UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA EN ADMISNITRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD QUESERAS DE LA PARROQUIA VEINTIMILLA DEL CANTÓN GUARANDA PERIODO OCTUBRE 2023-FEBRERO 2024

AUTORES:

ROMERO ARELLANO ESTEFANÍA ALEXANDRA

DIRECTOR DEL PROYECTO

ARQ. CÉSAR PAZMIÑO

GUARANDA – ECUADOR – 2024

Certificado de seguimiento al proceso investigativo. emitido por el tutor

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
CARRERA ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTION DEL RIESGO

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR

Guaranda, 29 de abril del 2024

El suscrito Arq. César Pazmiño Zabala, en calidad de Docente-Tutor del trabajo de investigación de Pre Grado de la carrera de Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: **"VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD QUESERAS DE LA PARROQUIA VEINTIMILLA DEL CANTÓN GUARANDA PERIODO OCTUBRE 2023-FEBRERO 2024"** realizado por la autora: Estefanía Alexandra Romero Arellano, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente:

Arq. César Pazmiño Zabala
TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO

UEB | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

BIBLIOTECA GENERAL

DERECHOS DE AUTOR

Yo **Estefanía Alexandra Romero Arellano** portador de la Cédula de Identidad No **0250282613** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales
del Trabajo de Titulación:

Vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad queseras de la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda periodo octubre 2023-febrero 2024, modalidad presencial, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Estefanía Alexandra Romero Arellano

Dedicatoria

Esta tesis le dedico a mi Dios por guiarme por el buen camino y darme fuerza para seguir adelante y no desmayarme en los momentos más difícil de mi vida y por ayudar con los recursos necesarios me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, empeño, perseverancia, coraje para conseguir mis metas debidas.

Le dedico a mi hermana María Teresa Romero Arellano por brindar su apoyo incondicionalmente en la parte moral y económica, a mis padres Augusto Romero, Brígida Arellano por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi formación profesional.

Agradecimiento

Quiero agradecer a la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano en especial a los señores docentes de la carrera de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos de Desastres. por acompañar durante la etapa de mi estudio ya que gracias a ellos he logrado concluir mi carrera, agradezco a la U.E.B. por abrir las puertas para ser mejores personas y buenos profesionales, a los docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día, agradezco a mi Tutor César Augusto Pazmiño Zabala por su tiempo, dedicación, paciencia, sabiduría gracias por sus guías y todos sus consejos los llevare gravados siempre en la mente en la vida profesional.

Contenido

Resumen ejecutivo XIII

Introducción 1

1.CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA 2

1.1.Planteamiento del Problema 2

1.2.Formulación del Problema 3

1.3. Objetivos 3

1.3.1. Objetivo General 3

1.3.2. Objetivos Específicos 3

1.4Justificación de la Investigación 4

1.5. Limitaciones 5

2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 6

2.1. Antecedentes de la Investigación 6

2.2. Bases Teóricas 8

Análisis de vulnerabilidad 8

Vulnerabilidad sísmica 8

Daños sísmicos 8

Vulnerabilidad en redes vitales 10

Mitigación de la vulnerabilidad sísmica 10

Vulnerabilidad sistema de agua potable 10

Componentes del sistema de agua 12

Captación....12

Líneas de conducción....12

Tanque de almacenamiento....13

Línea de distribución....14

Red de distribución....14

Obras complementarias de los sistemas de agua potable....15

Tanque rompe presión....16

2.3. Definición de Términos (Glosario)....16

Vulnerabilidad: 16

Mitigación:....16

Amenaza:....17

Amenaza sísmica:....17

Riesgo:....17

Sismos de intraplaca:....18

Sismos de interplaca:....18

Sismos corticales:....18

Acometida....18

Atraques:....18

2.4. Sistemas de hipótesis....18

2.5. Sistemas de Variables....18

3. CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO....25

3.1. Nivel de Investigación.....25

3 2. Diseño de la Investigación 25

3.3. Población y Muestra.....26

3.3.1. Población.....26

3.3.2. Muestra.....26

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 28

3.4.1. Fuentes primarias 28

3.4.2. Fuentes secundarias.....29

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 29

3.5.1. Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras. 29

3.5.2. Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad las Queseras con el software Watercad y la metodología del PNUD. 31

3.5.3. Proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua potable 37

CAPITULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 39

4.1 Resultados según objetivo 1: Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras. 39

4.1.1. Diagnóstico de la Captación de agua 40

4.1.2. Diagnóstico de la línea de Conducción de agua.....42

4.1.3. Diagnóstico del tanque recolector o almacenamiento.....45

4.1.4. Diagnóstico de los tanques rompe presión.....46

4.1.5. Diagnóstico de la red de distribución.....48

4.1.6 Diagnóstico de las encuestas realizadas a la población. 49

4.2 Resultados según objetivo 2: Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema con el software WaterCAD y con método del PNUD y para el análisis de operación y gestión de redes hidráulicas. 57

