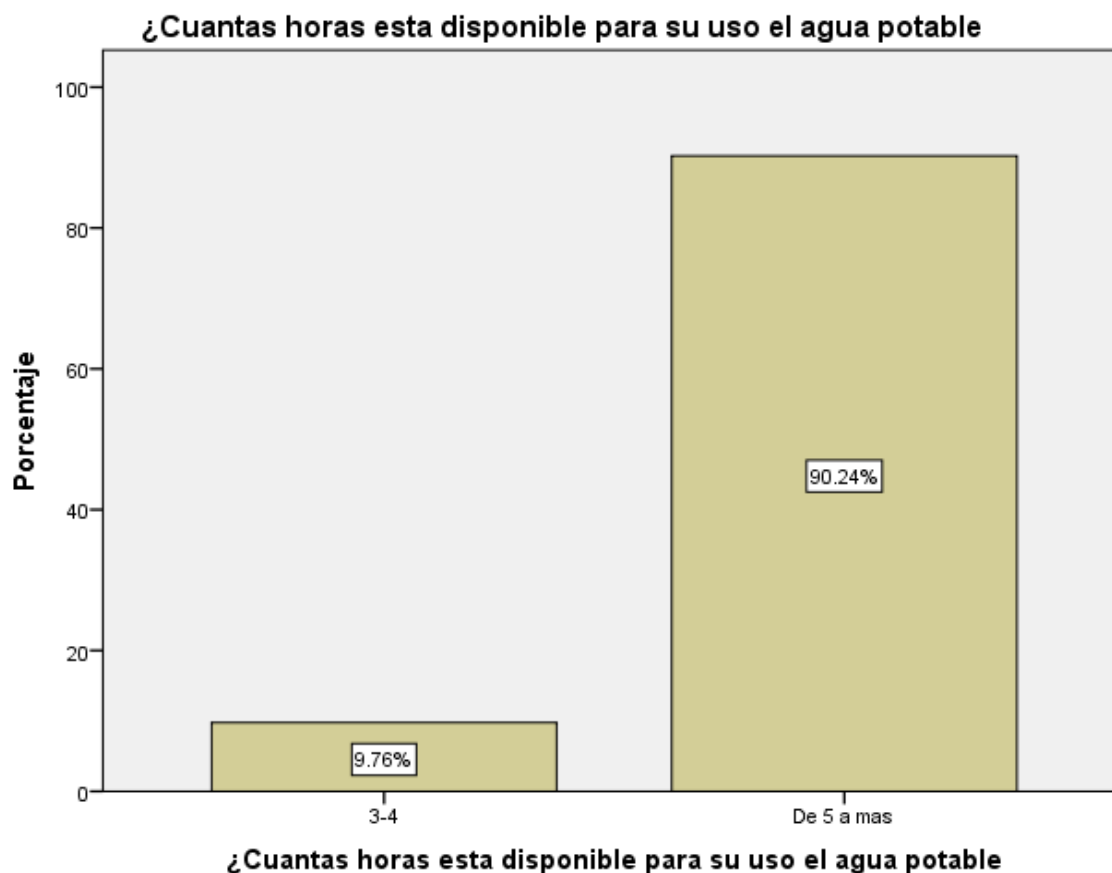
De la muestra obtenida el 9.8% de los encuestados disponen del agua de 3-4 horas y el 90.2% de 5 a más horas al día.

Tabla 19 Encuesta Pregunta Cinco.

| 5. ¿Cuántas horas está disponible para su uso el agua potable |            |            |            |                   |                      |
|---|------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|   |            | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido  | 3-4        | 4          | 9.8        | 9.8               | 9.8                  |
|   | De 5 a mas | 37         | 90.2       | 90.2              | 100.0                |
|   | Total      | 41         | 100.0      | 100.0             |                      |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 41 Grafico Cinco.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

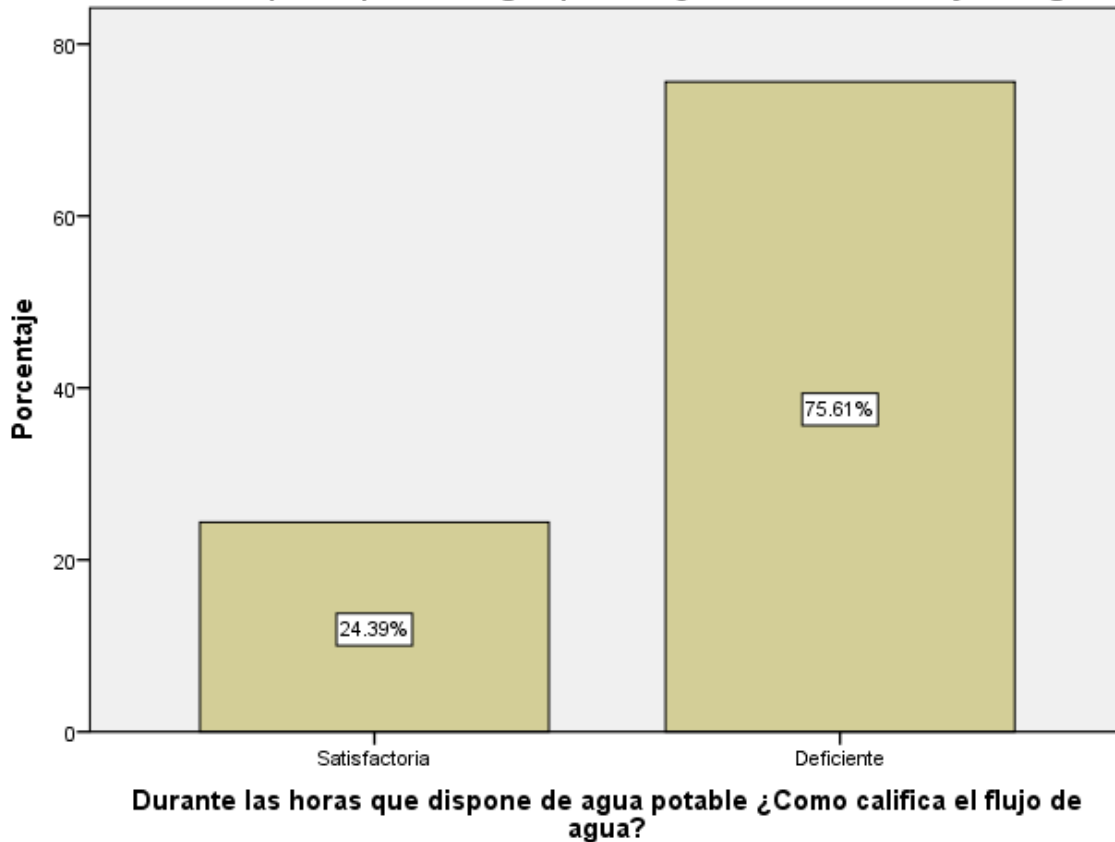
De la muestra obtenida el 75.6% de los encuestados califican el servicio de agua potable como deficiente, y el 24.4% como satisfactorio.

Tabla 20 Encuesta Pregunta Seis.

| 6. Durante las horas que dispone de agua potable ¿Como califica el flujo de agua? |               |            |            |                   |                      |
|---|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|   |               | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido  | Satisfactoria | 10         | 24.4       | 24.4              | 24.4                 |
|   | Deficiente    | 31         | 75.6       | 75.6              | 100.0                |
|   | Total         | 41         | 100.0      | 100.0             |                      |

Figura 42 Grafico Seis.

Durante las horas que dispone de agua potable ¿Como califica el flujo de agua?



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

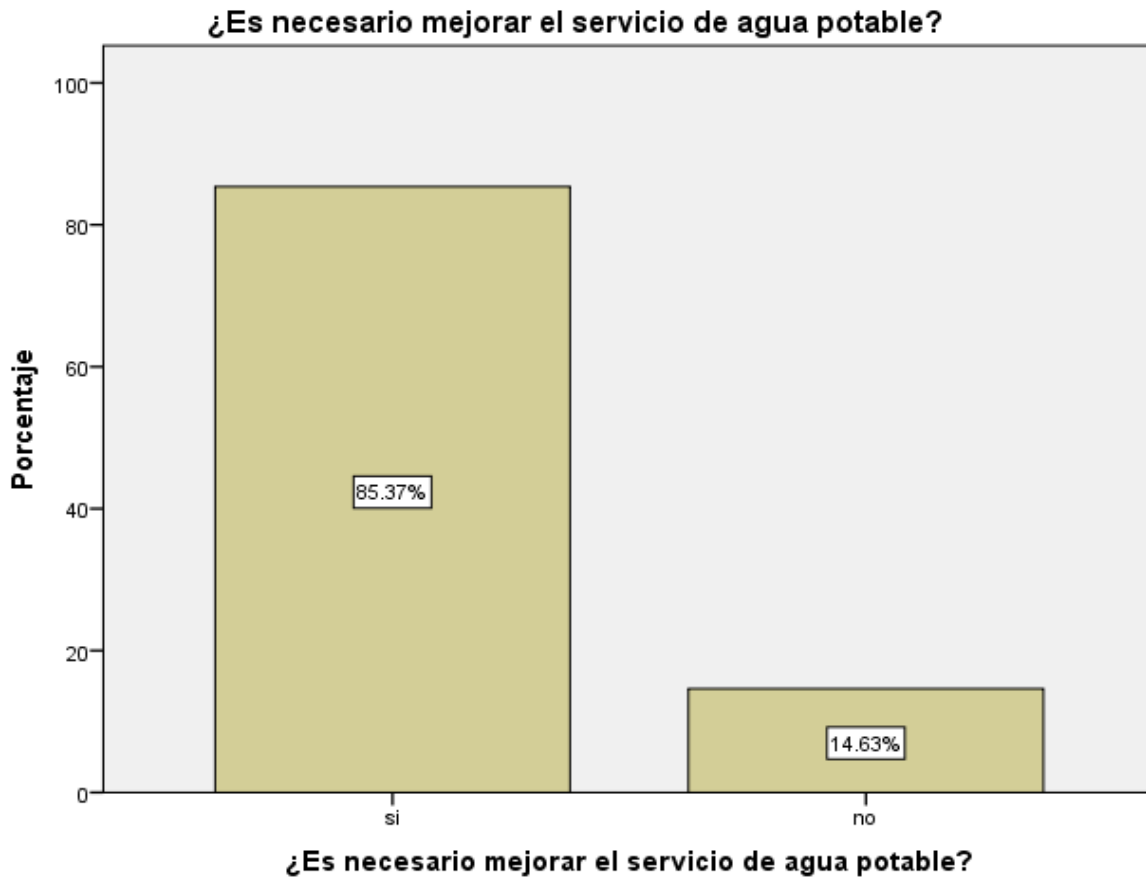
De la muestra obtenida el 85.4% de los encuestados consideran que es necesario mejorar el servicio de agua potable y el 14.6% dice que no es necesario mejorar el servicio de agua potable.

Tabla 21 Encuesta Pregunta Siete.

| 7. ¿Es necesario mejorar el servicio de agua potable? |       |            |            |                   |                      |
|---|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|   |       | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido  | Si    | 35         | 85.4       | 85.4              | 85.4                 |
|   | No    | 6          | 14.6       | 14.6              | 100.0                |
|   | Total | 41         | 100.0      | 100.0             |                      |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 43 Grafico Siete.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

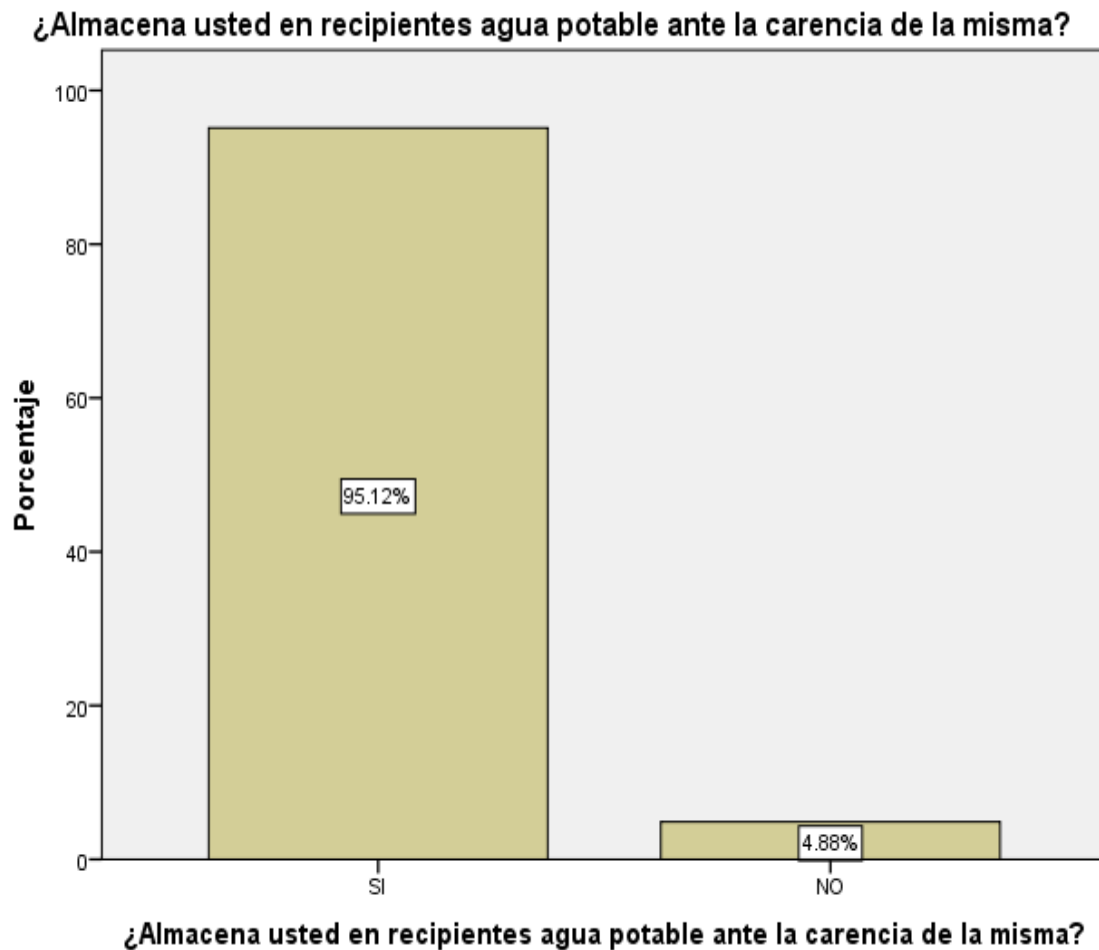
De la muestra obtenida el 4.88 % de los encuestados no almacenan en recipientes agua potable ante la carencia de la misma y el 95.12 % dice que si almacena agua.

Tabla 22 Encuesta Pregunta Ocho.

| 8. ¿Almacena usted en recipientes agua potable ante la carencia de la misma? |       |            |            |                   |                      |
|--|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|  |       | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido   | si    | 2          | 4.9        | 4.9               | 4.9                  |
|  | no    | 39         | 95.1       | 95.1              | 100.0                |
|  | Total | 41         | 100.0      | 100.0             |                      |

Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS

Figura 44 Grafico Ocho.



Fuente: (Statistical Package For Social Sciences) SPSS




**Entrevista:**

De la entrevista realizada al Ing. Yader Cisneros jefe de Supervisión Técnica de ENACAL León se obtuvo la siguiente información:

*Figura 45 Entrevista.*

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**

**UCC-LEON**



**ENTREVISTA**

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de león en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Fecha:** 14-03-2022

**Entrevistador:** Angelica Delgado

**Entrevistado:** Ing. Yader Cisneros

**Preguntas Enacal**

1. **¿Cómo está formado el sistema de abastecimiento de agua potable del Reparto Mariana Sampson?**

Fuente, tanque, red.

2. **¿Cuándo fue construido?**

En el 2003 luego rehabilitado en el 2016.

3. **¿Porque está construido en esa ubicación?**

Debido a una serie de estudios hidrológicos, puntos de recarga de agua, mayor afluencia y acuíferos es su ubicación estratégica

4. **¿Qué tipo de fuente de abastecimiento tiene el reparto Mariana Sampson?**

Fuentes Subterráneas

Figura 46 Entrevista.

**5. ¿Qué tipo de pozo encontramos en el reparto Mariana Sampson?**

Pozo Perforado

**6. ¿Cuáles son los caudales y Ademes de estos pozos según su caudal?**

Norma

**7. ¿Qué tipo de estación de bombeo encontramos en estos repartos?**

No se tiene información exacta.

**8. ¿Qué tipo de bomba encontramos en este pozo?**

Bomba Vertical, motor vertical turbina de 125hp

**9. ¿Cuál es su capacidad?**

1200 galones por min es su capacidad, pero por falta de dinero compraron otro motor que trabaja a Equipo de bombeo de 600 galones por min (Motor 125 hp), no se usa todo el potencial.

**10. ¿Cuáles fueron los criterios utilizados para seleccionar esta bomba?**

La más común usada en el país.

**11. ¿Hay algún equipo auxiliar en este sistema de bombeo?**

En la parte eléctrica en protección, arrancador tipo electrónico suave.

**12. ¿Cuál es la velocidad de esta bomba?**

Revoluciones por min 1750 rpm

**13. ¿Cuál es el diámetro de descarga de esta bomba?**

Sarta de 8"

**14. ¿Cuál es el diámetro de las válvulas de compuerta y válvula de retención?**

Son de 8". Hay 2 Válvulas de compuerta la llave principal que va a la red y la que va al drenaje ambas de 8"

Figura 47 Encuesta.

**15. ¿Cuál es el diámetro del medidor de agua?**

8"

**16. ¿Cuál es el diámetro de la válvula de alivio?**

8"

**17. ¿Cuáles son los motores eléctricos utilizados y cuales son su capacidad de uso estándar?**

No se tiene información exacta.

**18. ¿Cuál es la velocidad de operación de estos motores?**

Revoluciones por min 1750 rpm.

**19. ¿Cuáles fueron las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos utilizados en su momento para el diseño de estos pozos?**

Dotaciones por persona lo que dice la norma de león.

**20. ¿Cuánto es la máxima presión en la red y a qué hora?**

Cuando todo estaba normal hasta 135 lb 12 md – 1am, actualmente como no esta trabajando el tanque se mantiene en 10 lb en el máximo 10 lb - 10 psi, con 45 psi llenaban en tanque media noche.

**21. ¿Cuáles fueron los criterios para el dimensionamiento y capacidad del tanque?**

Lo que dice la norma en el área urbana o en el área rural, los criterios y parámetros, dotaciones de león. NTON, hidrogramas, curvas de consumo.

**22. ¿Cuál es la Capacidad del tanque del Reparto Mariana Sampson?**

500,000 litros.

**Observación:**

Del siguiente instrumento se obtuvo la siguiente información

Figura 48 Formato de Guía de Observación.

**GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO**

Tema: Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

Fecha: \_\_\_\_\_

Observador: \_\_\_\_\_

| GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO REPARTO MARIANA SAMPSON |   |
|--|---|
| Parámetros   | Resultados obtenidos de observación   |
| Clima  | El reparto se encuentra a una elevación de 46 MSNM. Clima Tropical Seco   |
| Infraestructura de servicios públicos                | Dispono de servicios públicos (energía eléctrica DISNORTE - DISSUR, telecomunicaciones Claro y Tigo, agua potable ENACAL) |
| Aspecto Económico                                    | Trabajo informal, negocios pequeños, pulperías, farmacias, abarrotería.   |
| Sector Salud   | Asistencia médica punto de Salud Familiar y Comunitario Antenor Sandino Hernández   |
| Educación  | No tiene centros de educación, centro mas cercano   |

Figura 49 Formato de Guía de Observación.

| GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO REPARTO MARIANA SAMPSON |  |
|--|--|
| Parámetros   | Resultados obtenidos de observación                        |
|  | Centro Tecnológico Juan de Dios<br>Muñoz Rojas INATEC León |
| Seguridad  | Policia Nacional, Dirección<br>General de Bomberos         |
| <b>Observación en General:</b>                       |  |




Frog. Benito Abandó  
RESP. UMAS

**Análisis Documental:**

De la información obtenida a través de las diferentes fuentes bibliográficas se procesó la información utilizando la siguiente ficha.

*Tabla 23 Ficha de Registro de Datos Documentales*

| <b>FICHA DE REGISTRO DE DATOS DOCUMENTALES.</b>   |
|---|
| <p>Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, INAA, (1999), Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), Managua, Nicaragua.</p>   |
| <p>Ing. José Espinoza, Ing. Deyri Pérez, Ing. Moisés Gonzales, (2006), Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de El Sauce, departamento de León, Managua, Nicaragua.</p>   |
| <p>Ing. Gerardo Chavarría, Ing. José Gutiérrez, Ing. Carlos Zeas, (2011), Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad los Ríos, municipio de Ticuantepe, Departamento de Managua, Managua, Nicaragua.</p>  |
| <p>Ruiz Vela, Edison Patricio, (2012), Estudio y Diseño de la Red de Agua Potable para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes: La Florida Baja, Zona Alta de Jesús de Gran Poder y Reina de Tránsito del Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua, España.</p> |
| <p>Ing. Adriadna Mendez, (2013), Rediseño del sistema de agua potable de la ciudad de Nandaime, departamento de Granada con un periodo de diseño de Julio de 2011 – Julio de 2031, Granada</p>  |

### Topografía:

Una vez terminado el levantamiento topográfico se procedió a transferir al ordenador la información obtenida en la estación total mediante el Software Topcon Link obteniendo tabla de puntos, posteriormente se procedió a importar los puntos obtenidos con el Software AutoDesk Civil 3D que permitió generar la superficie del terreno y curvas de nivel. (Ver Anexo 2)

La siguiente tabla muestra los puntos obtenidos a través del levantamiento topográfico utilizando la plantilla generada por la estación total Cygnus 2LS.