4.2.1. Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural del sistema de agua potable de la comunidad Queseras.....57

4.2.2. Evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad Queseras 59

4.2.3 Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema con el software WaterCAD para el análisis de operación del sistema 60

4.3. Resultado según objetivo 3: Proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua. 82

5. CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....87

5.2 Conclusiones 87

5.3 Recomendaciones.....87

Bibliografía 94

Anexos.....98

Índice de tablas

Tabla 1

Tabla 1.....20

Operacionalización de variable independiente 20

Tabla 2.....21

Operacionalización de variable dependiente.....21

Tabla 3.....33

Indicadores para cálculo de vulnerabilidad funcional.....33

Tabla 4.....35

Cálculo de vulnerabilidad físico estructural del sistema de agua potable.....35

Tabla 5.....37

Niveles de vulnerabilidad del sistema de agua potable.....37

Tabla 6.....41

Diagnóstico de la captación de agua.....41

Tabla 7.....42

Registro fotográfico de la situación actual de la captación 42

Tabla 8.....44

Diagnóstico de la línea de conducción de agua 44

Tabla 9.....47

Ubicación de cámaras rompe presión 47

Tabla 10......49

Fuente de agua para consumo diario de la familia 49

Tabla 11.....50

Calidad de agua que consume 50

Tabla 12.....51

Calidad de agua que consume 51

Tabla 14.....52

Calidad de agua que consume 52

Tabla 15.....53

Mejora del servicio 53

Tabla 16.....54

Tiempo de arreglo del sistema de agua potable 54

Tabla 17.....55

Necesidades para lo que se ocupa el agua 55

Tabla 18.....56

Necesidades para lo que se ocupa el agua 56

Tabla 12.....58

Vulnerabilidad física estructural del sistema de agua de la comunidad Queseras.....58

Tabla 13.....59

Nivel de vulnerabilidad funcional del sistema del sistema de agua de la comunidad Queseras 59

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1

Ilustración 1 Exposición de Vulnerabilidad sísmica de la tubería 22 XI

Exposición de Vulnerabilidad sísmica de la tubería 9

Condiciones del sistema de agua potable comunidad Quesera 11

Captación cerrada 12

Línea de Conducción 13

Tanque de almacenamiento 14

Red de Distribución 15

Válvula de aire 15

Tanque rompe carga o tanque rompe presión 16

Esquema de cálculo de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable 32

Esquema de cálculo de vulnerabilidad física del sistema de agua potable 34

Ciclo del sistema de gestión de riesgos de desastres 38

Ubicación del sistema de agua de la comunidad Queseras 39

Ubicación de la línea de conducción de agua 43

Tanque de almacenamiento 46

Ubicación de cámaras rompe presión 47

Ubicación geográfica de la línea de distribución 48

Fuente de agua para consumo diario de la familia 49

Calidad de agua para consumo 50

Problemas de abastecimiento de agua 51

Suspensión de servicio de agua 52

Mejora del servicio en el sistema de agua potable 53

Para que ocupa el agua.....55

Como considera el recibo del consumo del agua.....56

Modelamiento funcional de tanques.....60

Modelamiento funcional de redes de conducción.....61

Modelamiento funcional de redes de distribución de agua.....62

Modelamiento del sistema de agua de la comunidad Queseras.....62

Resumen ejecutivo

El proyecto de investigación tuvo como finalidad realizar la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de la comunidad Queseras, para lo cual fue necesario el diagnóstico del estado actual en el que se encuentra el sistema de la comunidad, seguido del modelamiento de la vulnerabilidad funcional del sistema con el software WaterCAD para el análisis de operación y gestión de redes hidráulicas y finalmente proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua. De esta manera se procedió a realizar el trabajo en varias etapas como la recolección y procesamiento de la información. Del análisis se desprende que permanente se debe revisar y corregir el sistema, destacando que está en servicio apenas un año, en la investigación se realizó inspecciones de campo con el fin de poder visualizar el tipo material, estado de conservación, daños en los materiales de construcción.

Con estos datos se obtuvo el modelamiento para determinar la vulnerabilidad funcional del sistema con el programa WaterCAD, midiendo los caudales en cada uno de los nodos de la línea de conducción, distribución, velocidades, presiones y comparándolo con las normativas vigentes.

Final mente, se establecieron algunas acciones correctivas que se pueden realizar en base a lo que se detectó en los dos primeros objetivos, considerando que el sistema de agua potable es vulnerable.

Introducción

Dado el crecimiento poblacional de la comunidad, la adecuación del sistema de agua entubada, la cercanía a fallas geológicas, la alta sismicidad en la que se encuentra el cantón de Guaranda con aceleraciones mayores a 0.40g, las características geomorfológicas, topográficas, geológicas, geotécnicas de las zonas montañosas de los andes hace que sea necesario poder evaluar la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad Queseras, debido que es imprescindible mantener este tipo de sistemas en condiciones óptimas y que no se vean interrumpidos por la ocurrencia de sismos.