Tabla 24 Nube de Puntos Levantamiento Topográfico

| CYGNUS 2LS TOTAL STATION DATABASE |          |                 |        |             |
|-----------------------------------|----------|-----------------|--------|-------------|
| Work Date                         |          | 03              | 12     | 22          |
| Work                              |          | Mariana Sampson |        |             |
| Number of Points                  |          | 61 points       |        |             |
| Scale                             |          | X= 100          | Y= 100 | Z= 50       |
| Point                             | N        | E               | Z      | Description |
| 1                                 | 2344.44  | 4300.468        | 49.941 | BM          |
| 2                                 | 2421.774 | 4292.072        | 51.898 | NORTE       |
| 3                                 | 2371.415 | 4214.831        | 50.36  | PTO         |
| 4                                 | 2370.124 | 4126.299        | 49.257 | PTO         |
| 5                                 | 2420.954 | 4210.509        | 51.177 | PTO         |
| 6                                 | 2420.691 | 4124.866        | 50.273 | PTO         |
| 7                                 | 2471.562 | 4288.062        | 52.28  | BM          |
| 8                                 | 2473.11  | 4205.628        | 51.866 | PTO         |
| 9                                 | 2469.318 | 4124.286        | 50.933 | PTO         |
| 10                                | 2474.008 | 4429.573        | 49.783 | PTO         |
| 11                                | 2468.448 | 4044.416        | 51.534 | PTO         |
| 12                                | 2522.144 | 4283.33         | 52.749 | BM          |
| 13                                | 2521.091 | 4226.586        | 52.886 | PTO         |
| 14                                | 2524.698 | 4426.243        | 50.962 | PTO         |

| <b>CYGNUS 2LS TOTAL STATION DATABASE</b> |          |          |        |     |
|--|----------|----------|--------|-----|
| 15                                       | 2520.017 | 4173.35  | 52.995 | PTO |
| 16                                       | 2518.492 | 4072.847 | 52.717 | PTO |
| 17                                       | 2572.43  | 4278.815 | 53.281 | BM  |
| 18                                       | 2570.632 | 4195.621 | 53.573 | PTO |
| 19                                       | 2574.662 | 4420.569 | 51.836 | PTO |
| 20                                       | 2568.837 | 4042.727 | 53.382 | PTO |
| 21                                       | 2622.096 | 4274.337 | 54.172 | BM  |
| 22                                       | 2620.951 | 4191.439 | 54.508 | PTO |
| 23                                       | 2623.807 | 4416.692 | 53.049 | PTO |
| 24                                       | 2618.384 | 4043.123 | 54.489 | PTO |
| 25                                       | 2672.805 | 4269.466 | 55.304 | BM  |
| 26                                       | 2672.334 | 4188.158 | 55.585 | PTO |
| 27                                       | 2673.865 | 4410.961 | 54.163 | PTO |
| 28                                       | 2668.956 | 4044.139 | 55.461 | PTO |
| 29                                       | 2721.777 | 4264.832 | 56.722 | BM  |
| 30                                       | 2720.669 | 4183.259 | 56.646 | PTO |
| 31                                       | 2723.945 | 4406.165 | 55.434 | PTO |
| 32                                       | 2719.572 | 4045.269 | 56.475 | PTO |
| 33                                       | 2772.351 | 4260.566 | 57.959 | BM  |
| 34                                       | 2774.173 | 4400.956 | 57.037 | PTO |
| 35                                       | 2770.924 | 4177.799 | 57.939 | PTO |
| 36                                       | 2769.334 | 4046.281 | 57.479 | PTO |
| 37                                       | 2821.569 | 4255.527 | 59.251 | BM  |
| 38                                       | 2823.158 | 4395.401 | 58.315 | PTO |
| 39                                       | 2820.347 | 4173.785 | 59.27  | PTO |
| 40                                       | 2819.508 | 4047.363 | 58.344 | PTO |
| 41                                       | 2869.584 | 4250.398 | 61.02  | BM  |



| <b>CYGNUS 2LS TOTAL STATION DATABASE</b> |          |          |        |        |
|--|----------|----------|--------|--------|
| 42                                       | 2873.944 | 4389.284 | 59.82  | PTO    |
| 43                                       | 2869.601 | 4153.708 | 60.527 | BM     |
| 44                                       | 2869.209 | 4048.049 | 58.865 | PTO    |
| 45                                       | 2921.323 | 4142.987 | 60.065 | BM     |
| 46                                       | 2937.45  | 4244.439 | 61.643 | PTO    |
| 47                                       | 2918.747 | 4048.787 | 59.163 | PTO    |
| 48                                       | 2970.282 | 4137.747 | 59.227 | BM     |
| 49                                       | 2981.984 | 4237.788 | 60.867 | PTO    |
| 50                                       | 2968.628 | 4049.654 | 58.192 | PTO    |
| 51                                       | 3017.906 | 4132.383 | 58.385 | BM     |
| 52                                       | 3026.48  | 4231.55  | 60.072 | PTO    |
| 53                                       | 3018.458 | 4050.416 | 57.488 | PTO    |
| 54                                       | 3047.348 | 4130.588 | 57.488 | BM     |
| 55                                       | 3066.483 | 4225.516 | 59.333 | BM     |
| 56                                       | 3039.111 | 4050.74  | 56.012 | PTO    |
| 57                                       | 2347.936 | 4216.81  | 49.709 | PTO    |
| 58                                       | 2352.239 | 4125.935 | 48.758 | PTO    |
| 59                                       | 2359.06  | 4443.815 | 48.669 | PTO    |
| 60                                       | 2399.823 | 4335.268 | 50.64  | POZO   |
| 61                                       | 2895.505 | 4263.466 | 61.5   | TANQUE |

### 🚧 Visita del pozo y Tanque de Almacenamiento:

Utilizando el instrumento Checklist o lista de chequeo se obtuvo la siguiente información posterior a la visita del sitio en estudio.

**Checklist Visita de Campo Pozo y Tanque de Almacenamiento Reparto Mariana Sampson**

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Fecha:**

**Alumno:**

**POZO**

**Clase de Pozo**

1) Pozo poco profundo \_x\_

a) Excavado \_\_\_\_

b) Incado \_\_\_\_

2) Pozo profundo \_\_\_\_

a) Por percusión \_\_\_\_

b) Por Rotación \_\_\_\_

c) Por Rotación \_\_\_\_

**Profundidad**

15- \_\_\_\_

100- \_x\_

Hasta 900 \_\_\_\_


**ADEME**

**Diámetro de ademe en Pulgadas**

a) 6 \_\_\_\_

b) 8 \_\_\_\_

c) 10 \_\_\_\_



- d) 12 \_\_\_
- e) 14 \_\_\_
- f) 16 \_x\_

**SARTAS**

**Diámetro de Sartas en Pulgadas**

- a) 2 \_\_\_
- b) 3 \_\_\_
- c) 4 \_\_\_
- d) 6 \_x\_
- e) 8 \_\_\_
- f) 10 \_\_\_

**Las sargas llevan:**

**Manómetro**

- a) Si \_x\_
- b) No \_\_\_

**Medidor de Agua**

- a) Si \_x\_
- b) No \_\_\_

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

**Clases de tanque**

- a) Concreto Armado \_\_\_
- b) Acero \_x\_
- c) Mampostería \_\_\_

**Tipo de Tanque**

- a) Tanque sobre el suelo (superficial) \_x\_
- b) Tanque elevado \_\_\_



- c) Tanque compensador e. combinado (sobre suelo y elevado) \_\_\_

**El tanque está inhabilitado:**

- a) Si \_\_\_
- b) No \_x\_

**EQUIPO DE BOMBERO**

El equipo de bombeo es:

- a) Sumergible \_\_\_
- b) No Sumergible \_\_\_

Marca y tipo de la bomba: \_\_\_Centrifuga\_\_\_\_\_

  
Ing. Benito Alvarca M.  
Firma UMAS

### 3.7. Operacionalización de las Variables.

| Objetivo  | Variabes         | Tipo de Variable    | Definición Conceptual   | Variabes Condicionantes | Definición Conceptual  | Dimensión Operacional  | Técnicas e instrumentos de recolección de datos   |
|---|------------------|---------------------|---|-------------------------|--|--|---|
| Recolectar información documental de estudios de ingeniería realizados durante las etapas de formulación, diseño, análisis y ejecución de la red de abastecimiento del reparto Mariana Sampson. | <b>Población</b> | <b>Determinante</b> | Conjunto de personas que se encuentran en un momento y lugar determinado. | <b>Cantidad</b>         | Número total de personas que viven en un determinado espacio geográfica.   | El último Censo realizado por el INIDE en el año 2007 cuantifico la población del reparto Mariana Sampson en 831 habitantes equivalente a 231 viviendas. | Información obtenida a través de entrevista a la Dirección de Desarrollo Urbano Municipal de la Alcaldía de León. |
|   |                  |                     |   | <b>Sexo</b>             | El sexo es una variable genética y biológica que divide a las personas en hombre y mujer.                                  |  |   |
|   |                  |                     |   | <b>Edad</b>             | La edad es un dato numérico que proporciona mucha información en muchos estudios y análisis de la sociedad se realizan to- |  |   |



| Objetivo  | Variables     | Tipo de Variable    | Definición Conceptual  | Variables Condicionantes | Definición Conceptual  | Dimensión Operacional  | Técnicas e instrumentos de recolección de datos  |
|---|---------------|---------------------|--|--------------------------|--|--|--|
|   |               |                     |  |                          | mando como referencia la edad tal el caso de la demografía.  |  |  |
| Realizar visitas de campo que permitan el registro de datos para los estudios de ingeniería relacionados al comportamiento del terreno y la fuente de | <b>Fuente</b> | <b>Determinante</b> | Aguas superficiales<br>Aguas Subterráneas<br>Aguas Sub superficiales | <b>Capacidad</b>         | La calidad, cantidad y continuidad de la fuente de abastecimiento de agua deberá estar de acuerdo con la norma NTON 09 007-19. | El tipo de fuente encontrado en el reparto Mariana Sampson es de tipo subterránea. | Visita de Campo al sitio (Ver Anexo 7) y entrevista al Ing. Yader Cisneros encargado de proporcionar información al público por parte de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios ENACAL. (Ver Anexo 6). |
|   |               |                     |  | <b>Calidad</b>           | El agua de fuente de abastecimiento deberá ser examinada con el objeto de determinar las características siguientes:           |  |  |

| Objetivo   | Variables                       | Tipo de Variable    | Definición Conceptual  | Variables Condicionantes | Definición Conceptual   | Dimensión Operacional  | Técnicas e instrumentos de recolección de datos  |
|--|---------------------------------|---------------------|--|--------------------------|---|--|--|
| abastecimiento, así como información en cuanto al sistema de bombeo y tuberías existentes. | <b>Tanque de Almacenamiento</b> | <b>Determinante</b> | Clases:<br>Puede ser de Concreto Armado<br>Acero<br>Mampostería<br>Tipos:<br>Sobre el suelo<br>Elevados<br>Compensadores, Combinados | <b>Capacidad</b>         | Bacteriológicas<br>Físicas<br>Químicas<br>Biológica<br><br>Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario.<br><br>Para poblaciones mayores de 20.000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas | El tanque de almacenamiento encontrado en el reparto Mariana Sampsones de acero sobre el suelo con una capacidad de 1892m3 equivalente a 1,892,000 litros ubicado en la parte norte del reparto. | Visita de Campo al sitio (Ver Anexo 7) y entrevista al Ing. Yader Cisneros encargado de proporcionar información al público por parte de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios ENACAL. (Ver Anexo 6). |



| Objetivo | Variables         | Tipo de Variable    | Definición Conceptual                           | Variables Condicionantes | Definición Conceptual   | Dimensión Operacional   | Técnicas e instrumentos de recolección de datos         |
|----------|-------------------|---------------------|---|--------------------------|---|---|---|
|          |                   |                     |   |                          | (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar. |   |   |
|          |                   |                     |   | <b>Material</b>          | Puede ser de:<br>Concreto<br>Armado<br>Acero<br>Mampostería   |   |   |
|          |                   |                     |   | <b>Tipo</b>              | Sobre el suelo<br>Elevados<br>Compensadores,<br>Combinados  |   |   |
|          | <b>Topografía</b> | <b>Determinante</b> | Ciencia que estudia el conjunto de principios y | <b>Curvas de Nivel</b>   | Procedimientos utilizados para conocer el relieve del te-   | Se utilizaron los datos topográficos para evaluar la posición del | Visita al sitio en estudio y Levantamiento Topográfico. |



| Objetivo | Variables | Tipo de Variable | Definición Conceptual  | Variables Condicionantes             | Definición Conceptual   | Dimensión Operacional  | Técnicas e instrumentos de recolección de datos  |
|----------|-----------|------------------|--|--------------------------------------|---|--|--|
|          |           |                  | procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. |                                      | rreno, une los puntos de un mapa que tienen idéntica altitud.                           | tanque, curvas de nivel y pendientes.  | (Ver tabla 24 y Anexo 2).                        |
|          | Red       | Determinante     | Sistema hidráulico dentro de las obras de ingeniería   | Plan regulador del desarrollo urbano | Se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población. | No se tiene con información confiable acerca del estado de la red existente. | Visita de Campo al sitio (Ver Anexo 7 y Anexo 4) |



| Objetivo | Variables | Tipo de Variable | Definición Conceptual   | Variables Condicionantes  | Definición Conceptual   | Dimensión Operacional   | Técnicas e instrumentos de recolección de datos |
|----------|-----------|------------------|---|---|---|---|---|
|          |           |                  | que se encarga de cumplir la función más importante dentro de la calidad de vida humana, la cual es la de transportar el agua potable a distintas zonas que lo requieran. | Plano topográfico de la ciudad<br><br>Estado actual de la red existente | Calles existentes y futuras (desarrollos urbanos), perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad<br><br>(Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red | La red de distribución de agua potable del Reparto Mariana Sampson está conformada por la fuente-tanque-red |   |



| Objetivo | Variables | Tipo de Variable | Definición Conceptual | Variables Condicionantes                                    | Definición Conceptual  | Dimensión Operacional | Técnicas e instrumentos de recolección de datos |
|----------|-----------|------------------|-----------------------|---|--|-----------------------|---|
|          |           |                  |                       |   | desde la fuente y desde el tanque  |                       |   |
|          |           |                  |                       | Conocimiento de la ubicación de la fuente de abastecimiento | Período de diseño, así como la ubicación del futuro tanque de almacenamiento   |                       |   |
|          |           |                  |                       | Presión   | En combinación con el relieve del terreno, conducirá en algunos casos a dividir el área por servir en más de una red de distribución |                       |   |

Fuente: Elaboración Propia

## CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Información General del Reparto.

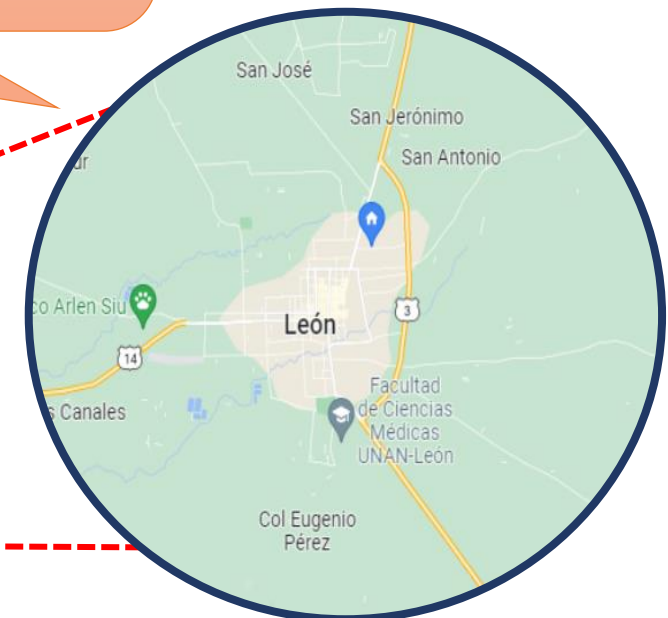
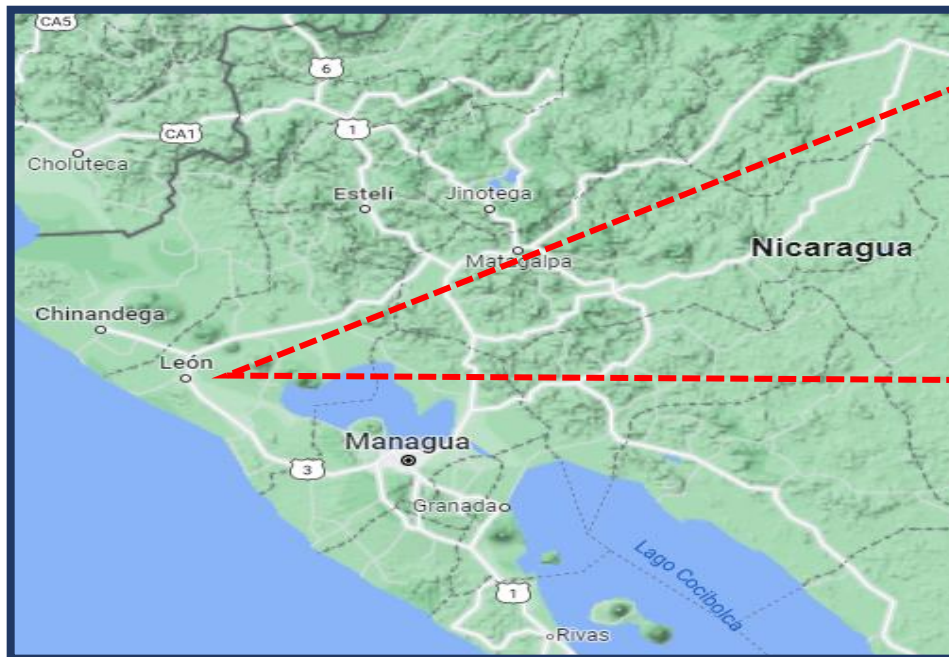
El Reparto Mariana Sampson ubicado en el Departamento de León, Municipio de León, del Laboratorio Divina 1.5 km al este, está lotificado por 863 viviendas, en un área de total de **35.12 manzanas** de terreno, que es utilizado actualmente con fines habitacionales. Sus colindancias: al Norte con la propiedad de la Sra. Mercedes Beatriz Huete Martínez, al Sur con los repartos Azarías H. Pallais y Antenor Sandino Hernández, al Este con el reparto Utrecht y al Oeste con Corporación El Ayudante. (Ver Anexo 1)

El análisis de la red de agua potable se realizó para determinar la causa principal de la falta de suministro en la red de tuberías en el reparto Mariana Sampson, lo que hizo necesario su revisión para que este reparto cumpla con las condiciones de seguridad e higiene mínimas para habitar.

#### 4.1.1. Macro Localización

León es una ciudad del oeste de Nicaragua, tiene una extensión de 820.2 km<sup>2</sup>. Está ubicada entre las coordenadas 12° 26' 8" de latitud norte y 86° 52' 46" de latitud oeste, a una altitud de 86 m.s.n.m. Sus límites son al Norte con los municipios de Quezalguaque y Telica, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con los municipios de Larreynaga y La Paz Centro y al Oeste con los municipios de Chichigalpa y Corinto.

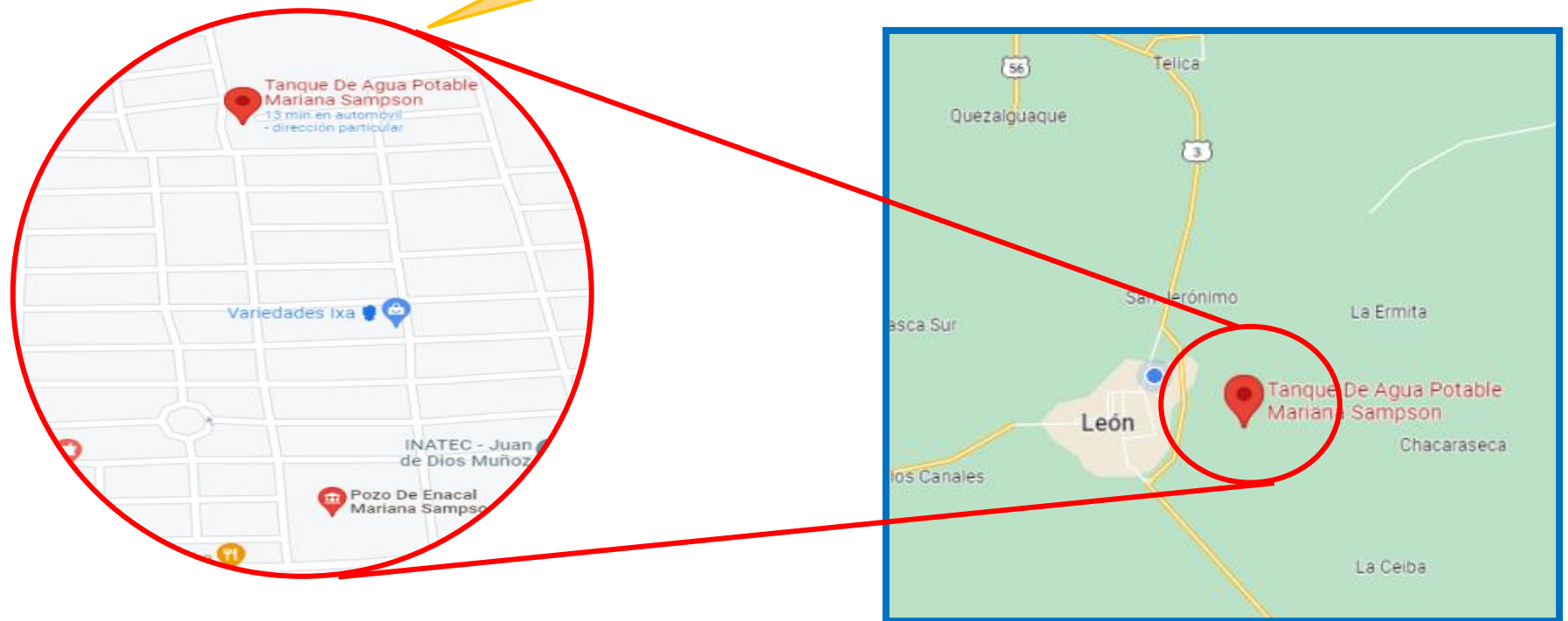
Figura 50 Macro Localización.



#### 4.1.2. Micro Localización.

El Reparto Mariana Sampson ubicado en el Departamento de León, Municipio de León, del Laboratorio Divina 1.5 km al este, está lotificado por 863 viviendas, en un área de total de 35.12 manzanas de terreno.

Figura 51 Micro Localización.



#### 4.2. Estudio Topográfico

El levantamiento topográfico se realizó los días 13 y 14 de marzo del año 2022 en el reparto Mariana Sampson con estación total Topcon Modelo Cygnus 2LS, principalmente en todas las intersecciones de calle donde se analizaron los nodos en el Software Epanet V 2.0, con el objetivo de conocer sus cotas topográficas del sitio y toda la información necesaria para generar las curvas de nivel, mediante el uso del Software Autodesk Civil 3D. (Ver Anexo 2)

A continuación, se muestra libreta de campo del levantamiento topográfico con estación total Topcon Modelo Cygnus 2LS, la coordenada utilizada para el punto N°1 fue asumida con coordenadas  $X=100$ ,  $Y=100$  y  $Z=50$ , es decir no están referenciada al sistema de proyección Universal Transversal de Mercator (**UTM**)

Tabla 25 Puntos Topográficos.

| PUNTO | N        | E        | Z      | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------|----------|--------|-------------|
| 1     | 2344.44  | 4300.468 | 49.941 | BM          |
| 2     | 2421.774 | 4292.072 | 51.898 | NORTE       |
| 3     | 2371.415 | 4214.831 | 50.36  | PTO         |
| 4     | 2370.124 | 4126.299 | 49.257 | PTO         |
| 5     | 2420.954 | 4210.509 | 51.177 | PTO         |
| 6     | 2420.691 | 4124.866 | 50.273 | PTO         |
| 7     | 2471.562 | 4288.062 | 52.28  | BM          |
| 8     | 2473.11  | 4205.628 | 51.866 | PTO         |
| 9     | 2469.318 | 4124.286 | 50.933 | PTO         |
| 10    | 2474.008 | 4429.573 | 49.783 | PTO         |
| 11    | 2468.448 | 4044.416 | 51.534 | PTO         |
| 12    | 2522.144 | 4283.33  | 52.749 | BM          |
| 13    | 2521.091 | 4226.586 | 52.886 | PTO         |
| 14    | 2524.698 | 4426.243 | 50.962 | PTO         |

| PUNTO | N        | E        | Z      | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------|----------|--------|-------------|
| 15    | 2520.017 | 4173.35  | 52.995 | PTO         |
| 16    | 2518.492 | 4072.847 | 52.717 | PTO         |
| 17    | 2572.43  | 4278.815 | 53.281 | BM          |
| 18    | 2570.632 | 4195.621 | 53.573 | PTO         |
| 19    | 2574.662 | 4420.569 | 51.836 | PTO         |
| 20    | 2568.837 | 4042.727 | 53.382 | PTO         |
| 21    | 2622.096 | 4274.337 | 54.172 | BM          |
| 22    | 2620.951 | 4191.439 | 54.508 | PTO         |
| 23    | 2623.807 | 4416.692 | 53.049 | PTO         |
| 24    | 2618.384 | 4043.123 | 54.489 | PTO         |
| 25    | 2672.805 | 4269.466 | 55.304 | BM          |
| 26    | 2672.334 | 4188.158 | 55.585 | PTO         |
| 27    | 2673.865 | 4410.961 | 54.163 | PTO         |
| 28    | 2668.956 | 4044.139 | 55.461 | PTO         |
| 29    | 2721.777 | 4264.832 | 56.722 | BM          |
| 30    | 2720.669 | 4183.259 | 56.646 | PTO         |
| 31    | 2723.945 | 4406.165 | 55.434 | PTO         |
| 32    | 2719.572 | 4045.269 | 56.475 | PTO         |
| 33    | 2772.351 | 4260.566 | 57.959 | BM          |
| 34    | 2774.173 | 4400.956 | 57.037 | PTO         |
| 35    | 2770.924 | 4177.799 | 57.939 | PTO         |
| 36    | 2769.334 | 4046.281 | 57.479 | PTO         |
| 37    | 2821.569 | 4255.527 | 59.251 | BM          |
| 38    | 2823.158 | 4395.401 | 58.315 | PTO         |
| 39    | 2820.347 | 4173.785 | 59.27  | PTO         |
| 40    | 2819.508 | 4047.363 | 58.344 | PTO         |

| PUNTO | N        | E        | Z      | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------|----------|--------|-------------|
| 41    | 2869.584 | 4250.398 | 61.02  | BM          |
| 42    | 2873.944 | 4389.284 | 59.82  | PTO         |
| 43    | 2869.601 | 4153.708 | 60.527 | BM          |
| 44    | 2869.209 | 4048.049 | 58.865 | PTO         |
| 45    | 2921.323 | 4142.987 | 60.065 | BM          |
| 46    | 2937.45  | 4244.439 | 61.643 | PTO         |
| 47    | 2918.747 | 4048.787 | 59.163 | PTO         |
| 48    | 2970.282 | 4137.747 | 59.227 | BM          |
| 49    | 2981.984 | 4237.788 | 60.867 | PTO         |
| 50    | 2968.628 | 4049.654 | 58.192 | PTO         |
| 51    | 3017.906 | 4132.383 | 58.385 | BM          |
| 52    | 3026.48  | 4231.55  | 60.072 | PTO         |
| 53    | 3018.458 | 4050.416 | 57.488 | PTO         |
| 54    | 3047.348 | 4130.588 | 57.488 | BM          |
| 55    | 3066.483 | 4225.516 | 59.333 | BM          |
| 56    | 3039.111 | 4050.74  | 56.012 | PTO         |
| 57    | 2347.936 | 4216.81  | 49.709 | PTO         |
| 58    | 2352.239 | 4125.935 | 48.758 | PTO         |
| 59    | 2359.06  | 4443.815 | 48.669 | PTO         |
| 60    | 2399.823 | 4335.268 | 50.64  | POZO        |
| 61    | 2895.505 | 4263.466 | 61.5   | TANQUE      |

#### 4.3. Curvas de Nivel

Las curvas de nivel fueron creadas mediante el uso del Software Autodesk Civil 3D utilizando intervalos de 50 cm entre curvas.



De acuerdo a la siguiente tabla de elevaciones, la elevación máxima obtenida fue de 61.64m ubicada al norte del reparto Mariana Sampson donde se encuentra un parte aguas, cercano al tanque de almacenamiento y la mínima fue de 48.67m que se ubica en la parte sur del sitio, cercano al pozo.

| TABLA DE ELEVACIONES |                  |                  |          |   |
|----------------------|------------------|------------------|----------|---|
| NUMERO               | ELEVACION MINIMA | ELEVACION MAXIMA | AREA     | COLOR   |
| 1                    | 48.67            | 50.27            | 15685.00 |    |
| 2                    | 50.27            | 51.53            | 26735.97 |    |
| 3                    | 51.53            | 52.89            | 29329.02 |    |
| 4                    | 52.89            | 54.49            | 34169.43 |    |
| 5                    | 54.49            | 56.65            | 33785.56 |    |
| 6                    | 56.65            | 58.19            | 26239.25 |    |
| 7                    | 58.19            | 59.27            | 24996.98 |   |
| 8                    | 59.27            | 61.64            | 43430.61 |  |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Evaluación de la situación existente.

##### Descripción Actual de la Infraestructura en la red de abastecimiento existente.

La zona está servida por un pozo existente en el Reparto Mariana Sampson, que genera un caudal de 3,387 m<sup>3</sup>/día con un profundidad de 122 mts, por medio de una bomba marca SIEMENS de tipo LG-283 EH-BI con una potencia de 125 HP, que está conectada a una sarta de tuberías de 10" HoFo, con su macro-medidor, un manómetro para control de presiones hidrostática, dicha sarta alimenta a un tanque de 14.90 m de diámetro, con un volumen de almacenamiento de 1,892 m<sup>3</sup>, propiedad de ENACAL, desde el tanque( que actualmente se encuentra inhabilitado) inicia la distribución por sistema de gravedad a todo el reparto Marina Sampson por medio de tuberías de PVC con diámetros de 2", 3" y 4".

### Criterios Utilizados

Los criterios que se utilizaron para el análisis del sistema de agua potable son de acuerdo a la norma NTON 09 007-19 del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA).

### Método de Calculo

Para este análisis se usó el método de balanceo de flujos y cargas conocido como proceso iterativo, continuidad del flujo y Hazen – Williams, para la conservación de la energía, auxiliándonos con el sistema computarizado EPANET 2.0.

### Dotaciones

De acuerdo a las normas, la dotación se establecerá en dependencia del tamaño de la Población, para las ciudades se establecen los siguientes valores:

*Tabla 26 Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua INAA 1989*

| Rango de población     | Dotación   |            |
|------------------------|------------|------------|
|                        | gl/hab/día | Lt/hab/día |
| 0 – 5,000              | 20         | 75         |
| 5000 – 10,000          | 25         | 95         |
| 10,000 – 15,000        | 30         | 113        |
| 15,000 – 20,000        | 35         | 132        |
| 20,000 – 30,000        | 40         | 151        |
| 30,000 – 50,000        | 45         | 170        |
| 50,000 – 10,0000 y más | 50         | 189        |

### Factores de Máximas Demandas

Estas variaciones del consumo estuvieron expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la siguiente manera:

- a) Demanda del máximo día: Será igual al 150% de la demanda promedio diaria.
- b) Demanda de la hora máxima: Será igual al 250% de la demanda del día promedio.

### Perdidas en el sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se expresó como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje es un 20%.

## **4.5. Revisión del diseño de la red**

### Parámetros

- Coeficiente de capacidad Hidráulica (C): se utilizó el valor de  $C=130$  para tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) en la fórmula de Hazen – Williams para tuberías nuevas.
- Condiciones de análisis: Se reviso la red bajo el criterio de consumo de máxima hora tomando en cuenta las presiones máxima y mínima presentadas.
- Velocidades Permisibles: De conformidad con la norma establecida se permiten velocidades de flujos en las tuberías de 0.60 m/s a 2m/s.
- Presiones mínimas y máximas: La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 mca; la carga estática máxima será de 50.00 mca.
- Diámetro mínimo: El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm).

### Revisión del Sistema

El reparto Mariana Sampson consta de 863 Viviendas, para un total de 5,178 habitantes proyectados, asumiendo una población de saturación de 6 hab/lote ya que las condiciones del reparto no permiten asumir mayores crecimientos y se utilizará una dotación per. Cápita de 50 gls/pers/día = 189 l/pers/día, esto de acuerdo a las normas de INAA.

Tabla 27 Calculo de Dotaciones.

| N° Lotes | Índice de saturación | Población de diseño | Dotación (lppd) | CPDT=       | CMD=      | CMH=      |
|----------|----------------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------|-----------|
|          |                      |                     |                 | 1.2xDotxPob | 1.5xCPDT  | 2.5xCPDT  |
|          |                      |                     |                 | CPDT (lps)  | CMD (lps) | CMH (lps) |
| 863      | 6                    | 5,178               | 189.0           | 13.59       | 20.39     | 33.98     |

CPDT= Consumo promedio diario total

LPPD= Litro por persona por día

LPS= Litros por segundo

#### Diámetro en las redes existentes

Para iniciar la simulación de la red en Epanet, se introdujo los diámetros de las tuberías existentes en las calles, ya existen tuberías de conexión al punto de acople, por lo tanto, para las simulaciones se inició la revisión de dichos tramos.

Tabla 28 Demanda por Nodos.

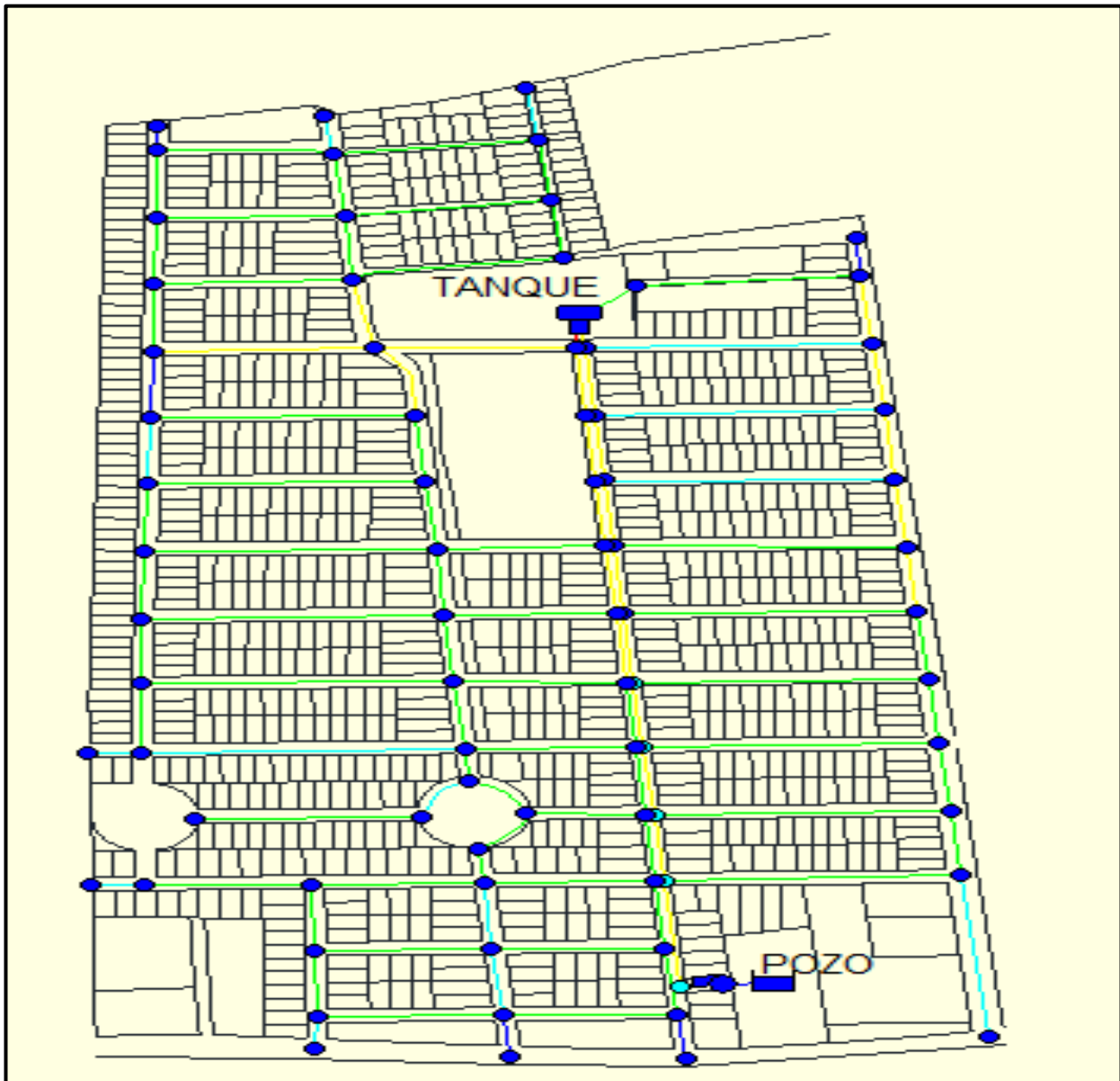
| Nodo    | Cantidad de lotes por Nodo | C.M.D. | C.M.H. |
|---------|----------------------------|--------|--------|
|         |                            | LPS    | LPS    |
| Embalse | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 1       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 2       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 3       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 4       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 5       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 6       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 7       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 8       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 9       | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 10      | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 11      | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 12      | 0.00                       | 0.00   | 0.00   |
| 13      | 1.50                       | 0.04   | 0.06   |
| 14      | 5.00                       | 0.12   | 0.20   |

| Nodo | Cantidad de lotes<br>por Nodo | C.M.D. | C.M.H. |
|------|-------------------------------|--------|--------|
|      |                               | LPS    | LPS    |
| 15   | 1.00                          | 0.02   | 0.04   |
| 16   | 15.50                         | 0.37   | 0.61   |
| 17   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 18   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 19   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 20   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 21   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 22   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 23   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 24   | 12.50                         | 0.30   | 0.49   |
| 25   | 1.50                          | 0.04   | 0.06   |
| 26   | 1.00                          | 0.02   | 0.04   |
| 27   | 7.00                          | 0.17   | 0.28   |
| 28   | 9.00                          | 0.21   | 0.35   |
| 29   | 20.50                         | 0.48   | 0.81   |
| 30   | 23.50                         | 0.56   | 0.93   |
| 31   | 26.00                         | 0.61   | 1.02   |
| 32   | 26.00                         | 0.61   | 1.02   |
| 33   | 26.00                         | 0.61   | 1.02   |
| 34   | 21.00                         | 0.50   | 0.83   |
| 35   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 36   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 37   | 10.50                         | 0.25   | 0.41   |
| 38   | 8.00                          | 0.19   | 0.32   |
| 39   | 16.00                         | 0.38   | 0.63   |
| 40   | 15.50                         | 0.37   | 0.61   |
| 41   | 4.50                          | 0.11   | 0.18   |
| 42   | 1.50                          | 0.04   | 0.06   |
| 43   | 1.50                          | 0.04   | 0.06   |
| 44   | 9.00                          | 0.21   | 0.35   |
| 45   | 14.50                         | 0.34   | 0.57   |
| 46   | 20.00                         | 0.47   | 0.79   |
| 47   | 15.50                         | 0.37   | 0.61   |
| 48   | 8.00                          | 0.19   | 0.32   |
| 49   | 15.50                         | 0.37   | 0.61   |
| 50   | 11.50                         | 0.27   | 0.45   |
| 51   | 18.00                         | 0.43   | 0.71   |
| 52   | 20.50                         | 0.48   | 0.81   |

| Nodo           | Cantidad de lotes<br>por Nodo | C.M.D.       | C.M.H.       |
|----------------|-------------------------------|--------------|--------------|
|                |                               | LPS          | LPS          |
| 53             | 13.50                         | 0.32         | 0.53         |
| 54             | 14.50                         | 0.34         | 0.57         |
| 55             | 21.00                         | 0.50         | 0.83         |
| 56             | 22.50                         | 0.53         | 0.89         |
| 57             | 17.50                         | 0.41         | 0.69         |
| 58             | 20.50                         | 0.48         | 0.81         |
| 59             | 22.50                         | 0.53         | 0.89         |
| 60             | 22.50                         | 0.53         | 0.89         |
| 61             | 21.50                         | 0.51         | 0.85         |
| 62             | 22.50                         | 0.53         | 0.89         |
| 63             | 21.50                         | 0.51         | 0.85         |
| 64             | 1.00                          | 0.02         | 0.04         |
| 65             | 13.00                         | 0.31         | 0.51         |
| 66             | 13.00                         | 0.31         | 0.51         |
| 67             | 0.00                          | 0.00         | 0.00         |
| 68             | 3.50                          | 0.08         | 0.14         |
| 69             | 0.00                          | 0.00         | 0.00         |
| 70             | 13.50                         | 0.32         | 0.53         |
| 71             | 14.00                         | 0.33         | 0.55         |
| 72             | 7.00                          | 0.17         | 0.28         |
| 73             | 0.00                          | 0.00         | 0.00         |
| 74             | 1.00                          | 0.02         | 0.04         |
| 75             | 7.00                          | 0.17         | 0.28         |
| 76             | 12.00                         | 0.28         | 0.47         |
| 77             | 16.50                         | 0.39         | 0.65         |
| 78             | 8.00                          | 0.19         | 0.32         |
| 79             | 2.50                          | 0.06         | 0.10         |
| <b>Totales</b> | <b>863.00</b>                 | <b>20.39</b> | <b>33.98</b> |

#### 4.6. Red Simulada en Epanet

Figura 52 Red Simulada en Epanet.



Fuente: EPANET 2.0

Las pruebas de presiones se efectuaron por parte de ENACAL en la zona donde está ubicado el pozo, sobre la sarta (Ver Anexo 4). El punto de acople indicado por Enacal es la tubería existente que viene del pozo, que consiste en un tubo HoFo de 10". Se realizó un análisis de las presiones estimadas por Enacal y tomamos como base la presión residual en el punto de acople para revisar las presiones que tendrá el sistema.

Luego se procedió a realizar 2 análisis de la red:

1. CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente.
2. CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente.