En la comunidad Queseras de la ciudad de Guaranda se cuenta con sistema de agua entubada por gravedad, este sistema tiene el abastecimiento para el 100% de las familias, con una sola fuente de captación que se encuentra en las zonas altas de la comunidad.

De acuerdo al orden de las ideas de la presente investigación "Vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad Queseras en el Periodo febrero 2023-marzo 2024", tiene por objetivos diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema utilizando herramientas tecnológicas como lista de chequeos digitales y visualizando en campo la existencia de daños en cada uno de los elementos que conforman el sistema de agua, otro objetivo es modelar la vulnerabilidad funcional con el Software WaterCAD para el análisis de operación y gestión de redes hidráulicas para lo cual fue necesario recolectar datos en campo como coordenadas topográficas y con ello poder proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua en caso de que exista. De esta manera esta investigación aportará con conocimiento técnico científico de la vulnerabilidad de uno de los elementos esenciales en caso de emergencias, realizando una correcta gestión propositiva y correctiva del riesgo de desastres y con ello poder tomar decisiones acertadas para el bienestar de las familias de la comunidad.

1. CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del Problema

En la parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla perteneciente al cantón Guaranda tiene zonas que enfrentan varios problemas con respecto a la cobertura del agua potable de calidad para el consumo humano, debido que tiene diversas funciones como la preparación de alimentos, necesidades básicas, agricultura, entre otras, la comunidad está emplazada en una topografía sumamente irregular y es propensa a sufrir eventos sísmicos, más aún por la activación de alguna falla geológica local como la del rio Guaranda o regional como la de Pallatanga los sistemas de agua se ven expuestos ante la ocurrencia de estos eventos, el agua está gestionada por comunidades o entes privados que no dan un adecuado tratamiento para la funcionalidad del propio sistema, según información proporcionada por el GAD de Guaranda el 90% es decir 29 de las 32 fuentes de agua identificadas no están aptas para el consumo humano. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial [PDOT], 2020, p. 27)

El sistema de agua potable al estar interactuando con el suelo o el subsuelo y que está compuesto por el tanque de captación de agua, el tanque de recolector, los tanques rompe presión, líneas de conducción, las líneas de distribución que abastecen de agua a la población, estos componentes se ven influenciados y expuestos ante el movimiento del suelo producido por los eventos sísmicos es decir, que en cierta parte estos elementos son vulnerables, uno de los problemas es falla las tuberías de conducción y distribución del agua potable, otro escenario puede ser el colapso estructural del tanque de almacenamiento de agua, o el asentamiento diferencial recolector principal, trayendo consigo efectos de conflictos sociales para la población.

La comunidad Queseras perteneciente al cantón Guaranda, antes del año 2022 no disponían de un sistema de agua, por lo que tenían que transportar el agua hacia sus hogares a través de baldes y tenían que caminar 30 minutos aproximadamente, además elementos para

la conducción se encontraban en muy mal estado, en cada invierno se ve afectado y también por el desconocimiento de la población de un inadecuado uso para la ganadería y agricultura. En el año 2023 por gestión de los líderes locales se implementó un sistema de captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua que es necesario para la población además hay escaso mantenimiento de la red , porque de acuerdo a los moradores realizan mantenimiento solo cuando existe algún daño, el presidente de la comunidad convoca a las mingas para resolver el problema porque en muchos de los casos no se toma en cuenta estudios de las amenazas que podrían afectar a sistemas esenciales como es el agua, ya que en un momento de un desastre como estos elementos no deben colapsar.

1.2.Formulación del Problema

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad Queseras de la parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla del cantón Guaranda?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad las Queseras.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua de la comunidad Queseras.
- ✓ Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema con el WaterCAD y la metodología del PNUD para el análisis de operación y gestión de redes hidráulicas.
- ✓ Proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua.

1.4 Justificación de la Investigación

La comunidad Quesera se encuentra ubicado en la parte Oeste del cantón Guaranda, en la vía que conduce a Gallo Rumi hacia la ciudad de Riobamba, en el año 2023 se construyó un sistema de agua, en la comunidad tiene aproximadamente 1200 hectáreas en extensión física en la que viven 456 familias, sumando a esto los eventos sísmicos que ocurren frecuentemente producidos por el movimiento de las placas tectónicas como también producidos por fallas geológicas locales que dañan el sistema de agua que es de vital importancia en el día a día y en momentos de desastres, por eso resulta de gran interés poder conocer la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de la comunidad Queseras, y a partir de ahí adoptar las medidas de mitigación para reducir la vulnerabilidad mejorando la calidad del sistema y con ello también mejorando la calidad de vida de los moradores.

Esta investigación surge de la necesidad de poder determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de la comunidad Queseras con el propósito de que en la ocurrencia de un evento sísmico no se vea comprometido el sistema de agua funcione con normalidad y no se vea interrumpido.

El interés de la comunidad es tener un buen sistema de agua que proporcione el líquido vital para las diferentes actividades diarias como cocción de alimentos, higiene, entre otros. Además, en momentos de emergencias es crucial mantener en buen estado este sistema porque eso ayuda para una mejor resiliencia comunitaria, saber que las persona no pueden vivir más de cinco días sin este líquido vital, por eso se tiene que estudiar la vulnerabilidad sísmica y reducirla para un mejor funcionamiento especialmente en momentos de desastres.

La investigación busca proporcionar información valiosa y útil a toda la comunidad y a las instituciones técnicas del GAD cantonal como parroquial para que puedan tomar decisiones en base a los resultados sacados en esta investigación.

1.5. Limitaciones

En la elaboración del presente proyecto se puedo observar algunas limitaciones de las cuales se describirán a continuación:

No se pudo obtener información de los estudios técnicos y proceso constructivo del sistema de agua de la comunidad.

Deficiente información con respecto al plan de mantenimiento, y conservación del sistema de la comunidad Queseras.

La comunidad encargada del mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua potable, no mantiene una base de datos ni registro de los trabajos efectuados.

Acceso complejo para poder hacer el recorrido de campo y la evaluación visual.

Escasos programas en la carrera para realizar diagnósticos y evaluación de sistemas de infraestructura

2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Los sismos corticales y los sismos de interplaca son eventos que al liberar energía pueden traer consecuencias graves a las ciudades y a sus los elementos esenciales de infraestructura sanitaria como son los sistemas de agua potable, pero esto va a depender de la magnitud, profundidad, cercanía y de los factores de amplificación del sitio. (Lavell, 2009)

En el estudio de Cargua y Hernández (2023) zonificación del sector de Joyocoto del cantón Guaranda por fallas geológicas cercanas y sus factores influyentes en la amenaza sísmica mencionan que en la ciudad de Guaranda existen fallas locales que podrían desencadenar magnitudes de hasta Mw=5.82 en la escala de momento, también calcularon las intensidades que serían de hasta VII en la escala MSK, las fallas identificadas en este estudio por estar cercanas a la comunidad Queseras pueden afectar al sistema de agua potable de la comunidad. (p. 46)

Según Del Pozo & Castillo (2017) en Estudio de análisis de vulnerabilidad funcional del Sistema de Agua Potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda ha tenido varias afectaciones especialmente se observaron roturas en algunos de los tramos de las acometidas, además no existe un mantenimiento de dicha infraestructura y si en caso de que exista alguna emergencia no constan de un procedimiento para brindar una respectiva solución, estos problemas al igual están ligados a los diferentes tanques reservorios que se encuentran en alguno de los barrios de la ciudad. (págs. 12-13)

En el estudio de Quinguano & Chata (2022) definido como la Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Agua Potable de consumo humano en la junta administradora “el Chorro”, perteneciente a la provincia Bolívar hacen hincapié que es propensa a sufrir afectaciones por sismos razón por la cual todo el territorio ecuatoriano se encuentra ubicado en la denominado cinturón del fuego y al igual por la exposición a fallas

geológicas, además llegan a concluir que de acuerdo al mapa sísmico todo su sistema que le contempla se encuentran en un nivel alto de vulnerabilidad a efectos de un sismo esto porque no cumple con la normas que exigen el diseño para estas estructuras y que además todo su infraestructura se encuentran en condiciones no favorables para su correcto mantenimiento. (pág. 5)

En la investigación de Carrillo & Tualombo (2022) Análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de la provincia de Bolívar, se evidencia un nivel de vulnerabilidad media por las observaciones se tiene que su mantenimiento no es óptimo y además hacen hincapié que el problema son por factores externos como es en la parte operativa y administrativa, esto es igual de fundamental para que el sistema de agua potable funcione correctamente aún más en caso de que exista alguna afectación por amenazas. (pág. 1)

De acuerdo al proyecto realizado en la comunidad Queseras por el Gobierno Autónomo Desentralizado del cantón Guaranda (2022) denominado mejoramiento de la calidad de agua en la comunidad de Queseras, tiene como fin reducir las diferentes enfermedades causadas para la deficiente calidad de agua, a través de la construcción de un sistema de agua potable que tiene por objetivo brindar a los habitantes tener una mejor calidad de vida, haciendo hincapié sobre las inspecciones realizadas se menciona que el actual sistema se encuentra en malas condiciones y está totalmente colapsado, con respecto a la estrategia de sostenibilidad y control sobre el nuevo sistema de agua potable señalan que se dio capacitaciones para el correcto mantenimiento y operación como también optar sobre el cuidado ambiental. (págs. 8-11)

2.2. Bases Teóricas

Análisis de vulnerabilidad

Para el análisis de vulnerabilidad es determinado a través de los factores asociados al ámbito de desarrollo, disponibilidad y la fragilidad que se encuentran la población, su cultura, la organización, el pensamiento que tienen ante los riesgos, las debilidades y fortalezas de la parte institucional, la resiliencia ambiental y la capacidad de preparación (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón , 2017).