### **Presiones de salida-Embalse**

Presión Máxima: 39 psi = 27.46 mca

Presión Promedio: 30.77 psi= 21.66 mca

Presión Mínima: 26 psi= 18.30 mca

Cota topográfica: -88.77 m

### **Presiones en la sarta en Mariana Sampson**

Para el caso CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente =  
Cota+18.30 = -88.77 m+ 18.30 m -70.47 mca

Para el caso CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente =  
Cota+18.30 = 88.77 m+ 18.30 m -70.47 mca.

### **Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson.**



Figura 53 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson

| ID Línea   | Longitud<br>m | Diámetro<br>mm | Rugosidad | Velocidad<br>m/s |
|------------|---------------|----------------|-----------|------------------|
| Tubería 1  | 115.83        | 75             | 130       | 0.01             |
| Tubería 2  | 50.80         | 75             | 130       | 0.22             |
| Tubería 3  | 50.29         | 75             | 130       | 0.44             |
| Tubería 6  | 49.30         | 75             | 130       | 0.63             |
| Tubería 7  | 50.38         | 75             | 130       | 0.82             |
| Tubería 8  | 50.31         | 75             | 130       | 1.00             |
| Tubería 9  | 50.40         | 100            | 130       | 0.51             |
| Tubería 10 | 49.35         | 100            | 130       | 0.42             |
| Tubería 11 | 51.25         | 100            | 130       | 0.24             |
| Tubería 12 | 52.22         | 100            | 130       | 0.04             |
| Tubería 15 | 81.39         | 50             | 130       | 0.35             |
| Tubería 16 | 79.87         | 50             | 130       | 0.21             |
| Tubería 17 | 24.77         | 50             | 130       | 0.05             |
| Tubería 18 | 48.63         | 50             | 130       | 0.20             |
| Tubería 19 | 50.59         | 50             | 130       | 0.12             |
| Tubería 21 | 80.79         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 22 | 99.59         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 23 | 50.73         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 24 | 50.25         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 25 | 50.01         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 26 | 50.15         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 27 | 49.63         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 28 | 50.82         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 29 | 48.23         | 250            | 130       | 0.69             |
| Tubería 32 | 49.63         | 100            | 130       | 1.89             |
| Tubería 33 | 50.82         | 100            | 130       | 2.14             |
| Tubería 34 | 48.23         | 100            | 130       | 2.49             |
| Tubería 35 | 22.46         | 50             | 130       | 0.00             |
| Tubería 36 | 50.33         | 50             | 130       | 0.01             |
| Tubería 37 | 50.32         | 50             | 130       | 0.09             |
| Tubería 38 | 27.68         | 50             | 130       | 0.30             |
| Tubería 39 | 32.58         | 50             | 130       | 0.30             |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 54 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson

| ID Línea   | Longitud<br>m | Diámetro<br>mm | Rugosidad | Velocidad<br>m/s |
|------------|---------------|----------------|-----------|------------------|
| Tubería 40 | 36.72         | 50             | 130       | 0.14             |
| Tubería 41 | 25.72         | 50             | 130       | 0.66             |
| Tubería 42 | 51            | 50             | 130       | 0.51             |
| Tubería 43 | 49.22         | 50             | 130       | 0.62             |
| Tubería 44 | 51.20         | 50             | 130       | 0.72             |
| Tubería 45 | 50.44         | 50             | 130       | 0.02             |
| Tubería 46 | 50.89         | 50             | 130       | 0.80             |
| Tubería 47 | 55.78         | 50             | 130       | 1.82             |
| Tubería 48 | 52.04         | 50             | 130       | 2.14             |
| Tubería 49 | 48.64         | 50             | 130       | 0.79             |
| Tubería 50 | 46.62         | 50             | 130       | 0.28             |
| Tubería 51 | 31.21         | 50             | 130       | 0.03             |
| Tubería 56 | 49.60         | 100            | 130       | 0.18             |
| Tubería 57 | 50.58         | 100            | 130       | 0.29             |
| Tubería 58 | 50.68         | 100            | 130       | 0.32             |
| Tubería 59 | 49.73         | 100            | 130       | 0.30             |
| Tubería 60 | 50.19         | 100            | 130       | 0.27             |
| Tubería 61 | 49.71         | 100            | 130       | 0.19             |
| Tubería 62 | 49.54         | 100            | 130       | 0.12             |
| Tubería 63 | 49.89         | 100            | 130       | 0.21             |
| Tubería 64 | 49.84         | 100            | 130       | 0.11             |
| Tubería 65 | 20.66         | 100            | 130       | 0.01             |
| Tubería 66 | 84.29         | 50             | 130       | 0.22             |
| Tubería 67 | 88.76         | 50             | 130       | 0.09             |
| Tubería 68 | 100.11        | 50             | 130       | 0.20             |
| Tubería 69 | 94.69         | 50             | 130       | 0.53             |
| Tubería 70 | 104.67        | 50             | 130       | 1.57             |
| Tubería 71 | 97.69         | 100            | 130       | 1.44             |
| Tubería 72 | 97.44         | 50             | 130       | 0.17             |
| Tubería 73 | 40.50         | 50             | 130       | 0.09             |
| Tubería 74 | 44.93         | 50             | 130       | 0.23             |
| Tubería 75 | 45.03         | 50             | 130       | 0.35             |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 55 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson

| ID Línea    | Longitud<br>m | Diámetro<br>mm | Rugosidad | Velocidad<br>m/s |
|-------------|---------------|----------------|-----------|------------------|
| Tubería 76  | 102.24        | 50             | 130       | 0.51             |
| Tubería 78  | 139.42        | 50             | 130       | 1.06             |
| Tubería 79  | 114.24        | 150            | 130       | 0.00             |
| Tubería 80  | 140.43        | 50             | 130       | 0.66             |
| Tubería 81  | 141.17        | 150            | 130       | 0.06             |
| Tubería 82  | 81.98         | 100            | 130       | 0.41             |
| Tubería 83  | 50.15         | 100            | 130       | 1.25             |
| Tubería 84  | 50.01         | 100            | 130       | 0.98             |
| Tubería 85  | 50.25         | 100            | 130       | 0.79             |
| Tubería 86  | 50.73         | 100            | 130       | 0.60             |
| Tubería 87  | 49.54         | 100            | 130       | 0.47             |
| Tubería 88  | 50.05         | 100            | 130       | 0.36             |
| Tubería 89  | 50.41         | 100            | 130       | 0.15             |
| Tubería 90  | 27.73         | 100            | 130       | 0.01             |
| Tubería 91  | 83.07         | 50             | 130       | 0.23             |
| Tubería 92  | 140.86        | 50             | 130       | 0.22             |
| Tubería 93  | 17.89         | 50             | 130       | 0.02             |
| Tubería 94  | 153.85        | 50             | 130       | 0.27             |
| Tubería 95  | 83.40         | 100            | 130       | 0.08             |
| Tubería 96  | 148.62        | 50             | 130       | 0.02             |
| Tubería 97  | 83.41         | 100            | 130       | 0.08             |
| Tubería 98  | 143.08        | 50             | 130       | 0.33             |
| Tubería 99  | 82.63         | 100            | 130       | 0.16             |
| Tubería 100 | 137.78        | 50             | 130       | 0.54             |
| Tubería 101 | 131.34        | 50             | 130       | 0.53             |
| Tubería 102 | 124.67        | 50             | 130       | 0.75             |
| Tubería 103 | 141.17        | 50             | 130       | 0.10             |
| Tubería 104 | 141.58        | 50             | 130       | 0.09             |
| Tubería 105 | 140.63        | 50             | 130       | 0.12             |
| Tubería 106 | 143.02        | 50             | 130       | 0.16             |
| Tubería 107 | 36.72         | 50             | 130       | 0.52             |
| Tubería 108 | 106.21        | 50             | 130       | 0.26             |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 56 Tabla de tuberías Reparto Mariana Sampson

| ID Línea    | Longitud<br>m | Diámetro<br>mm | Rugosidad     | Velocidad<br>m/s |
|-------------|---------------|----------------|---------------|------------------|
| Tubería 103 | 141.17        | 50             | 130           | 0.10             |
| Tubería 104 | 141.58        | 50             | 130           | 0.09             |
| Tubería 105 | 140.63        | 50             | 130           | 0.12             |
| Tubería 106 | 143.02        | 50             | 130           | 0.16             |
| Tubería 107 | 36.72         | 50             | 130           | 0.52             |
| Tubería 108 | 106.21        | 50             | 130           | 0.26             |
| Tubería 110 | 86.01         | 50             | 130           | 0.31             |
| Tubería 111 | 82.50         | 100            | 130           | 0.17             |
| Tubería 112 | 88.81         | 50             | 130           | 0.29             |
| Tubería 113 | 82.36         | 100            | 130           | 0.11             |
| Tubería 114 | 34.44         | 100            | 130           | 0.01             |
| Tubería 5   | 59.71         | 50             | 130           | 0.24             |
| Tubería 13  | 23.79         | 50             | 130           | 0.02             |
| Tubería 14  | 138.95        | 50             | 130           | 1.43             |
| Tubería 20  | 2             | 250            | 130           | 0.64             |
| Bomba 4     | No Disponible | No Disponible  | No Disponible | 0.00             |

Fuente: EPANET 2.0

**Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente**

Figura 58 Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Nudo     | Demanda LPS | Altura m | Presión m |
|-------------|-------------|----------|-----------|
| Conexión 27 | 0.28        | 67.78    | 17.14     |
| Conexión 3  | 0.00        | 76.91    | 24.63     |
| Conexión 4  | 0.00        | 76.84    | 24.10     |
| Conexión 5  | 0.00        | 76.77    | 23.51     |
| Conexión 6  | 0.00        | 76.70    | 22.54     |
| Conexión 7  | 0.00        | 76.63    | 21.35     |
| Conexión 8  | 0.00        | 76.55    | 19.83     |
| Conexión 9  | 0.00        | 76.48    | 18.55     |
| Conexión 10 | 0.00        | 76.41    | 17.16     |
| Conexión 11 | 0.00        | 76.34    | 15.32     |
| Conexión 16 | 0.61        | 74.08    | 14.26     |
| Conexión 14 | 0.20        | 75.61    | 16.79     |
| Conexión 17 | 0.63        | 72.75    | 14.43     |
| Conexión 18 | 0.63        | 71.58    | 14.54     |
| Conexión 19 | 0.63        | 70.53    | 15.10     |
| Conexión 20 | 0.63        | 69.51    | 15.35     |
| Conexión 21 | 0.63        | 68.82    | 15.77     |
| Conexión 22 | 0.63        | 68.42    | 16.58     |
| Conexión 23 | 0.63        | 68.22    | 17.26     |
| Conexión 24 | 0.49        | 68.16    | 18.38     |
| Conexión 25 | 0.06        | 68.16    | 19.49     |
| Conexión 72 | 0.28        | 67.76    | 17.43     |
| Conexión 75 | 0.28        | 67.52    | 18.26     |
| Conexión 76 | 0.47        | 67.49    | 17.22     |
| Conexión 71 | 0.55        | 67.76    | 16.58     |
| Conexión 2  | 0.00        | 77.03    | 26.39     |
| Conexión 70 | 0.53        | 67.75    | 15.92     |
| Conexión 77 | 0.65        | 67.43    | 16.50     |
| Conexión 78 | 0.32        | 67.30    | 15.77     |
| Conexión 65 | 0.51        | 67.70    | 15.00     |
| Conexión 63 | 0.85        | 68.27    | 14.89     |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 57 Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Nudo     | Demanda LPS | Altura m | Presión m |
|-------------|-------------|----------|-----------|
| Conexión 66 | 0.51        | 67.94    | 14.94     |
| Conexión 67 | 0.00        | 67.94    | 14.94     |
| Conexión 69 | 0.00        | 67.83    | 15.83     |
| Conexión 68 | 0.14        | 67.92    | 15.12     |
| Conexión 62 | 0.89        | 68.25    | 14.69     |
| Conexión 61 | 0.85        | 68.67    | 14.17     |
| Conexión 60 | 0.89        | 68.28    | 13.79     |
| Conexión 58 | 0.81        | 69.31    | 13.78     |
| Conexión 59 | 0.89        | 68.30    | 12.84     |
| Conexión 56 | 0.89        | 68.32    | 11.84     |
| Conexión 57 | 0.69        | 70.09    | 13.45     |
| Conexión 54 | 0.57        | 69.71    | 11.78     |
| Conexión 55 | 0.83        | 68.33    | 10.85     |
| Conexión 52 | 0.81        | 68.33    | 9.99      |
| Conexión 53 | 0.53        | 69.96    | 10.68     |
| Conexión 50 | 0.45        | 72.55    | 12.04     |
| Conexión 51 | 0.71        | 68.33    | 9.67      |
| Conexión 48 | 0.32        | 68.30    | 9.14      |
| Conexión 49 | 0.61        | 68.64    | 8.57      |
| Conexión 46 | 0.79        | 68.08    | 8.84      |
| Conexión 47 | 0.61        | 68.25    | 10.06     |
| Conexión 44 | 0.35        | 68.23    | 10.74     |
| Conexión 43 | 0.06        | 68.23    | 12.22     |
| Conexión 45 | 0.57        | 67.99    | 9.54      |
| Conexión 42 | 0.06        | 67.99    | 10.50     |
| Conexión 40 | 0.61        | 67.84    | 7.77      |
| Conexión 41 | 0.18        | 67.83    | 8.50      |
| Conexión 39 | 0.63        | 67.90    | 7.03      |
| Conexión 38 | 0.32        | 68.02    | 6.38      |
| Conexión 79 | 0.10        | 67.30    | 15.77     |
| Conexión 74 | 0.04        | 67.52    | 18.76     |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 59 Archivo de Entrada: CMH + Pmin con tanque de almacenamiento, bomba y red existente

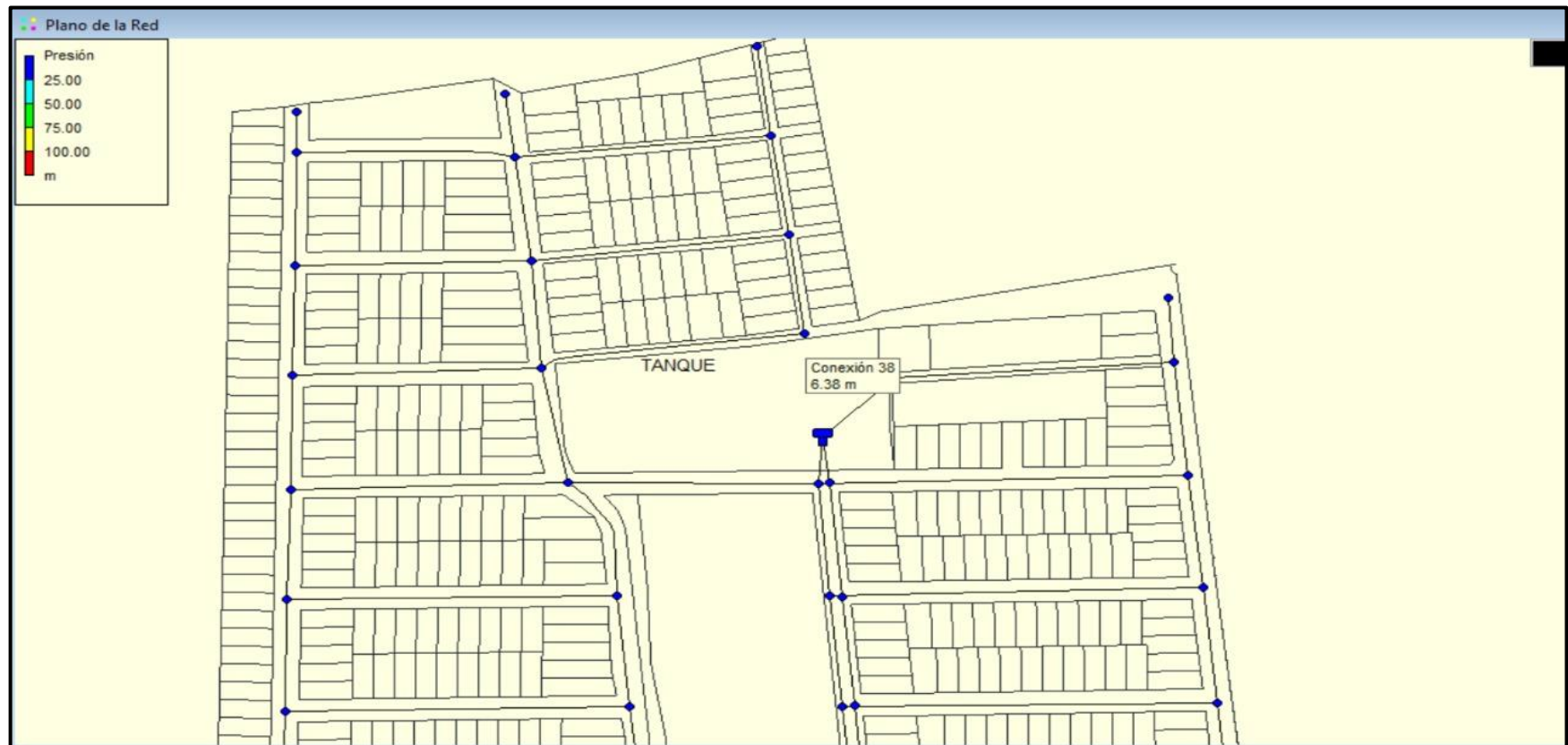
| ID Nudo     | Demanda LPS | Altura m | Presión m |
|-------------|-------------|----------|-----------|
| Conexión 73 | 0.00        | 67.76    | 18.05     |
| Conexión 26 | 0.04        | 67.78    | 17.84     |
| Conexión 37 | 0.41        | 74.04    | 13.02     |
| Conexión 36 | 0.63        | 72.75    | 13.50     |
| Conexión 35 | 0.63        | 71.53    | 13.60     |
| Conexión 34 | 0.83        | 70.43    | 13.71     |
| Conexión 13 | 0.06        | 76.09    | 14.77     |
| Conexión 33 | 1.02        | 69.37    | 14.09     |
| Conexión 32 | 1.02        | 68.70    | 14.54     |
| Conexión 31 | 1.02        | 68.28    | 15.02     |
| Conexión 30 | 0.93        | 68.04    | 15.30     |
| Conexión 29 | 0.81        | 67.89    | 15.61     |
| Conexión 28 | 0.35        | 67.80    | 15.92     |
| Conexión 15 | 0.04        | 75.61    | 17.31     |
| Conexión 64 | 0.04        | 68.27    | 14.89     |
| Embalse 1   | -27.48      | -70.47   | 0.00      |
| Depósito 12 | -6.55       | 76.30    | 14.80     |

Fuente: EPANET 2.0

## Conexión 38

En la condición consumo máximo hora + presión mínima con tanque de almacenamiento + bomba, la presión mínima en la conexión 38 no es satisfactoria, ya que dio como resultado 6.38 mca.

Figura 60 Conexión 36

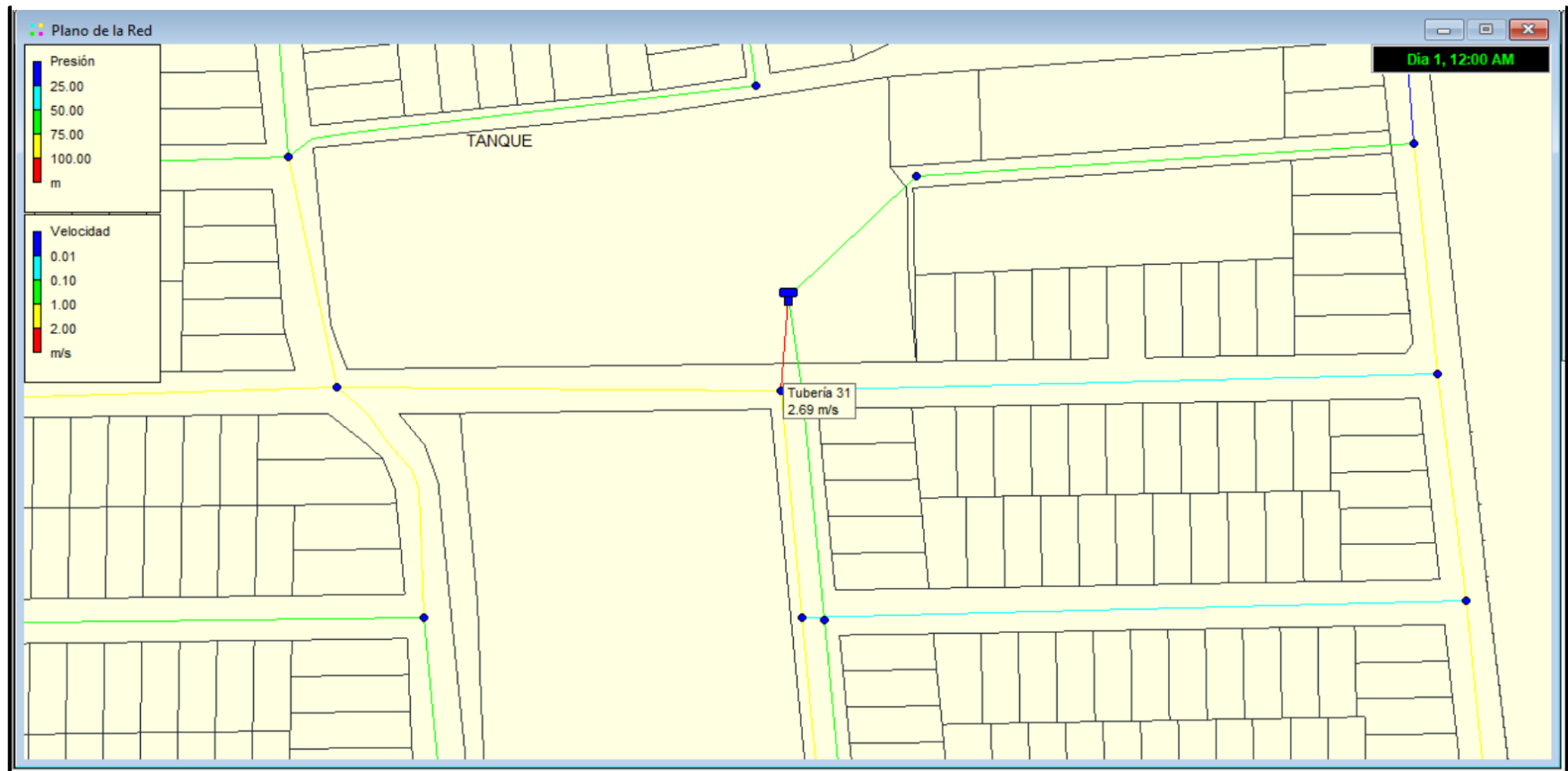


Fuente: EPANET 2.0

### Tubería 31

En la condición consumo máximo hora + presión mínima con tanque de almacenamiento + bomba, la tubería número 31 supera la velocidad de 2 m/s, indicado por la norma al obtener un resultado de 2.69 m/s.