En el análisis de vulnerabilidad es importante porque en su proceso se debe obtener el grado de susceptibilidad a ser afectado ya sea total o parcialmente ante cualquier tipo de amenazas, pero también existen factores de los cuales pueden dificultar la recuperación, rehabilitación de los componentes de la unidad afectada (Vásquez García, 2014).

Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica en la parte estructural se entiende como el aspecto de sufrir daños esto puedo ser por la propagación de eventos sísmicos y por los factores directos como son las características físicas estructurales de diseño (Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, 2011).

Es importante señalar que la vulnerabilidad sísmica se la puede analizar en diversos aspectos como son los elementos estructurales y no estructurales, mobiliario entre otros.

Daños sísmicos

Considerado como el grado de destrucción dada por diversos factores es por eso que la estructura de analiza desde la parte global a lo local, el daño sísmico puede ser por diversos problemas ya sea por la irregularidad en planta y altura, columnas débiles, excesiva

flexibilidad estructural, deficientes estudios en subsuelo antes de la construcción, no generar un debido mantenimiento y por no construir acorde a la normativa sismo resistente (Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, 2011).

A causa de un terremoto los daños que son provocados por un sismo son menores cuando los materiales son de buena calidad, tras un evento peligroso las consecuencias por esto son agravadas por los servicios que son totalmente interrumpidos de agua y drenaje, el colapso de estos elementos fundamentales trae consigo efectos colaterales como son enfermedades que dificultan una resiliencia de la zona afectada. De acuerdo a estudios de los efectos que han producido los terremotos muestran que los daños u consecuencias son causados de acuerdo a tipo materiales de las instalaciones, calidad de las tuberías y demás sistemas (Guthartz, 2016).

Ilustración 1

Exposición de Vulnerabilidad sísmica de la tubería



Nota. Vulnerabilidad sísmica de la tubería sistema de agua potable de la comunidad Queseras. *Fuente* Romero E.

Vulnerabilidad en redes vitales

Es importante conocer las vulnerabilidades intrínsecas de las redes ante la ocurrencia de las amenazas, para ellos es necesario determinar las condiciones generales para el funcionamiento como es del agua potable, alcantarillado, electricidad, viabilidad, para este análisis se pueden análisis desde diversos enfoques o metodologías (Vásquez García, 2014).

Mitigación de la vulnerabilidad sísmica

Muchas de las construcciones son construidas de manera informal lo que hace que aumente su vulnerabilidad y por ende al suceder un evento sísmico, sus niveles de riesgo pueden aumentar, por lo tanto, es imprescindible que se lleven a cabo medidas de mitigación a partir de la norma vigente y se pueda reducir el riesgo (Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, 2011).

Vulnerabilidad sistema de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable conforman varios aspectos, cada uno cumple una función específica, pudiendo operar de manera diferente o parte integral y que son sumamente necesarios para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el líquido vital. (Ancán Henríquez, 2018)

Con respecto a la vulnerabilidad del sistema de agua potable se entiende como la susceptibilidad ya sea del componente o sistema a ser afectado parte o totalidad ante el impacto de una amenaza cuya magnitud cuantificada será comprendida como resultado de cuan vulnerable ha sido. (Ancán Henríquez, 2018)

Ilustración 2

Condiciones del sistema de agua potable comunidad Quesera



Nota. Graficas del sistema de agua potable en la comunidad Queseras. *Fuente* Autoridades de la STPTV, GAD Guaranda. Dirigentes comunitarios Queseras 2021

A partir de las fotografías se evidencia que existía una gran vulnerabilidad tanto estructural y funcional del sistema de agua de la comunidad Queseras, con ello se genera un riesgo al ocurrir cualquier amenaza ya sea por sismos o deslizamientos , posterior a esto la calidad del agua y el servicio era un problema porque causaba enfermedades como la desnutrición, por esa razón las autoridades del GAD de Guaranda, dirigentes comunitarios y otras autoridades tuvieron la necesidad de realizar el relevamiento de información con el fin de generar un informe para generar el proyecto que hoy en día ya se constata su construcción , pero que a la vez existe la necesidad de observar y estudiar su vulnerabilidad.

Componentes del sistema de agua

Captación

Es la estructura que se construye en la fuente agua, con el fin de captar el agua útil para las diferentes comunidades, a su vez estos pueden ser de captación abierta o cerrada (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013).

Ilustración 4

Captación cerrada



Nota. Obras de captación carrada del sistema de agua potable de la comunidad Queseras *Fuente:* Romero E. 2024

Líneas de conducción

Tramo de la tubería por donde se vincula el agua desde la toma hasta el tanque que almacena o potabilizadora, constituida por un conjunto de tubos de diversas características. (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013)

Ilustración 3

Línea de Conducción



Nota. Obras de conducción del sistema de agua potable. *Fuente:* Romero E. 2024

Tanque de almacenamiento

Es donde el agua es almacenada para la correcta distribución de agua ya tratada, además la ubicación de este tanque tiene que estar un lugar donde permita el correcto transporte del líquido vital, estos tanques pueden tener diversas formas ya sean cuadrados, rectangulares o circulares (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013).

Ilustración 4

Tanque de almacenamiento



Nota. Obras de almacenamiento del sistema de agua potable de la comunidad Queseras. *Fuente* Romero E. 2024

Línea de distribución

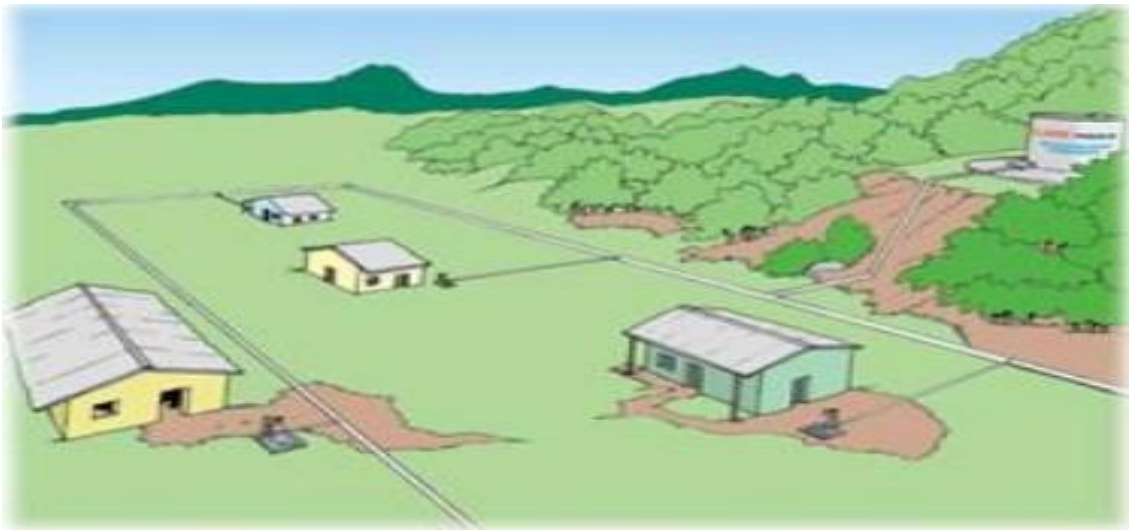
Es la tubería por donde se trasporta el agua a partir de los tanques de distribución o también llamados de almacenamiento hasta la entrada de la comunidad en la primera vivienda, los diámetros son superiores a los de la conducción, para aquellas viviendas que se encuentran cercanas al tanque no es necesario ponerlas (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013).

Red de distribución

Es la tubería que forman mallas y circuitos para distribuir los caudales adecuados y las presiones a varios sectores de la comunidad, para ello es necesario implantar válvulas para que el agua se encuentre regulada (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013)

Ilustración 5

Red de Distribución



Nota. Obras del sistema de agua potable. *Fuente CONASA 2013*

Obras complementarias de los sistemas de agua potable

Obras complementarias como son la válvula de aire son instaladas en la tubería, porque cuando un exceso de aire por dentro de la tubería lo que genera la obstaculización libre del agua, y si no se llegara a eliminar esto podría ser un impedimento totalmente del flujo (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013).

Ilustración 6

Válvula de aire



Nota. Válvulas del sistema de agua potable. *Fuente:* Romero E. 2024

Tanque rompe presión

Conocido también como tanque rompe carga es constituido por ladrillos reforzados, que se construye con el fin de prevenir las presiones altas que exceden la capacidad de libras de presión que soporta la tubería, este elemento se lo puedo construir en la línea de conducción, línea o red de distribución (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, 2013).

Ilustración 7

Tanque rompe carga o tanque rompe presión



Nota. Tanque rompe presión del sistema de agua potable. *Fuente:* Romero E. 2024

2.3. Definición de Términos (Glosario)

Vulnerabilidad: El termino de vulnerabilidad hace referencia a fragilidad, o que está expuesto algún tipo de amenazas o la posibilidad de sufrir una afectación, entendida al igual como la susceptibilidad de perder parte a su totalidad en la funcionalidad de algo ***(Feito, 2007)***.