Figura 61 Tubería 31



Fuente: EPANET 2.0



**Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente**

Figura 63 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Nudo     | Cota m | Demanda LPS | Presión m |
|-------------|--------|-------------|-----------|
| Conexión 27 | 50.64  | 0.28        | 7.09      |
| Conexión 3  | 51.88  | 0.00        | 16.89     |
| Conexión 4  | 52.74  | 0.00        | 15.82     |
| Conexión 5  | 53.26  | 0.00        | 15.19     |
| Conexión 6  | 54.16  | 0.00        | 14.18     |
| Conexión 7  | 55.28  | 0.00        | 12.96     |
| Conexión 8  | 56.72  | 0.00        | 11.41     |
| Conexión 9  | 57.93  | 0.00        | 10.10     |
| Conexión 10 | 59.25  | 0.00        | 8.67      |
| Conexión 11 | 61.02  | 0.00        | 6.80      |
| Conexión 16 | 59.82  | 0.61        | 0.65      |
| Conexión 14 | 58.82  | 0.20        | 1.65      |
| Conexión 17 | 58.32  | 0.63        | 2.10      |
| Conexión 18 | 57.04  | 0.63        | 3.26      |
| Conexión 19 | 55.43  | 0.63        | 4.69      |
| Conexión 20 | 54.16  | 0.63        | 5.10      |
| Conexión 21 | 53.05  | 0.63        | 5.62      |
| Conexión 22 | 51.84  | 0.63        | 6.47      |
| Conexión 23 | 50.96  | 0.63        | 7.16      |
| Conexión 24 | 49.78  | 0.49        | 8.29      |
| Conexión 25 | 48.67  | 0.06        | 9.40      |
| Conexión 72 | 50.33  | 0.28        | 7.38      |
| Conexión 75 | 49.26  | 0.28        | 8.21      |
| Conexión 76 | 50.27  | 0.47        | 7.17      |
| Conexión 71 | 51.18  | 0.55        | 6.53      |
| Conexión 2  | 50.64  | 0.00        | 18.30     |
| Conexión 70 | 51.83  | 0.53        | 5.86      |
| Conexión 77 | 50.93  | 0.65        | 6.44      |
| Conexión 78 | 51.53  | 0.32        | 5.72      |
| Conexión 65 | 52.70  | 0.51        | 4.66      |
| Conexión 63 | 53.38  | 0.85        | 5.21      |
| Conexión 66 | 53     | 0.51        | 4.60      |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 62 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Nudo     | Cota m | Demanda LPS | Presión m |
|-------------|--------|-------------|-----------|
| Conexión 67 | 53     | 0.00        | 4.90      |
| Conexión 69 | 52     | 0.00        | 5.78      |
| Conexión 68 | 52.8   | 0.14        | 5.07      |
| Conexión 62 | 53.56  | 0.89        | 4.66      |
| Conexión 61 | 54.50  | 0.85        | 4.11      |
| Conexión 60 | 54.49  | 0.89        | 4.12      |
| Conexión 58 | 55.53  | 0.81        | 3.65      |
| Conexión 59 | 55.46  | 0.89        | 3.21      |
| Conexión 56 | 56.48  | 0.89        | 2.27      |
| Conexión 57 | 56.64  | 0.69        | 3.30      |
| Conexión 54 | 57.93  | 0.57        | 2.01      |
| Conexión 55 | 57.48  | 0.83        | 1.33      |
| Conexión 52 | 58.34  | 0.81        | 0.52      |
| Conexión 53 | 59.28  | 0.53        | 1.58      |
| Conexión 50 | 60.51  | 0.45        | 4.97      |
| Conexión 51 | 58.66  | 0.71        | 0.23      |
| Conexión 48 | 59.16  | 0.32        | -0.28     |
| Conexión 49 | 60.07  | 0.61        | -0.40     |
| Conexión 46 | 59.24  | 0.79        | -0.42     |
| Conexión 47 | 58.19  | 0.61        | 0.66      |
| Conexión 44 | 57.49  | 0.35        | 1.35      |
| Conexión 43 | 56.01  | 0.06        | 2.83      |
| Conexión 45 | 58.45  | 0.57        | 0.25      |
| Conexión 42 | 57.49  | 0.06        | 1.21      |
| Conexión 40 | 60.07  | 0.61        | -1.47     |
| Conexión 41 | 59.33  | 0.18        | -0.75     |
| Conexión 39 | 60.87  | 0.63        | -2.19     |
| Conexión 38 | 61.64  | 0.32        | -2.79     |
| Conexión 79 | 51.53  | 0.10        | 5.72      |
| Conexión 74 | 48.76  | 0.04        | 8.71      |
| Conexión 73 | 49.71  | 0.00        | 8.00      |
| Conexión 26 | 49.94  | 0.04        | 7.79      |

Fuente: EPANET 2.0

Figura Ilustración 64 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Nudo     | Cota<br>m | Demanda<br>LPS | Presión<br>m |
|-------------|-----------|----------------|--------------|
| Conexión 26 | 49.94     | 0.04           | 7.79         |
| Conexión 37 | 61.02     | 0.41           | 6.79         |
| Conexión 36 | 59.25     | 0.63           | 5.39         |
| Conexión 35 | 57.93     | 0.63           | 4.17         |
| Conexión 34 | 56.72     | 0.83           | 3.41         |
| Conexión 13 | 61.32     | 0.06           | -0.85        |
| Conexión 33 | 55.28     | 1.02           | 3.93         |
| Conexión 32 | 54.16     | 1.02           | 4.46         |
| Conexión 31 | 53.26     | 1.02           | 4.97         |
| Conexión 30 | 52.74     | 0.93           | 5.25         |
| Conexión 29 | 52.28     | 0.81           | 5.56         |
| Conexión 28 | 51.88     | 0.35           | 5.87         |
| Conexión 15 | 58.30     | 0.04           | 2.17         |
| Conexión 64 | 53.38     | 0.04           | 5.20         |
| Embalse 1   | -70.47    | -34.03         | 0.00         |

Fuente: EPANET 2.0



Figura 66 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Línea   | Longitud m | Diámetro mm | Velocidad m/s |
|------------|------------|-------------|---------------|
| Tubería 1  | 115.83     | 75          | 0.01          |
| Tubería 2  | 50.80      | 75          | 0.22          |
| Tubería 3  | 50.29      | 75          | 0.44          |
| Tubería 6  | 49.30      | 75          | 0.63          |
| Tubería 7  | 50.38      | 75          | 0.82          |
| Tubería 8  | 50.31      | 75          | 1.00          |
| Tubería 9  | 50.40      | 100         | 0.51          |
| Tubería 10 | 49.35      | 100         | 0.42          |
| Tubería 11 | 51.25      | 100         | 0.24          |
| Tubería 12 | 52.22      | 100         | 0.04          |
| Tubería 15 | 81.39      | 50          | 0.35          |
| Tubería 16 | 79.87      | 50          | 0.21          |
| Tubería 17 | 24.77      | 50          | 0.05          |
| Tubería 18 | 48.63      | 50          | 0.20          |
| Tubería 19 | 50.59      | 50          | 0.12          |
| Tubería 21 | 80.79      | 250         | 0.69          |
| Tubería 22 | 99.59      | 250         | 0.69          |
| Tubería 23 | 50.73      | 250         | 0.69          |
| Tubería 24 | 50.25      | 250         | 0.69          |
| Tubería 25 | 50.01      | 250         | 0.69          |
| Tubería 26 | 50.15      | 250         | 0.69          |
| Tubería 27 | 49.63      | 250         | 0.69          |
| Tubería 28 | 50.82      | 250         | 0.69          |
| Tubería 29 | 48.23      | 250         | 0.69          |
| Tubería 32 | 49.63      | 100         | 1.89          |
| Tubería 33 | 50.82      | 100         | 2.14          |
| Tubería 34 | 48.23      | 100         | 2.49          |
| Tubería 35 | 22.46      | 50          | 0.00          |
| Tubería 36 | 50.33      | 50          | 0.01          |
| Tubería 37 | 50.32      | 50          | 0.09          |
| Tubería 38 | 27.68      | 50          | 0.30          |
| Tubería 39 | 32.58      | 50          | 0.30          |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 65 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Línea   | Longitud m | Diámetro mm | Velocidad m/s |
|------------|------------|-------------|---------------|
| Tubería 40 | 36.72      | 50          | 0.14          |
| Tubería 41 | 25.72      | 50          | 0.66          |
| Tubería 42 | 51         | 50          | 0.51          |
| Tubería 43 | 49.22      | 50          | 0.62          |
| Tubería 44 | 51.20      | 50          | 0.72          |
| Tubería 45 | 50.44      | 50          | 0.02          |
| Tubería 46 | 50.89      | 50          | 0.80          |
| Tubería 47 | 55.78      | 50          | 1.82          |
| Tubería 48 | 52.04      | 50          | 2.14          |
| Tubería 49 | 48.64      | 50          | 0.79          |
| Tubería 50 | 46.62      | 50          | 0.28          |
| Tubería 51 | 31.21      | 50          | 0.03          |
| Tubería 56 | 49.60      | 100         | 0.18          |
| Tubería 57 | 50.58      | 100         | 0.29          |
| Tubería 58 | 50.68      | 100         | 0.32          |
| Tubería 59 | 49.73      | 100         | 0.30          |
| Tubería 60 | 50.19      | 100         | 0.27          |
| Tubería 61 | 49.71      | 100         | 0.19          |
| Tubería 62 | 49.54      | 100         | 0.12          |
| Tubería 63 | 49.89      | 100         | 0.21          |
| Tubería 64 | 49.84      | 100         | 0.11          |
| Tubería 65 | 20.66      | 100         | 0.01          |
| Tubería 66 | 84.29      | 50          | 0.22          |
| Tubería 67 | 88.76      | 50          | 0.09          |
| Tubería 68 | 100.11     | 50          | 0.20          |
| Tubería 69 | 94.69      | 50          | 0.53          |
| Tubería 70 | 104.67     | 50          | 1.57          |
| Tubería 71 | 97.69      | 100         | 1.44          |
| Tubería 72 | 97.44      | 50          | 0.17          |
| Tubería 73 | 40.50      | 50          | 0.09          |
| Tubería 74 | 44.93      | 50          | 0.23          |
| Tubería 75 | 45.03      | 50          | 0.35          |

Fuente: EPANET 2.0

Figura 67 Archivo de Entrada: CMH + Pmin sin tanque de almacenamiento, bomba y red existente

| ID Línea    | Longitud m | Diámetro mm | Velocidad m/s |
|-------------|------------|-------------|---------------|
| Tubería 76  | 102.24     | 50          | 0.51          |
| Tubería 78  | 139.42     | 50          | 1.06          |
| Tubería 79  | 114.24     | 150         | 0.00          |
| Tubería 80  | 140.43     | 50          | 0.66          |
| Tubería 81  | 141.17     | 150         | 0.06          |
| Tubería 82  | 81.98      | 100         | 0.41          |
| Tubería 83  | 50.15      | 100         | 1.25          |
| Tubería 84  | 50.01      | 100         | 0.98          |
| Tubería 85  | 50.25      | 100         | 0.79          |
| Tubería 86  | 50.73      | 100         | 0.60          |
| Tubería 87  | 49.54      | 100         | 0.47          |
| Tubería 88  | 50.05      | 100         | 0.36          |
| Tubería 89  | 50.41      | 100         | 0.15          |
| Tubería 90  | 27.73      | 100         | 0.01          |
| Tubería 91  | 83.07      | 50          | 0.23          |
| Tubería 92  | 140.86     | 50          | 0.22          |
| Tubería 93  | 17.89      | 50          | 0.02          |
| Tubería 94  | 153.85     | 50          | 0.27          |
| Tubería 95  | 83.40      | 100         | 0.08          |
| Tubería 96  | 148.62     | 50          | 0.02          |
| Tubería 97  | 83.41      | 100         | 0.08          |
| Tubería 98  | 143.08     | 50          | 0.33          |
| Tubería 99  | 82.63      | 100         | 0.16          |
| Tubería 100 | 137.78     | 50          | 0.54          |
| Tubería 101 | 131.34     | 50          | 0.53          |
| Tubería 102 | 124.67     | 50          | 0.75          |
| Tubería 103 | 141.17     | 50          | 0.10          |
| Tubería 104 | 141.58     | 50          | 0.09          |
| Tubería 105 | 140.63     | 50          | 0.12          |
| Tubería 106 | 143.02     | 50          | 0.16          |
| Tubería 107 | 36.72      | 50          | 0.52          |
| Tubería 108 | 106.21     | 50          | 0.26          |

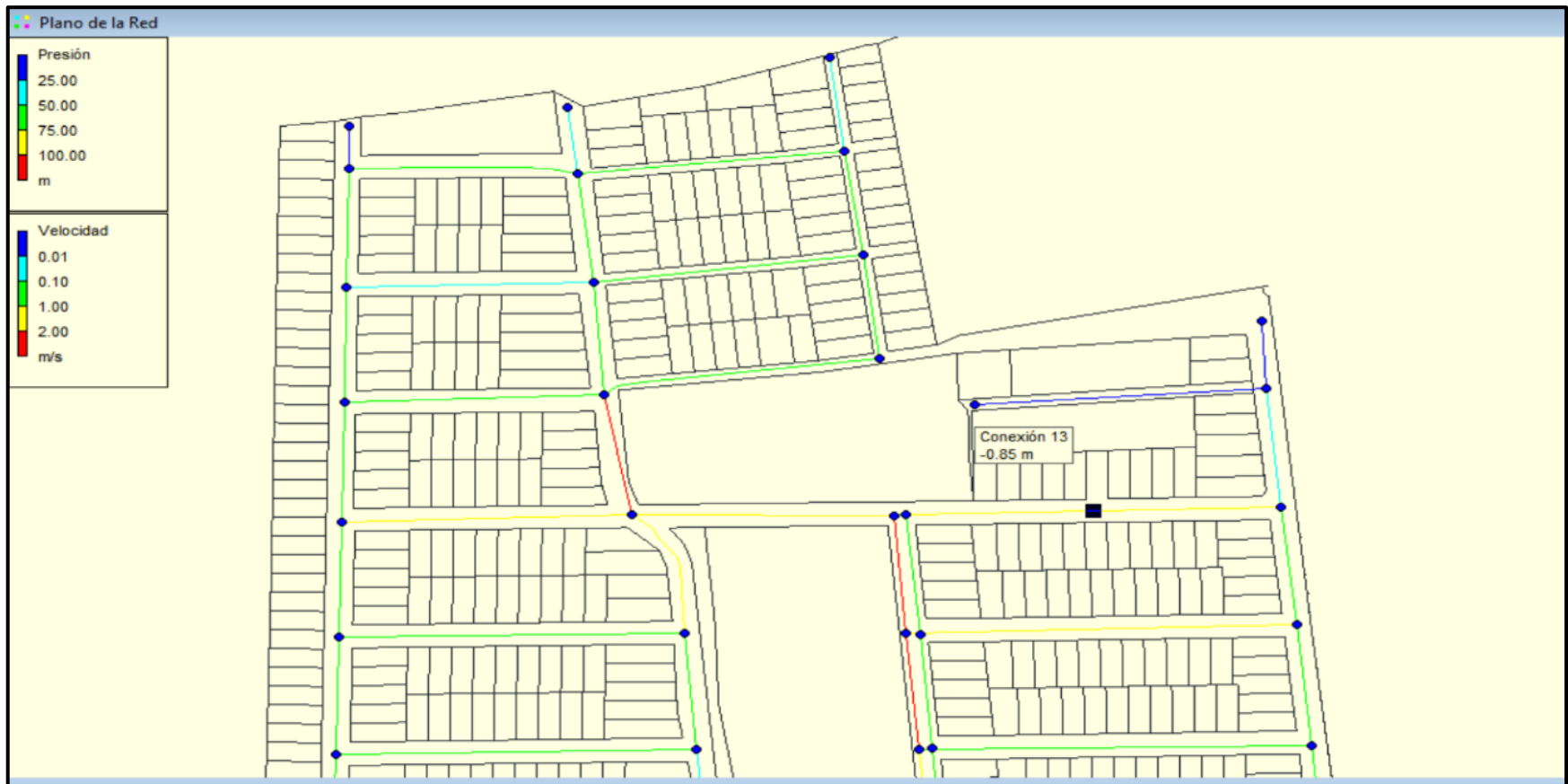
| ID Línea    | Longitud m    | Diámetro mm   | Velocidad m/s |
|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Tubería 106 | 143.02        | 50            | 0.16          |
| Tubería 107 | 36.72         | 50            | 0.52          |
| Tubería 108 | 106.21        | 50            | 0.26          |
| Tubería 110 | 86.01         | 50            | 0.31          |
| Tubería 111 | 82.50         | 100           | 0.17          |
| Tubería 112 | 88.81         | 50            | 0.29          |
| Tubería 113 | 82.36         | 100           | 0.11          |
| Tubería 114 | 34.44         | 100           | 0.01          |
| Tubería 5   | 59.71         | 50            | 0.24          |
| Tubería 13  | 23.79         | 50            | 0.02          |
| Tubería 14  | 138.95        | 50            | 1.43          |
| Tubería 20  | 2             | 250           | 0.64          |
| Bomba 4     | No Disponible | No Disponible | 0.00          |

Fuente: EPANET 2.0

### Conexión 13

Se obtuvo como resultado  $-0.85$  mca en la conexión número 13.

Figura 68 Conexión 13.

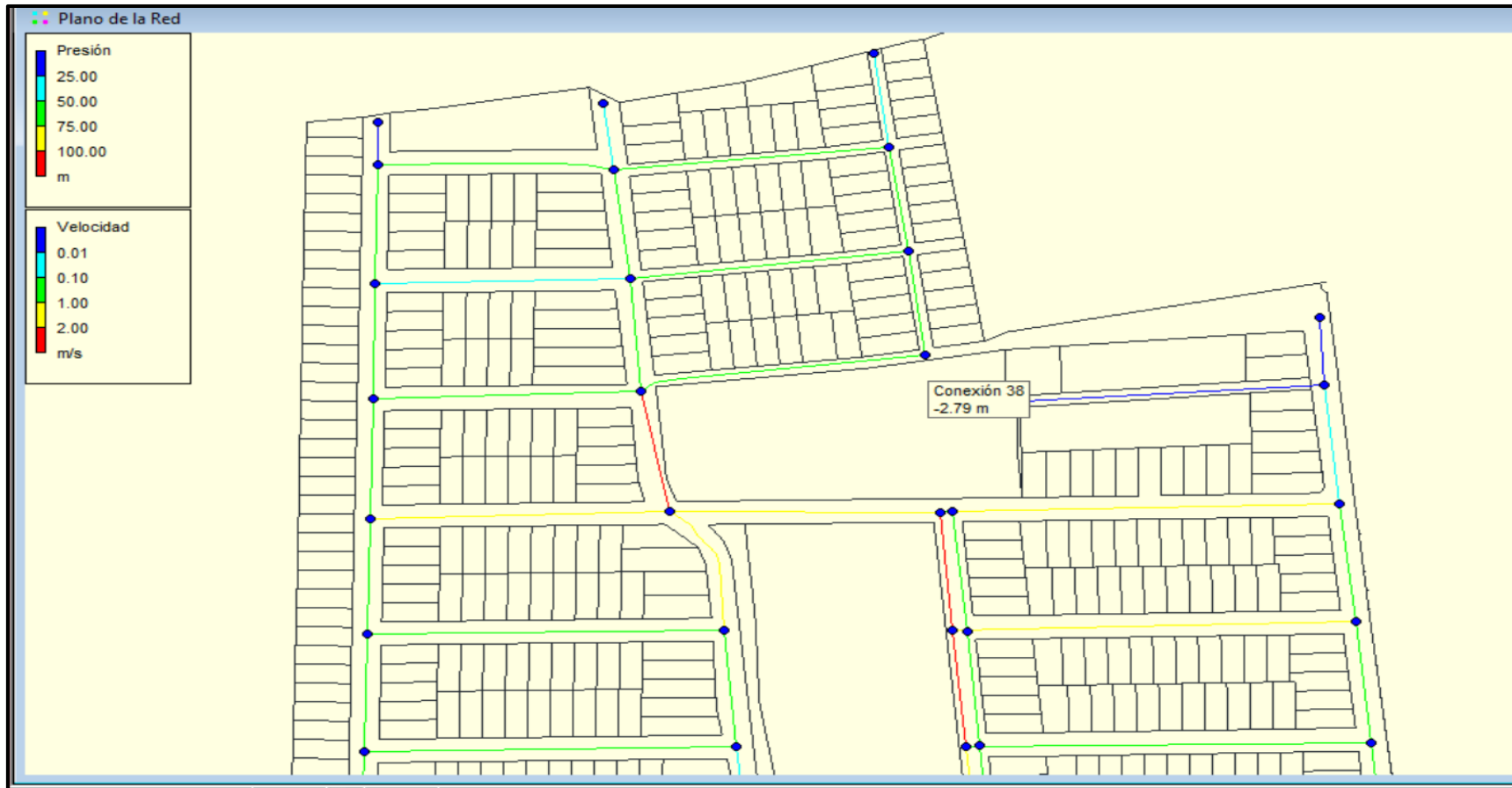


Fuente: EPANET 2.0

### Conexión 38

Se obtuvo como resultado -2.79 mca en la conexión número 38.