Mitigación: Son acciones que llevadas a cabo en términos gestión de riesgos, es tratar de reducir al máximo las pérdidas o consecuencias, que al ser producidas por un evento peligrosos están no se puedan desarrollar**.**

Amenaza: Hace referencia a los procesos ya sea externo como internos respecto a un sistema, ya sea de origen natural, socio natural, antrópico, tecnológico, etc., que interactúan con el medio y que tienen un potencial de generar afectación total o parcial. ***(Vera Rodríguez & Albarracín Calderón , 2017)***

Amenaza sísmica: La posible ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, hipocentro y diversas características, que al ocurrir pueden causar daños a todo su entorno en especial al ser humano ***(Vásquez García, 2014)***

Riesgo: Valor de probabilidad de perdidas resultado de la evolución de la amenaza y la vulnerabilidad dado en un tiempo y lugar determinado ***(Ancán Henríquez, 2018)***

Caudal: Se define como aquel volumen de agua que atraviesa por una sección transversal del rio por una unidad de tiempo, el cual se lo puede obtener a partir de los metros cúbicos por segundo (Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, 2014)

Sistema de agua potable: Es aquel que está constituido por todos los elementos necesarios para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir el agua de una manera correcta hasta los puntos donde se encuentran las viviendas y esta pueda ser utilizada (Cárdenas Jaramillo & Patiño Guaraca, 2010).

Modelación: Es una representación del sistema utilizando algún tipo de notación gráfica y tiene por objetivo simular objetos del mundo real a través se softwares y mediante ello se pueda llegar a una hipótesis, validación o respuesta (Molina Mora, 2017)

Colapso: En términos de estructuras es cuando un sistema tiene un daño en su sistema a causa de factores como puede ser por un sismo, que por las características y calidad de los materiales estos puedes ser afectados y no podrán funcionar.

Sismo: Evento de origen tectónico que al liberar su energía produce movimientos en toda la corteza terrestre y los daños van a depender mucho de su magnitud e intensidad.

Sismos de intraplaca: este tipo de sismos tiene por característica que se dan a una profundidad mayor a los 70 km, liberan grandes cantidades de energía, pero al llegar a la superficie va disminuir la intensidad.

Sismos de interplaca: la profundidad a la que se genera su hipocentro va desde los 30 a 69 km de profundidad, este tipo de sismos son más peligroso que el de interplaca.

Sismos corticales: el hipocentro de este tipo de sismos menores a los 30 km de profundidad considerados entre los más peligrosos porque la liberación de energía es superficial y por ende su intensidad va ser mayor

Aducción: Es el conjunto de elementos y operaciones que permiten el transporte de agua hasta los diferentes puntos como es el de captación y el punto de tratamiento, pueden ser de dos tipos por gravedad o bombeo (Vanegas Benavides, 2020)

Acometida: se considera a todo el conjunto de elementos que componente a la red que distribuye, donde su principal propósito es generar la provisión de agua en las condiciones dadas y acorde al reglamento de distribución de agua (Canal de Isabel II, 2018).

Atraques: se debe utilizar para las tuberías anclajes a partir de atraques de concreto, esto con el fin de que no colapse ya sea por un deslizamiento, por socavación del fondo del rio (files.conagua, 2015)

2.4. Sistemas de hipótesis

Ho: Se evidencia que el sistema de agua potable de la comunidad Queseras no tiene vulnerabilidad sísmica y funcional.

Hi: Se evidencia que el sistema de agua potable de la comunidad Queseras tiene vulnerabilidad sísmica y funcional.

2.5. Sistemas de Variables

Variable independiente

Vulnerabilidad sísmica

Variable dependiente

Sistema de agua potable de la comunidad Quesera

Tabla 1

Operacionalización de variable independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento
Vulnerabilidad sísmica	Es la predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento telúrico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales	Modelamiento funcional de la línea de distribución con el software WaterCAD	Datos generales	Información general	Software WaterCAD
			Materiales de la obra	Tipo de tuberías	
			Edición de materiales	Tuberías con sus diámetros	
			Terreno de la obra	Cohesivos	
				Rocas	
				Sueltos	
			Parámetros	Viscosidad de fluido	
				N° de Reynols	
			Límites	Velocidad por combinación	
				Velocidad en función del diámetro	
			Coeficientes	Coeficiente de simultaneidad	
				Dotaciones	
				Referencias	
			Excavaciones	Profundidad mínima	
				Espesor firme	
			Nudos y tramos	Caudal consumido en el nudo	
				Cota del nudo	
			Instalaciones hidráulicas	Material del tramo	
				Diámetro del tramo	
				Terreno del tramo	
				Longitud del tramo	
			Cálculo del sistema de agua potable	Resultado del calculo	

Tabla 2

Operacionalización de variable dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento
Sistema de agua potable de la comunidad Queseras	Es un conjunto de elementos ingenieriles que ayudan de manera significativa a mejorar la calidad de vida de las personas	Captación	Estado actual	Bueno	Matriz metodología del PNUD/SGR/OPS
				Regular	
				Malo	
			Antigüedad	0 a 25 años	
				26 a 50 años	
				> 50 años	
			Mantenimiento	Planificado	
				Esporádico	
				Ninguno	
			Material de construcción	PVC	
				Hormigón	
				Asbesto cemento	
				Mampostería de piedra y/o ladrillo	
			Estándares de diseño	Antes del IEOS	
				Entre el IEOS	
				Después de la norma local	
			Estado actual	Bueno	
				Regular	
				Malo	
			Antigüedad	0 a 25 años	
				26 a 50 años	
				> 50 años	