Figura 69 Conexión 38.

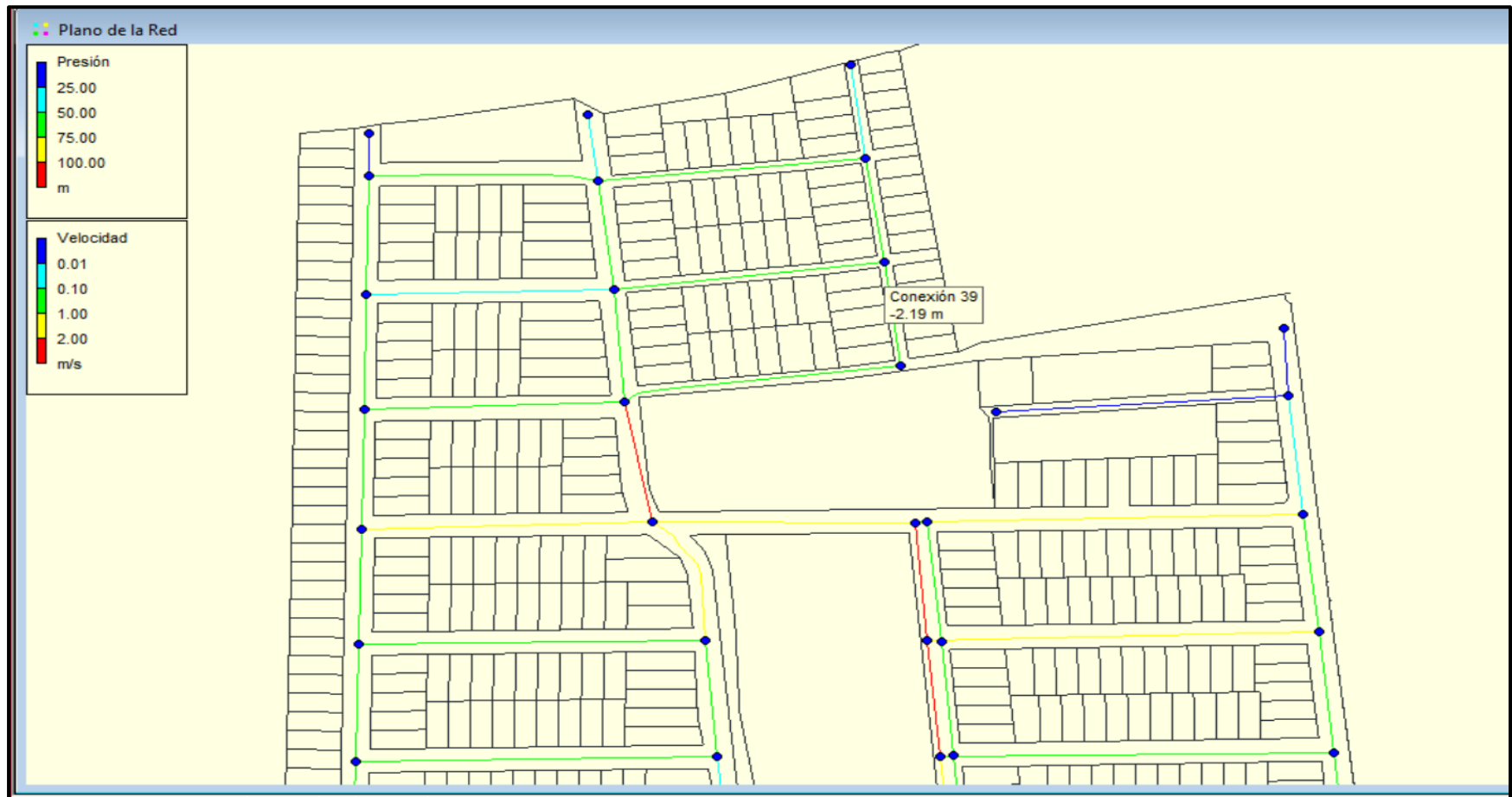


Fuente: EPANET 2.0

### Conexión 39

Se obtuvo como resultado -2.19 mca en la conexión número 39.

Figura 70 Conexión 39

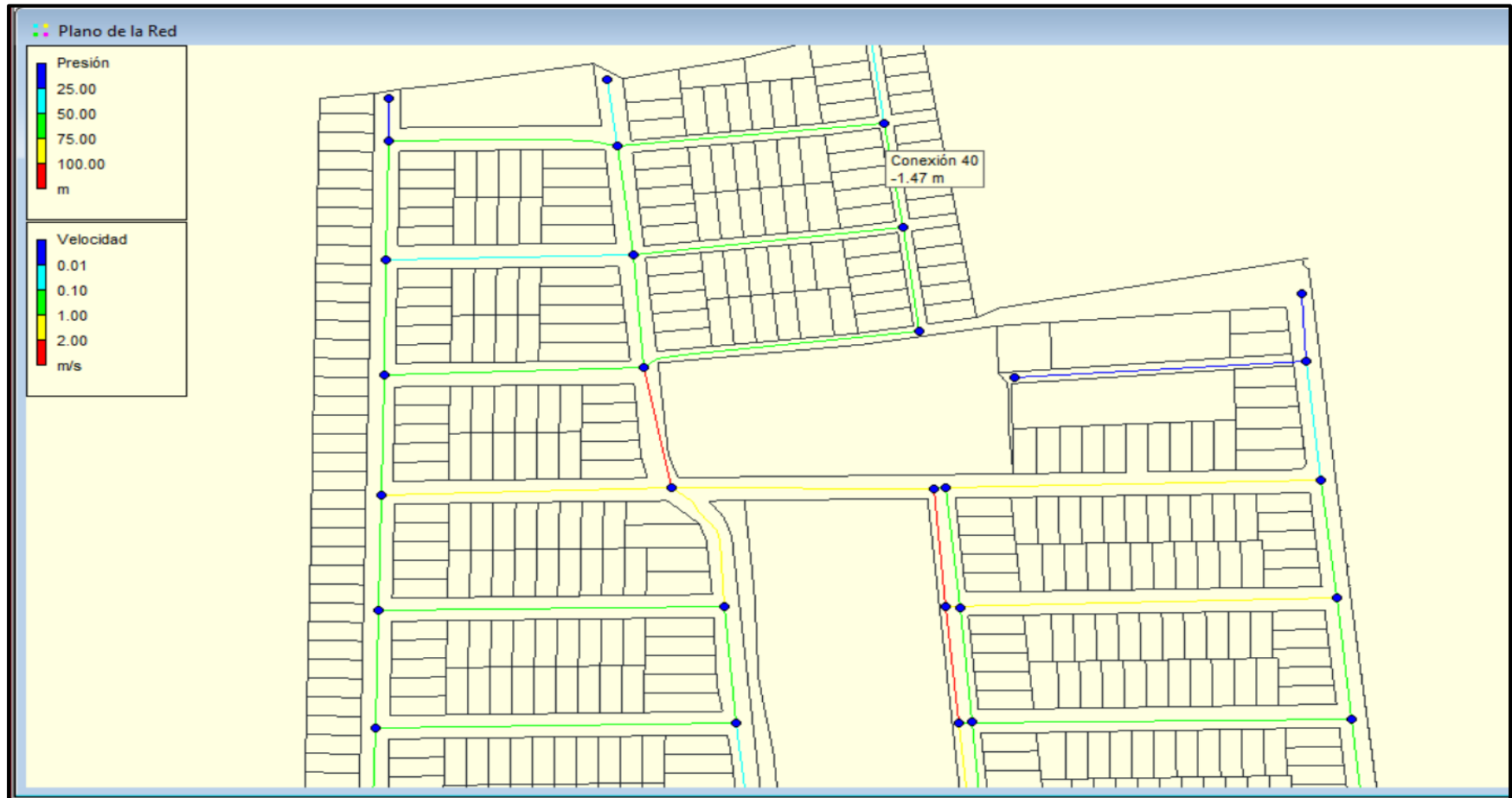


Fuente: EPANET 2.0

### Conexión 40

Se obtuvo como resultado -1.47 mca en la conexión número 40.

Figura 71 Conexión 40



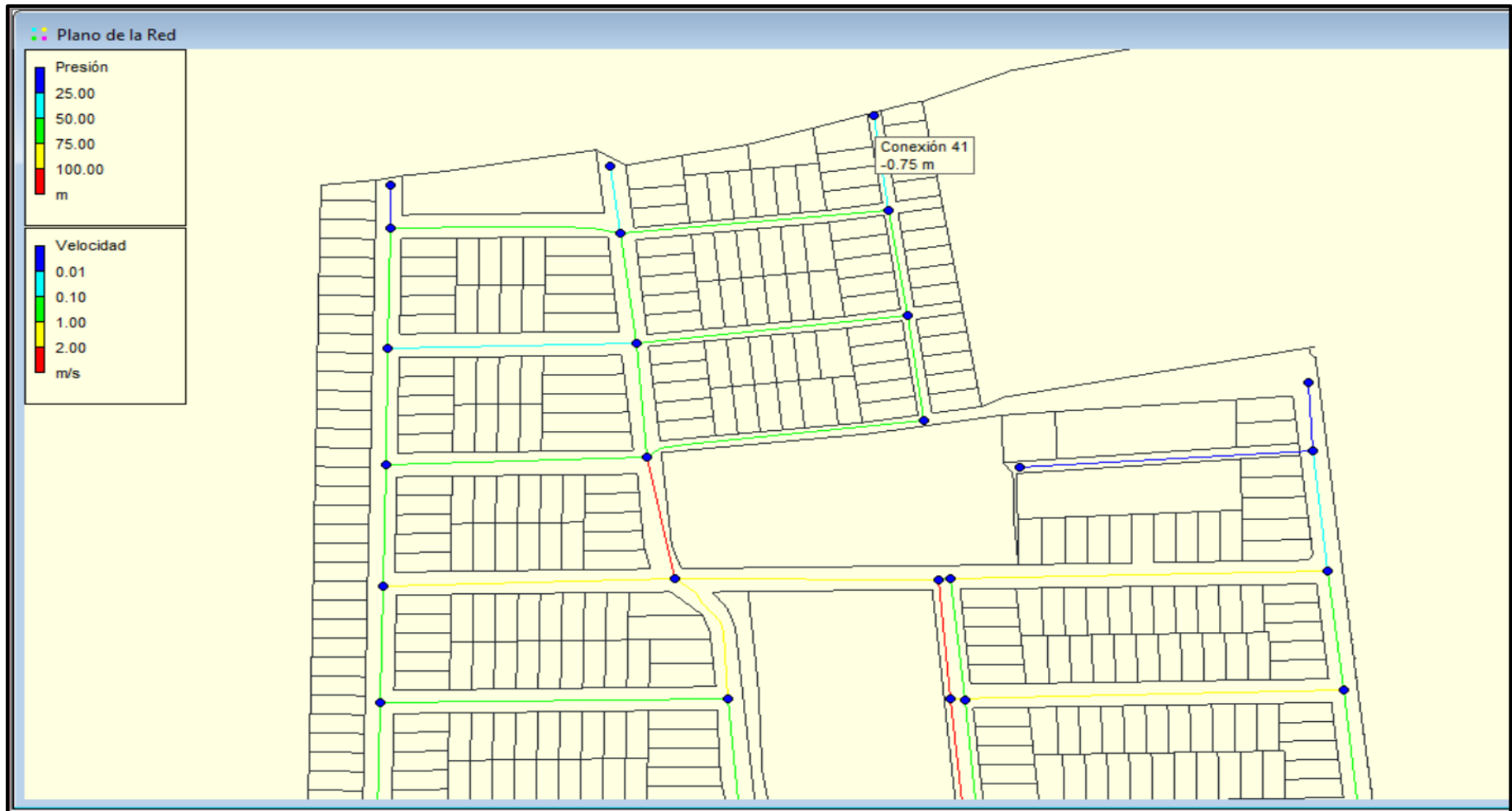
Fuente: EPANET 2.0



## Conexión 41

Se obtuvo como resultado  $-0.75$  mca en la conexión número 41.

Figura 72 Conexión 41

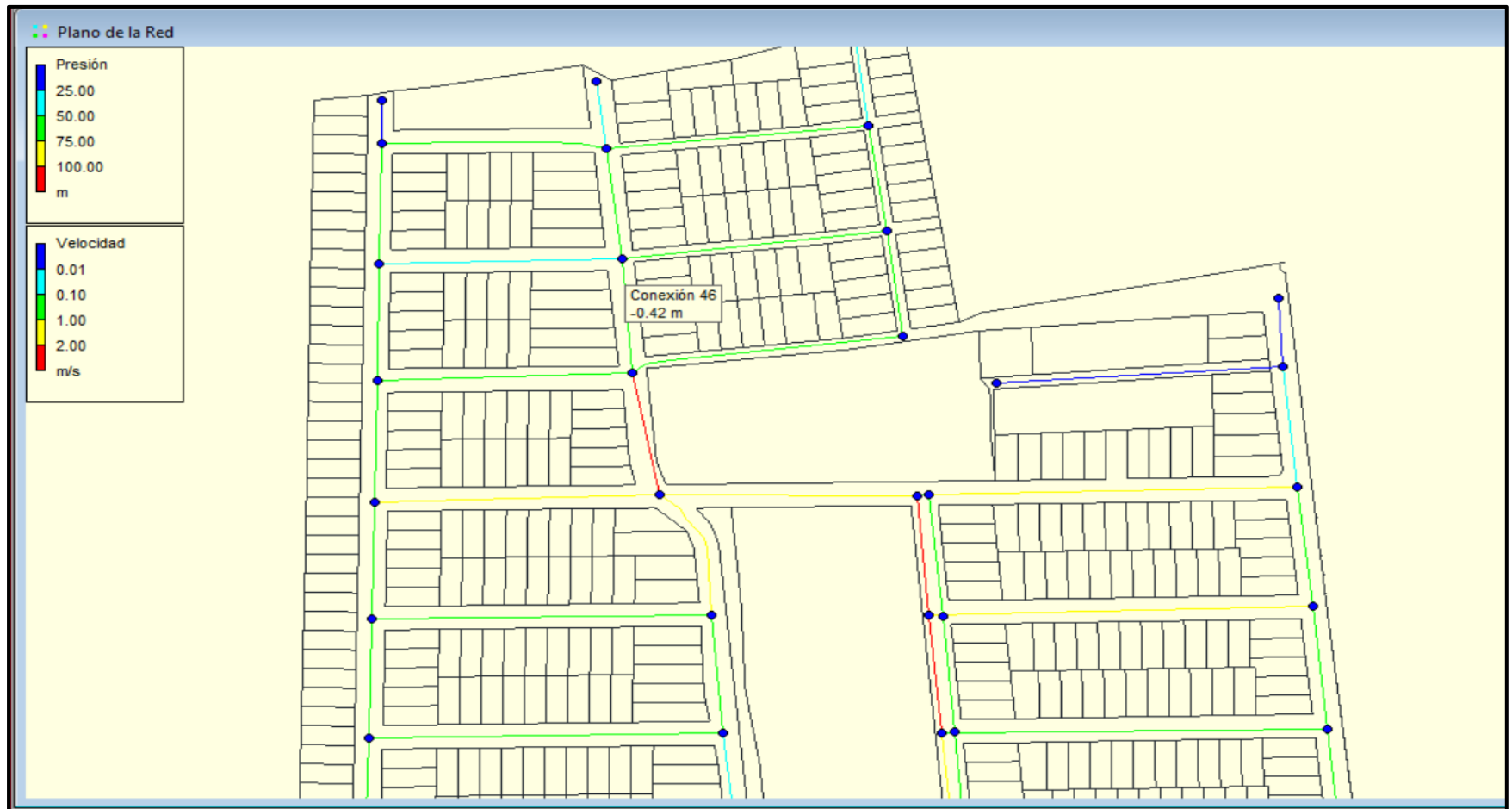


Fuente: EPANET 2.0

### Conexión 46

Se obtuvo como resultado  $-0.42$  mca en la conexión número 46.

Figura 73 Conexión 46

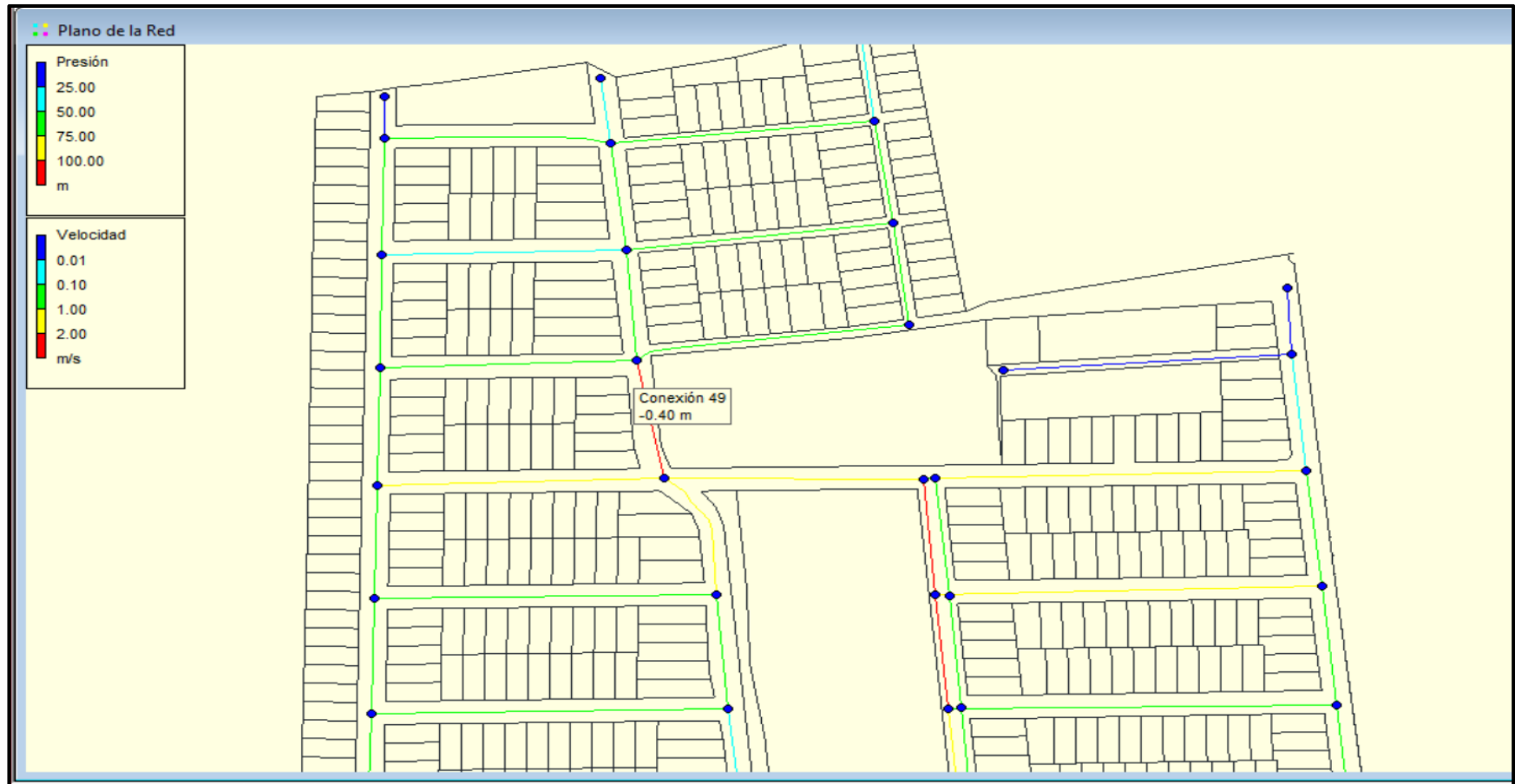


Fuente: EPANET 2.0

### Conexión 49

Se obtuvo como resultado -0.40 mca en la conexión número 49.

Figura 74 Conexión 49

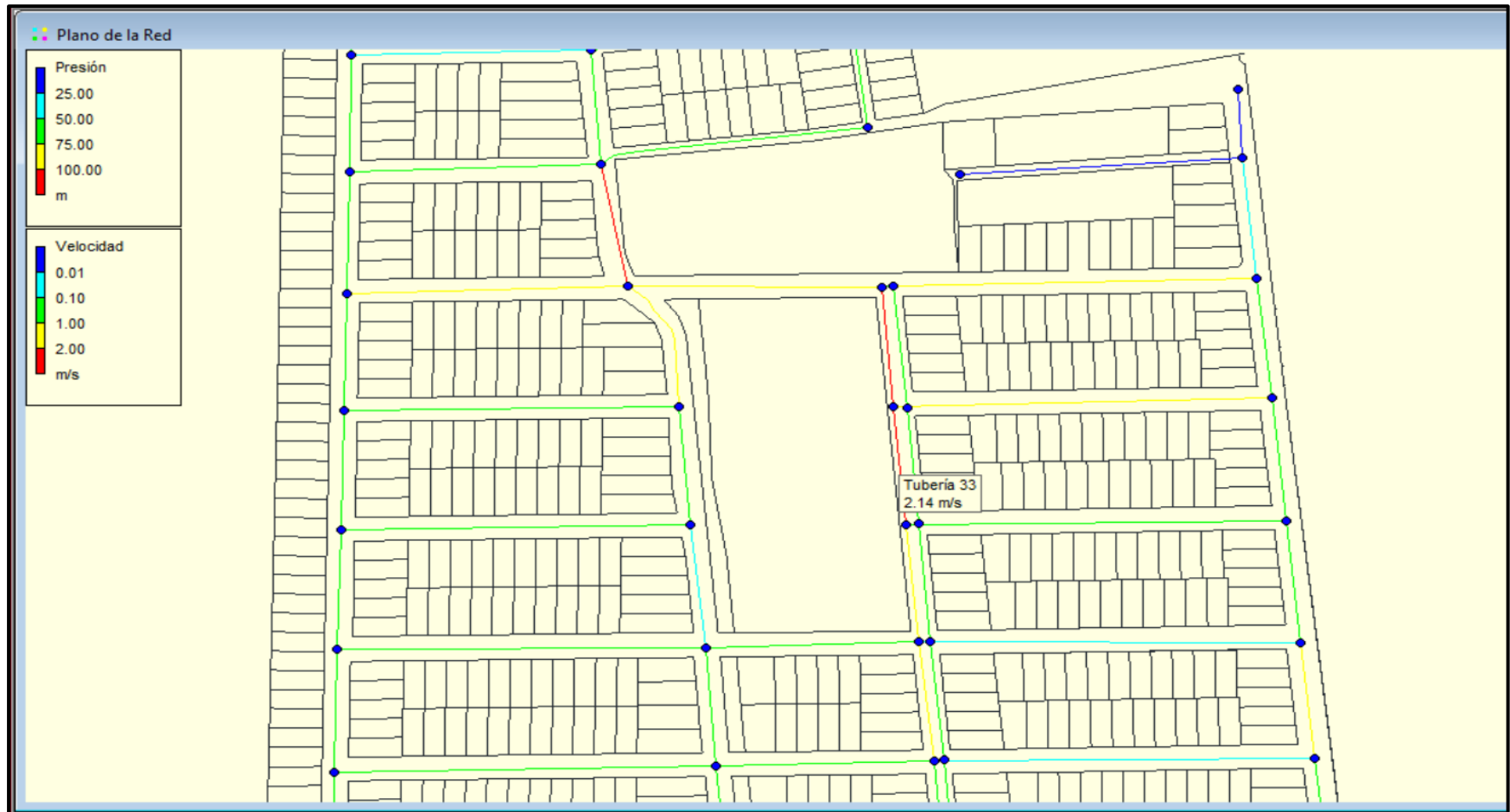


Fuente: EPANET 2.0

### Tubería 33

Se obtuvo como resultado 2.14 m/s en la tubería número 33.

Figura 75 Tubería 33

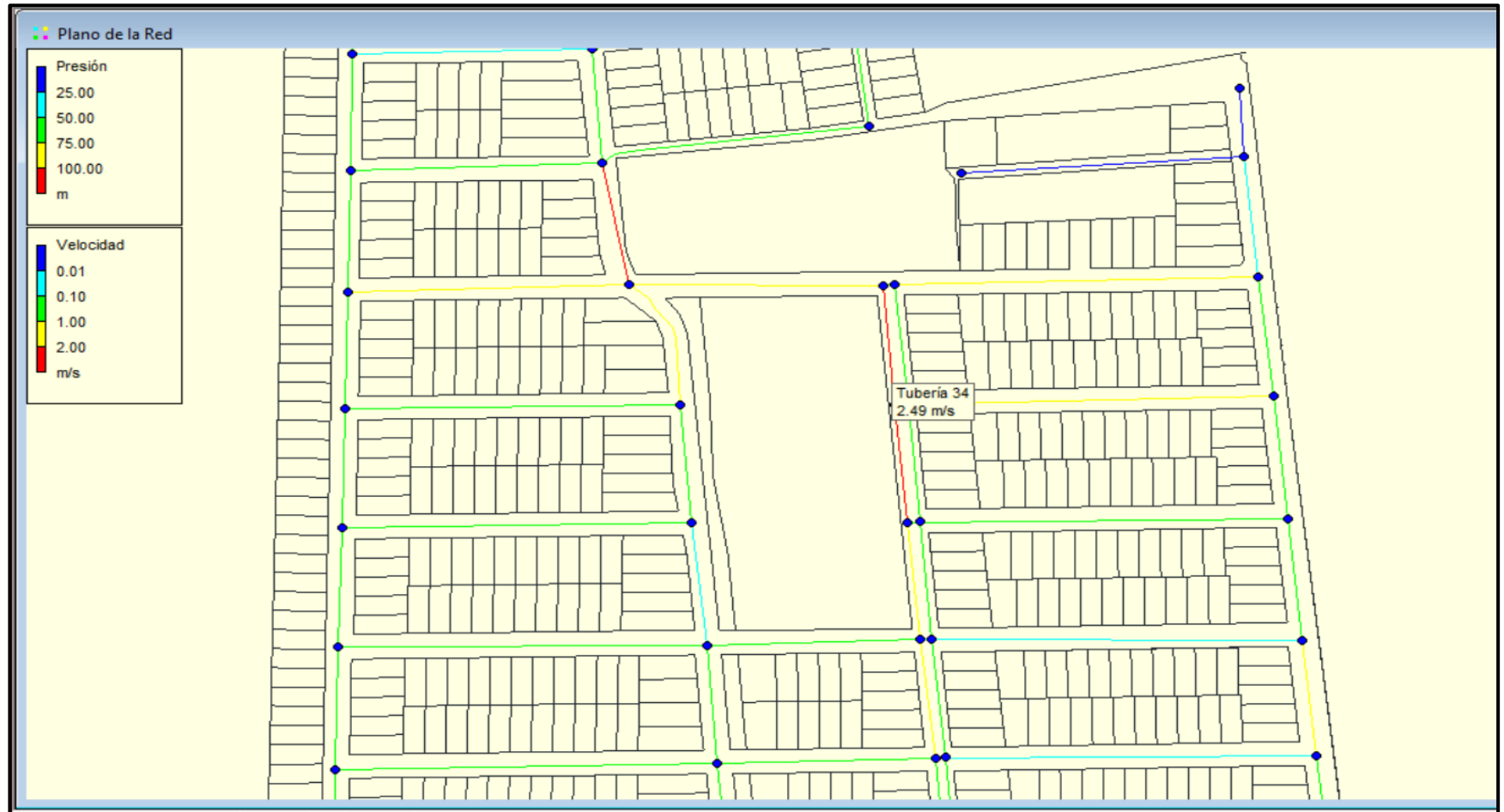


Fuente: EPANET 2.0

### Tubería 34

Se obtuvo como resultado 2.49 m/s en la tubería numero 34

Figura 76 Tubería 34

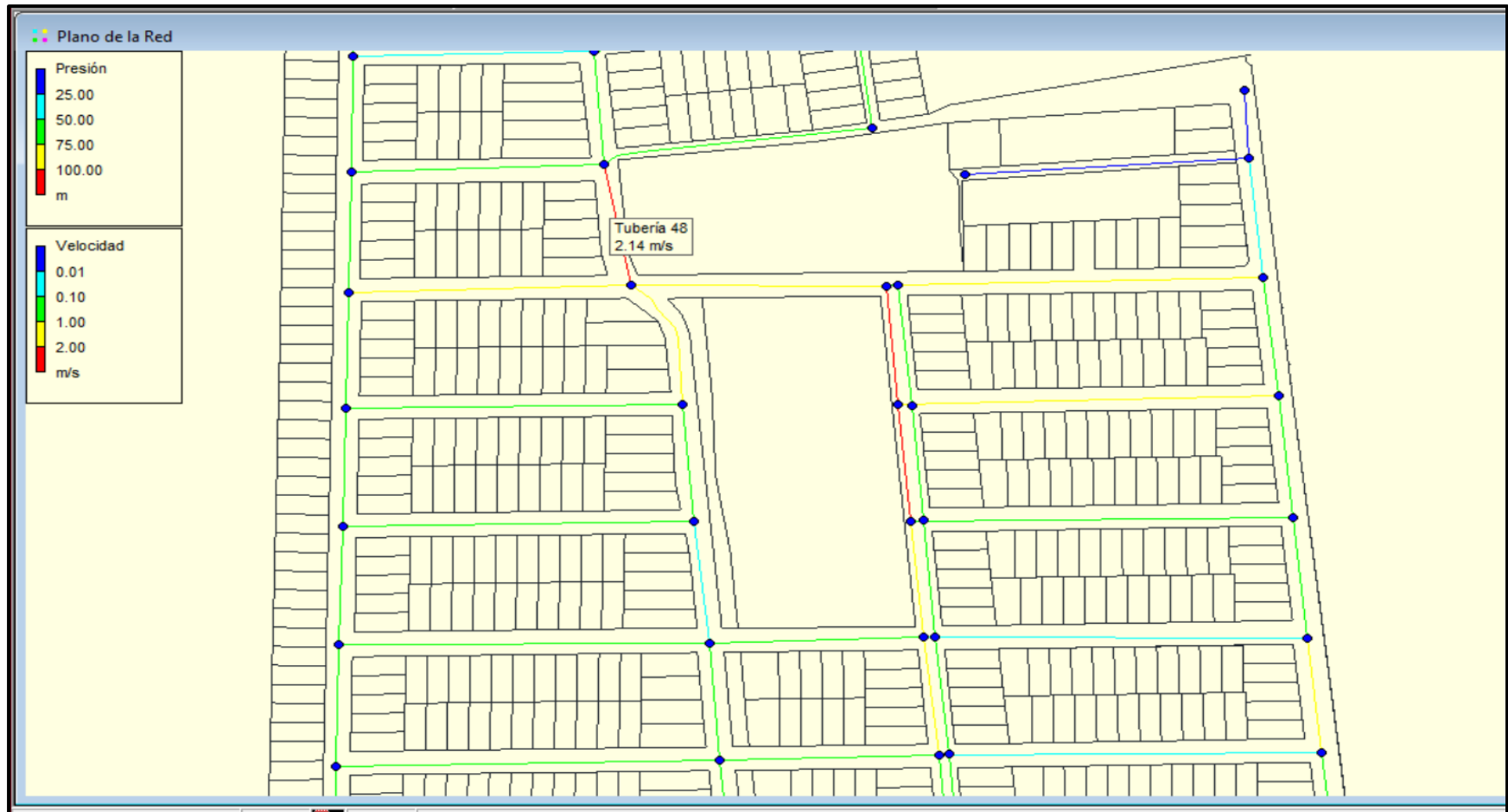


Fuente: EPANET 2.0

### Tubería 48

Se obtuvo como resultado 2.14 m/s en la tubería número 48.

Figura 77 Tubería 48



Fuente: EPANET 2.0

#### 4.7. Análisis De Los Resultados Obtenidos.

Obtenida y procesada la información a través de los instrumentos utilizados anteriormente (Encuesta, entrevista, guía de observación, topografía) y a través de la simulación mediante el Software EPANET 2.0 se obtuvieron los siguientes resultados.

- De la encuesta realizada el 100% de los habitantes cuentan con el servicio de agua potable, obteniéndola de la Red de ENACAL, el 65.85% califica el servicio de agua potable como malo, el 80.49% no se encuentra satisfecho con el servicio, para su uso doméstico el suministro de agua potable únicamente está disponible nueve horas al día por lo que un 90.24% de la población respalda este hecho, el 75.61% califica el flujo de agua como deficiente, el 85.37% considera necesario mejorar el servicio , el 95.12% de los habitantes almacenan agua potable en recipientes ante la carencia de la misma.
- De la entrevista aplicada al funcionario de Enacal Ing. Yader Cisneros jefe de supervisión técnica se obtuvo información limitada en cuanto a la situación actual de la red de abastecimiento de agua potable, se obtuvo que la fuente de abastecimiento es de tipo subterránea la cual cuenta con un pozo perforado con un Ademe de 10", una bomba con potencia de 125 hp compuesta por un tanque de almacenamiento de 1892 m<sup>3</sup> equivalente a 1,892,000 litros, y tuberías de PVC SDR-26 con diámetros de 2",3",4",6" y 10" las cuales conforman el sistema de abastecimiento en fuente, tanque, red.
- A través de la guía de observación de campo que tuvo como objetivo principal proporcionar información específica y fidedigna del sitio en estudio se obtuvo que el clima que predomina en la zona es tropical seco con temperaturas que oscilan entre los 28° hasta los 37°, el servicio de energía eléctrica comercial está a cargo de la Empresa Disnorte Dissur, el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario(ENACAL), el servicio de Telecomunicaciones está a cargo de la Empresa Claro, la principal actividad económica de este reparto reposa en negocios pequeños así como Pulperías, Farmacias, Librerías , este

reparto no cuenta con calles pavimentadas, la asistencia médica del reparto Mariana Sampson está a cargo del Puesto de Salud Familiar y Comunitario Antenor Sandino Hernández que se encuentra ubicado fuera del reparto, el reparto Mariana Sampson no cuenta con centros de educación , la seguridad pública está a cargo de la Policía Nacional y Dirección General de Bomberos.

- De la información documental se obtuvo la Norma Técnica NTON 09 007-19 la que se utilizó para el análisis del sistema de agua potable de acuerdo a su criterio, así mismo se obtuvieron los estudios climatológicos de la página web de Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) e información documental de tesis relacionados al tema de investigación que fueron utilizados para la elaboración de los antecedentes.
- En los estudios topográficos utilizando la escala  $X=100$ ,  $Y=100$ ,  $Z=50$  se obtuvo que la elevación máxima en el Reparto Mariana Sampson es de 61.64m ubicada al Norte del Reparto, elevaciones promedio de 54.49m, la elevación mínima es de 48.67m, cota topográfica cercana a la fuente de abastecimiento existiendo una diferencia de 12.97m del punto más bajo del reparto al punto más alto. Se identificó que en la ubicación del tanque de almacenamiento existe la presencia de un parte de aguas que facilita el suministro por sistema de gravedad en caso de ausencia de energía eléctrica que haga funcionar la bomba.
- Utilizando la lista de chequeo para la visita al pozo y tanque de almacenamiento del Reparto Mariana Sampson se logró constatar la información obtenida a través de la entrevista aplicada al Ing. Yader Cisneros jefe de supervisión técnica de Enacal en donde se constató que el tipo de pozo encontrado en el reparto Mariana Sampson es perforado con una profundidad mayor a los 100m con un Ademe de 10" y sartas de 10" compuestas por manómetro y medidor de agua, el tanque de almacenamiento es de Acero sobre el suelo que actualmente se encuentra inhabilitado.



Realizada la simulación de la red de abastecimiento de agua potable del Reparto Mariana Sampson a través del Software Epanet 2.0 se obtuvo los siguientes resultados.

- La presión mínima en la Condición Consumo Máximo Hora + Presión Mínima sin tanque de almacenamiento + bomba, tiene como resultado presiones negativas en las conexiones #13,38,39,40,41,46,49, es decir sin suministro de agua potable en un 40% del Reparto Mariana Sampson.
- En la condición Consumo Máximo Hora + Presión Mínima sin tanque de almacenamiento + bomba, tiene como resultado velocidades que superan los 2 m/s en las tuberías # 48,34 y 33, según la norma la velocidad máxima es 2 m/s. Lo que indica que no es correcto conectar la bomba directamente a la red de distribución con algunos diámetros existentes.
- En la condición Consumo Máximo Hora + Presión Mínima con tanque de almacenamiento + bomba en la conexión 38, no es satisfactoria ya que el resultado de la presión mínima es de 6.38 mca y según norma debe ser 14 mca, pero garantiza el flujo de agua las 24 horas del día en todo el reparto, la presión máxima registrada es satisfactoria ya que el resultado es 26.39 mca y lo máximo indicado en la norma es 50 mca.
- En la condición Consumo Máximo Hora + Presión Mínima con tanque de almacenamiento + bomba, en la tubería # 31 la velocidad es de 2.69 m/s, mayor a la indicada por la norma de 2 m/s, esto es debido a que la red de distribución tiene un diámetro de 4" y requiere un mayor diámetro.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

De los resultados obtenidos en cada uno de los instrumentos utilizados para el diagnóstico de la red de abastecimiento del servicio de agua potable a la población del reparto Mariana Sampson se concluyó que:

- Se pudo comprobar que las autoridades encargadas de la prestación del servicio de agua potable, y encargadas de los estudios demográficos del municipio no poseen información confiable u exacta de estudios de ingeniería y poblacionales previos a la formulación, diseño y análisis de la red de abastecimiento del reparto Mariana Sampson siendo esto la causa raíz del problema de abastecimiento lo cual se comprobó con la entrevista aplicada al obtener información limitada e inexacta.
- De la encuesta aplicada se evidencia que la mayor parte de la población del Reparto Mariana Sampson considera necesario mejorar el servicio de agua potable, ya que lo consideran como un servicio deficiente y malo por lo que se ven en la obligación de almacenar agua en recipientes exponiéndolos a enfermedades virales, infecciosas y respiratorias.
- De la entrevista aplicada se concluye que el sistema de abastecimiento de agua potable del Reparto Mariana Sampson está conformado por fuente, tanque y red, anteriormente este sistema trabajaba de esta manera suministrando agua las 24 horas del día a la población.
- De la guía de observación se concluye que la calidad de vida de los habitantes del Reparto Mariana Sampson es limitada al no contar con una infraestructura adecuada que les permita el desarrollo como reparto, se observó que el Reparto carece de calles pavimentadas lo que provoca ventiscas de polvo que afectan a la población con enfermedades respiratorias.

- La problemática de suministro de agua potable no se debe al aumento poblacional debido a que en el diseño se estimó la construcción de un tanque de almacenamiento que solventara máximas demandas y abasteciera al reparto de agua potable en caso de interrupción del servicio de energía eléctrica, eventualidades e incendios. Al igual no se debe al diseño del pozo debido a que tomando en cuenta lo estipulado en la Norma Técnica Obligatoria NTON 09 007-19 de acuerdo a su rendimiento y profundidad esta correctamente diseñado para la población a la que abastece.
- De acuerdo a la pregunta de investigación al no obtener los estudios previos se considera que estos fueron realizados debido al diseño adecuado del sistema de abastecimiento tomando en cuenta el dimensionamiento de cada una de las partes que conforman la red como lo son la fuente, en ella se encuentra el pozo, tanque de almacenamiento y red de tuberías.
- Al analizar la fuente de abastecimiento y tanque de almacenamiento se comprobó que estos poseen la cantidad de agua necesaria para atender la demanda del reparto generando un caudal de 3387 m<sup>3</sup> al día y un volumen de almacenamiento de 1892m<sup>3</sup> equivalente a 1,892,000 litros.
- El equipo de bombeo que se encuentra en el Reparto Mariana Sampson tiene la potencia suficiente para el suministro de agua potable al tanque de almacenamiento con 125 hp.
- La mayoría de tuberías existentes de la red de distribución de agua potable poseen los diámetros necesarios (2",3",4",6"10") para garantizar el suministro de agua potable a cada una de las viviendas.
- Actualmente el abastecimiento en la zona de estudio es deficiente, solo en las horas de baja demanda es decir de presiones máximas que ocurren comúnmente en la madrugada hay total abastecimiento en las redes del Reparto, aunque no con buenas presiones.

- El tanque de almacenamiento está desconectado por mantenimiento, y las autoridades encargadas del abastecimiento de agua potable tienen aproximadamente 6 meses sin ponerlo en funcionamiento, desde el pozo la bomba está conectada directamente a la red, que por cotas topográficas es imposible suministrarle agua a todo el reparto las 24 horas, debido a que la bomba está ubicada en unas de las partes más baja del sitio.
- Las tuberías existentes de la red de distribución son de PVC SDR-26, con los diámetros de 4",3" y 2" según se muestra en el archivo realizado en EPANET.
- Según los resultados obtenidos en el Software EPANET 2.0, para garantizar el abastecimiento continuo de agua potable en el reparto de estudio debe de rehabilitarse el tanque de almacenamiento en el reparto Mariana Sampson, es decir reconectarlo para que funcione correctamente fuente, tanque red
- Por lo tanto, puede concluirse de manera general que los problemas de suministro de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson se deben a que el tanque de abastecimiento no se encuentra conectado a la red de tuberías.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Concluido el proyecto de investigación se formularon a partir de los resultados las siguientes recomendaciones metodológicas a:

- La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL), la actualización constante de la información para que las próximas investigaciones que se realicen no tengan limitantes de información inexacta o vacíos de información, organizar o reducir los tiempos de mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y que para lograr el suministro las 24 horas del día es necesario que el sistema de distribución de agua potable este conformado de la siguiente manera: Fuente, Tanque, Red.
- El Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), realizar estudios demográficos y poblacionales para la actualización continua de la información relacionada al crecimiento poblacional del país.
- La población del Reparto Mariana Sampson el uso racional del agua ya que actualmente gran parte de la población no goza del suministro constante del agua potable las 24 horas del día.

Concluido el proyecto de investigación se formularon a partir de los resultados las siguientes recomendaciones técnicas a:

- En la condición sin tanque se recomienda aumentar en las tuberías números 33,34, que actualmente tienen un diámetro de 4" aumentar a una tubería con diámetro de 6", y la tubería número 48 que actualmente es de 2", aumentar su diámetro a 4", esto ayudaría a mejorar la presión y el suministro de agua potable, en los nodos que se encuentran en la parte norte del reparto, igualmente disminuyendo la velocidad en esta tubería ya que según resultados obtenidos mediante el software EPANET 2.0 superan la velocidad de 2 m/s.

- En la condición con tanque se recomienda aumentar el diámetro en la tubería número 31 a 6", ya que actualmente su diámetro es de 4", mejorando las presiones en las conexiones de la parte norte del reparto, al igual disminuyendo la velocidad de esta tubería, ya que sobre pasa los 2 m/s que indica la norma.
- Se recomienda habilitar el tanque de almacenamiento de agua potable que actualmente se encuentra inhabilitado por mantenimiento, debido a que los resultados obtenidos en el Software EPANET 2.0 se puede comprobar la deficiencia del sistema al obtener presiones negativas en el sector norte del reparto lo que significa que esta población no posee un suministro constante de agua potable, habilitando el tanque de almacenamiento mejoraría las presiones y el suministro sería constante, ya que actúa por medio de un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, y de acuerdo a su ubicación lograría abastecer a toda la población, al igual habilitar el tanque permitiría mantener el flujo de agua potable en las tuberías en caso de ausencia de energía eléctrica, ya que actualmente el suministro depende del funcionamiento de la bomba que trabaja con energía eléctrica y en ausencia de la misma dejaría de funcionar dejando sin el suministro de agua potable al reparto

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AguaMarket. (1999 - 2021). *AguaMarket*. Obtenido de <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=427#:~:text=El%20caudal%20es%20el%20volumen,en%20la%20unidad%20de%20tiempo.>
- Aquae fundacion* . (s.f.). Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/las-aguas-subterranas/#:~:text=Las%20aguas%20subterr%C3%A1neas%20son%20un,el%20mantenimiento%20de%20los%20ecosistemas.>
- Castro, J. C. (Septiembre de 2007). Obtenido de [https://diccionario.leyderecho.org/red-de-agua-potable/#Red\\_de\\_Agua\\_Potable](https://diccionario.leyderecho.org/red-de-agua-potable/#Red_de_Agua_Potable)
- CONCEPTOS BÁSICOS DE HIDRÁULICA*. (s.f.). OCEANO. Obtenido de [https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/modulos/libros/uni\\_03/hidraulica.PDF](https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/modulos/libros/uni_03/hidraulica.PDF)
- Cualla, R. A. (s.f.). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable/>
- Doroteo Calderon, F. R. (2014). *repositorioacademico.upc.edu.pe*. Recuperado el 14 de abril de 2022, de [repositorioacademico.upc.edu.pe](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/): <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581935>
- Espinoza Medina, J. B., Pérez Rodríguez, D. J., & González Mendoza, M. I. (2006). Obtenido de <https://www.bing.com/search?q=Evaluaci%C3%B3n+y+Mejoramiento+del+Sistema+de++Abastecimiento+de+Agua+Potable+en+la+localidad+de+El+Sauce%2C+departamento+de+Le%C3%B3n.&form=ANNTH1&refig=d115152e2df345fabdf4f4d87ff45d87>
- Hidrología* BUAP. (2013). Obtenido de <https://sites.google.com/site/hidrologia013/parteaguas>

*Inspecciones Tecnicas.* (s.f.). Obtenido de

<https://www.inspeccionestecnicasdetuberias.es/blog/tipos-de-tuberias-para-agua-potable/>

*Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales.* (s.f.). Obtenido de Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales: <https://www.ineter.gob.ni/met.html>

Lacayo, A. A. (30 de Junio de 1998). *LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA.* Obtenido de LEY GENERAL DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO: [http://www.oas.org/usde/environmentlaw/waterlaw/documents/Nicaragua-Ley\\_297\\_%5BAgua%20Potable%5D.pdf](http://www.oas.org/usde/environmentlaw/waterlaw/documents/Nicaragua-Ley_297_%5BAgua%20Potable%5D.pdf)

*Lifeder.* (s.f.). Obtenido de <https://www.lifeder.com/mantos-freaticos/>

Martinez, L. (Marzo de 2016). *Slideshare.* Obtenido de <https://es.slideshare.net/lexiermartinez/obras-de-captacion-60005495>

Mendez Arbizu, A. K. (28 de Enero de 2013). *repositorio.unan.edu.ni.* Recuperado el 14 de abril de 2022, de [repositorio.unan.edu.ni](https://repositorio.unan.edu.ni): <https://repositorio.unan.edu.ni/198/>

Morales, I. W. (Marzo de 2015). *Topografia General.* Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/textos/NP31G192t.pdf>

*Operaciones en serio y paralelo.* (s.f.). Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/2538/Capitulo7.pdf>

organosdepalencia. (23 de 12 de 2021). *Red de abastecimiento de agua potable.* Obtenido de <https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/64878-que-tipo-de-sistema-es-el-agua-potable>

Pérez Casas, M., & Magrinyà Torner, F. (Mayo de 2017). Obtenido de [https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/perez\\_casas\\_wp17mp1sp.pdf](https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/perez_casas_wp17mp1sp.pdf)



- Perez, L. R. (s.f.). *Conduccion por gravedad*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conduccion-por-gravedad#:~:text=Un%20sistema%20de%20conduccion%20por,requerimientos%20de%20microorganismos%20y%20bacterio>
- Ruiz Vela, E. P. (2012). *repositorio.uta.edu.ec*. Recuperado el 14 de Abril de 2022, de [repositorio.uta.edu.ec](http://repositorio.uta.edu.ec): <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3776>
- Saldarriaga, A. (Enero de 2021). *IDOCPUB*. Obtenido de Líneas De Conducción Por Bombeo: <https://idoc.pub/documents/idocpub-eljqxyzgv41>
- Sanitrit SFA. (04 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.sfa.es/blog/que-son-las-estaciones-de-bombeo-n26>
- Vargas, F. (27 de Septiembre de 2015). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ingmanttovargas/unidad-1-termodinamica-conceptos-y-definiciones>
- Zavaleta, M. E. (Mayo de 2019). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/333058783\\_Ejecucion\\_de\\_Pruebas\\_de\\_Bombeo](https://www.researchgate.net/publication/333058783_Ejecucion_de_Pruebas_de_Bombeo)

**ANEXOS**

**Anexo 1 Reparto Mariana Sampson**





Anexo 2 Levantamiento Topográfico



Anexos 3 Procesamiento de la información

MEMORIA DE CALCULO POLIGONAL CERRADA

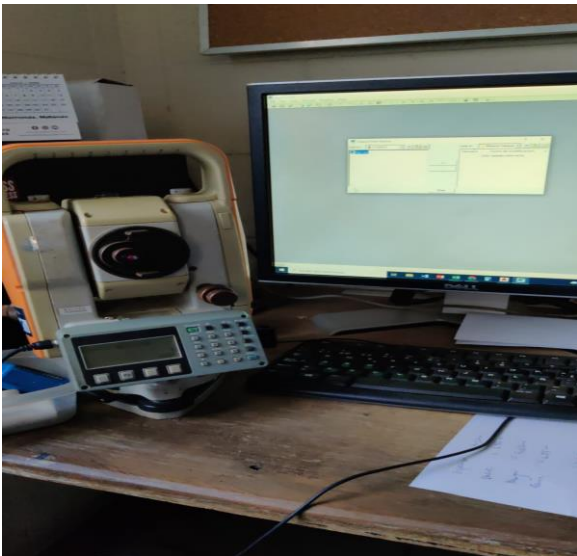
| LADO  | NUMERO          | DIR     | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES | PROYECCIONES |  |
|---|-----------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| 1   | N 82° 38' 58" E | 11.170  | 0.264        | 11.170       | 0.000        | 11.170       | 0.000        | 11.170       | 0.000        | 11.170       | 0.000        | 11.170       | 0.000        | 11.170       | 0.000        | 11.170       | 0.000        | 11.170       |  |
| 2   | N 82° 23' 54" E | 30.540  | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       | 3.567        | 28.873       |  |
| 3   | N 82° 23' 54" E | 23.819  | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       | 3.160        | 23.012       |  |
| 4   | S 87° 36' 57" O | 19.414  | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       | 175.802      | -2.089       |  |
| 5   | N 87° 51' 52" O | 85.030  | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      | 2.822        | -84.384      |  |
| 6   | N 82° 08' 30" E | 25.022  | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        | 43.839       | 2.312        |  |
| SUMATORIA   |                 | 253.999 | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        | 0.000        |  |
| LADOS = 6   |                 |         |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |  |
| PERIMETRO = 253.999 mm                                    |                 |         |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |  |
| AREA = 4307.048 m <sup>2</sup> ± 0.005 000 m <sup>2</sup> |                 |         |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |  |

MINISTERIO DE SALUD  
SILAIS-LEÓN  
ÁREA DE SALUD "SMA, PERLA MARÍA NOROÏ"

Medio de Consulta: Atención Consultoria H

Mes: Febrero del 2020

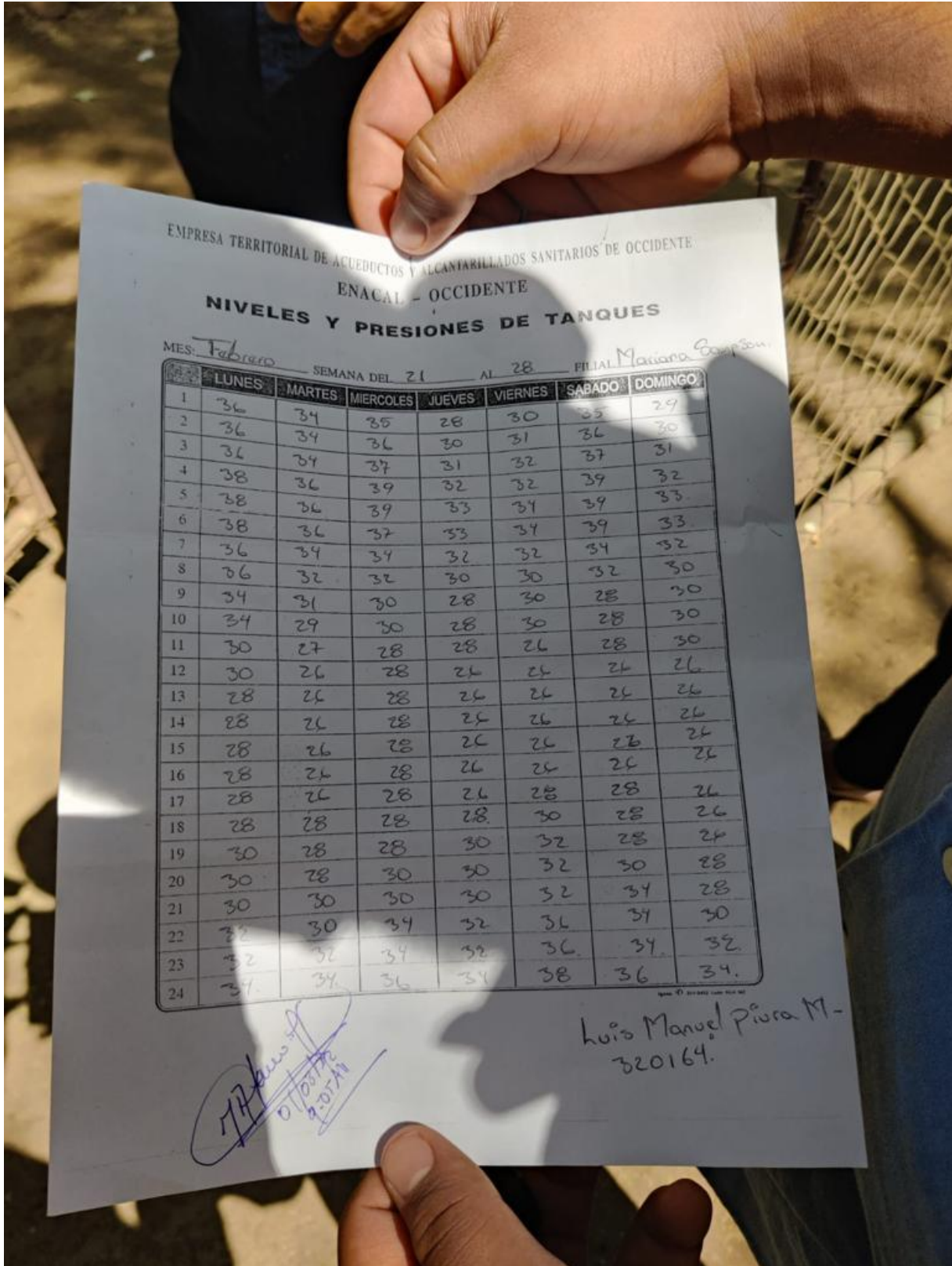
| MEDICOS                            | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-------|
| F.S.J. Cecilia León                |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     | 3     |
| F.S.J. María Inés y Cecilia León   |     | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40   | 45  | 50  | 55  | 290   |
| F.S.J. Cecilia León y Cecilia León |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     | 5     |
| F.S.J. Cecilia León                |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     | 145   |
| TOTAL                              |     | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40   | 45  | 50  | 55  | 313   |



Anexo 4 Visita al Pozo y Tanque de Almacenamiento







EMPRESA TERRITORIAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS DE OCCIDENTE  
 ENACAL - OCCIDENTE  
 NIVELES Y PRESIONES DE TANQUES  
 MES: Febrero SEMANA DEL 21 AL 28 FILIAL Maniana Campesin

|    | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO | DOMINGO |
|----|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| 1  | 36    | 34     | 35        | 28     | 30      | 35     | 29      |
| 2  | 36    | 34     | 36        | 30     | 31      | 36     | 30      |
| 3  | 36    | 34     | 37        | 31     | 32      | 37     | 31      |
| 4  | 38    | 36     | 39        | 32     | 32      | 39     | 32      |
| 5  | 38    | 36     | 39        | 33     | 34      | 39     | 33      |
| 6  | 38    | 36     | 37        | 33     | 34      | 39     | 33      |
| 7  | 36    | 34     | 34        | 32     | 32      | 34     | 32      |
| 8  | 36    | 32     | 32        | 30     | 30      | 32     | 30      |
| 9  | 34    | 31     | 30        | 28     | 30      | 28     | 30      |
| 10 | 34    | 29     | 30        | 28     | 30      | 28     | 30      |
| 11 | 30    | 27     | 28        | 28     | 26      | 28     | 30      |
| 12 | 30    | 26     | 28        | 26     | 26      | 26     | 26      |
| 13 | 28    | 26     | 28        | 26     | 26      | 26     | 26      |
| 14 | 28    | 26     | 28        | 26     | 26      | 26     | 26      |
| 15 | 28    | 26     | 28        | 26     | 26      | 26     | 26      |
| 16 | 28    | 26     | 28        | 26     | 26      | 26     | 26      |
| 17 | 28    | 26     | 28        | 26     | 28      | 28     | 26      |
| 18 | 28    | 28     | 28        | 28     | 30      | 28     | 26      |
| 19 | 30    | 28     | 28        | 30     | 32      | 28     | 28      |
| 20 | 30    | 28     | 30        | 30     | 32      | 30     | 28      |
| 21 | 30    | 30     | 30        | 30     | 32      | 34     | 28      |
| 22 | 32    | 30     | 34        | 32     | 36      | 34     | 30      |
| 23 | 32    | 32     | 34        | 32     | 36      | 34     | 32      |
| 24 | 34    | 34     | 36        | 34     | 38      | 36     | 34      |

*[Handwritten signature]*  
 07/02/22  
 9:07 AM

Luis Manuel Piura M-  
 320164.



## Anexo 5 Estructura de Entrevista

### ENCUESTA

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Objetivo:** El propósito de la siguiente encuesta es conocer la opinión de los habitantes acerca de la problemática de abastecimiento de agua potable del reparto Mariana Sampson.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Por favor marque con una X la opción que considere:**

1) ¿Cuenta usted con el servicio de agua potable?

Si \_\_\_ No \_\_\_

2) ¿De dónde obtienen el agua que utiliza para uso domésticos?

a) Red de ENACAL \_\_\_

b) Acarreo \_\_\_

c) Pozo Propio \_\_\_

d) Cisterna de agua \_\_\_

3) ¿Cómo Califica el servicio de agua potable que recibe en su vivienda?

a) Excelente \_\_\_

b) Muy Bueno \_\_\_

c) Regular \_\_\_

d) Malo \_\_\_

4) ¿Se encuentra satisfecho con el servicio de agua potable que ofrece?

Si \_\_\_ No \_\_\_

5) ¿Cuántas horas está disponible para su uso el agua potable?

a) 1 hora- 2 horas \_\_\_

b) 2 horas- 3 horas \_\_\_

c) 3 horas- 4 horas \_\_\_\_

d) 5 horas a mas \_\_\_\_

**6) Durante las horas que dispone de agua potable ¿Cómo califica el flujo del agua?**

a) Satisfactoria \_\_\_\_

b) Deficiente \_\_\_\_

**7) ¿Considera necesario mejorar el servicio de agua potable?**

a) Si \_\_\_\_

b) No \_\_\_\_

**8) ¿Almacena usted en recipientes agua potable ante la carencia de la misma?**

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

## Anexo 6 Estructura Entrevista

### ENTREVISTA

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Entrevistador:**

**Entrevistado:** Ing. Yader Cisneros

### Preguntas

1. ¿Cómo está formado el sistema de abastecimiento de agua potable del Reparto Mariana Sampson?
2. ¿Cuándo fue construido?
3. ¿Porque está construido en esa ubicación?
4. ¿Qué tipo de fuente de abastecimiento tiene el reparto Mariana Sampson?
5. ¿Qué tipo de pozo encontramos en el reparto Mariana Sampson?
6. ¿Cuáles son los caudales y Ademes de estos pozos según su caudal?
7. ¿Qué tipo de estación de bombeo encontramos en estos repartos?
8. ¿Qué tipo de bomba encontramos en este pozo?
9. ¿Cuál es su capacidad?
10. ¿Cuáles fueron los criterios utilizados para seleccionar esta bomba?
11. ¿Hay algún equipo auxiliar en este sistema de bombeo?
12. ¿Cuál es la velocidad de esta bomba?
13. ¿Cuál es el diámetro de descarga de esta bomba?
14. ¿Cuál es el diámetro de las válvulas de compuerta y válvula de retención?
15. ¿Cuál es el diámetro del medidor de agua?
16. ¿Cuál es el diámetro de la válvula de alivio?
17. ¿Cuáles son los motores eléctricos utilizados y cuales son su capacidad de uso estándar?
18. ¿Cuál es la velocidad de operación de estos motores?

19. ¿Cuáles fueron las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos utilizados en su momento para el diseño de estos pozos?
20. ¿Cuánto es la máxima presión en la red y a qué hora?
21. ¿Cuáles fueron los criterios para el dimensionamiento y capacidad del tanque?
22. ¿Cuál es la Capacidad del tanque del Reparto Mariana Sampson?

## Anexo 7 Estructura Checklist

### Checklist Visita de Campo Pozo y Tanque de Almacenamiento Reparto Mariana Sampson

**Tema:** Diagnóstico de la problemática de abastecimiento en el servicio de agua potable a la población del Reparto Mariana Sampson ubicado en el sector sureste de la ciudad de León en el periodo comprendido de febrero a mayo 2022.

**Fecha:**

**Alumno:**

### POZO

#### Clase de Pozo

- 1) Pozo poco profundo \_\_\_\_
  - a) Excavado \_\_\_\_
  - b) Incado \_\_\_\_
  
- 2) Pozo profundo \_\_\_\_
  - a) Por percusión \_\_\_\_
  - b) Por Rotación \_\_\_\_
  - c) Por Rotación \_\_\_\_

#### Profundidad

15- \_\_\_\_

100- \_\_\_\_

Hasta 900 \_\_\_\_

#### ADEME

#### Diámetro de ademe en Pulgadas

- a) 6 \_\_\_\_
- b) 8 \_\_\_\_

- c) 10 \_\_\_
- d) 12 \_\_\_
- e) 14 \_\_\_
- f) 16 \_\_\_

## **SARTAS**

### **Diámetro de Sartas en Pulgadas**

- a) 2 \_\_\_
- b) 3 \_\_\_
- c) 4 \_\_\_
- d) 6 \_\_\_
- e) 8 \_\_\_
- f) 10 \_\_\_

### **Las sartas llevan:**

#### **Manómetro**

- a) Si \_\_\_
- b) No \_\_\_

#### **Medidor de Agua**

- a) Si \_\_\_
- b) No \_\_\_

## **TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

### **Clases de tanque**

- a) Concreto Armado \_\_\_
- b) Acero \_\_\_
- c) Mampostería \_\_\_

### **Tipo de Tanque**

- a) Tanque sobre el suelo (superficial) \_\_\_
- b) Tanque elevado \_\_\_

c) Tanque compensador e. combinado (sobre suelo y elevado) \_\_\_\_

**El tanque está inhabilitado:**

a) Si \_\_\_\_

b) No \_\_\_\_

**EQUIPO DE BOMBERO**

El equipo de bombeo es:

a) Sumergible \_\_\_\_

b) No Sumergible \_\_\_\_

Marca y tipo de la bomba: \_\_\_\_\_