		Conducción	Mantenimiento	Planificado	
				Esporádico	
				Ninguno	
			Material de construcción	PVC	
				Hormigón	
				Asbesto cemento	
				Mampostería de piedra y/o ladrillo	
			Estándares de diseño	Antes del IEOS	
				Entre el IEOS	
				Después de la norma local	
		Tratamiento	Estado actual	Bueno	
				Regular	
				Malo	
			Antigüedad	0 a 25 años	
				26 a 50 años	
				> 50 años	
			Mantenimiento	Planificado	
				Esporádico	
				Ninguno	
			Material de construcción	PVC	
				Hormigón	
				Asbesto cemento	
				Mampostería de piedra y/o ladrillo	
			Estándares de diseño	Antes del IEOS	
				Entre el IEOS	
				Después de la norma local	
				Bueno	

		Distribución	Estado actual	Regular	
				Malo	
			Antigüedad	0 a 25 años	
				26 a 50 años	
				> 50 años	
			Mantenimiento	Planificado	
				Esporádico	
				Ninguno	
			Material de construcción	PVC	
				Hormigón	
				Asbesto cemento	
				Mampostería de piedra y/o ladrillo	
			Estándares de diseño	Antes del IEOS	
				Entre el IEOS	
				Después de la norma local	
	Vulnerabilidad funcional	Sistema de agua potable funcional	Cobertura de servicios	> 80%	
				50% al 80%	
				< 50%	
				Sin servicio	
			Dependencia	Sin dependencia	
				Con dependencia	
			Redundancia	Más de una	
				Una	
				Ninguna	
			Capacidad de intervención	Personal calificado y equipado	
				Personal calificado sin equipamiento	

				Sin personal ni equipamiento	
			Administrativo	Realizar proyectos que benefician el sistema de agua potable	
				Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	
				No proyectos que benefician el sistema de agua potable	
			Operativo	Suficiente personal para operación y mantenimiento	
				Poco personal para operación y mantenimiento	
				Ningún personal para operación y mantenimiento	

3. CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

En el presente proyecto de investigación, se utilizó el siguiente nivel de investigación el cual se detallas a continuación:

Descriptivo. - Se utilizó el nivel descriptivo porque lo que se quiere es determinar la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad Queseras, analizando así la situación actual describiendo de cómo se encuentra el sistema de agua potable, si es vulnerable o no ante la ocurrencia de un evento sísmico y además verificando si el funcionamiento es adecuado.

3 2. Diseño de la Investigación

En el presente proyecto de investigación, se utilizó los siguientes diseños de investigación los cuales se detallas a continuación:

Documental. - Se utilizó información bibliográfica recolectada sobre metodologías para poder determinar la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la comunidad Queseras. Para ello se utilizó metodologías cualitativas y cuantitativas para poder obtener la información requerida.

De campo. - Se realizó salidas a campo con la finalidad de poder observar la situación actual en la que se encuentra el sistema de agua potable con la que cuenta la comunidad, mediante esta observación directa se puede tener una visión y entender la realidad en la que se encuentra, además de que las observaciones directas nos permiten interactuar con las personas y ver el funcionamiento del sistema.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Dentro de la investigación se encontró que La población beneficiada será la comunidad Queseras perteneciente al Cantón Guaranda, conformada por 175 familias considerando un promedio de 875 habitantes.

3.3.2. Muestra

Para el cálculo de la muestra se tomó en consideración la cantidad de familias que tienen acceso al agua entubada siendo 175 familias datos recolectados en campo 2023, se utilizará un error máximo admisible del 5%, un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de éxito del 50%, para calcular la muestra se utilizó la siguiente formula.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N-1)\,E^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (para un NC del 95% se utilizará un z=1,96)

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (0.5)

q= Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (0.5)

E= error admisible máximo del cálculo de la muestra

N= población finita de

Cálculo para la obtención de la muestra

$$n = \frac{175 * 1{,}96^2 * 0{,}5 * 0{,}5}{(175-1)\ 0{,}05^2 + 1{,}96^2 * 0{,}5 * 0{,}5}$$

$$n = \frac{168}{(0{,}435) + 0.96}$$

$$n = \frac{168}{1{,}40}$$

$$n = 120$$

El cálculo de la muestra inicial es de 120 familias sin embargo se aplicará una corrección para poblaciones finitas, utilizando la siguiente fórmula.

$$Cpf = \frac{N-n}{N} * n$$

$$Cpf = \frac{175-120}{175} * 175$$

$$Cpf = \frac{55}{175} * 175$$

$$Cpf = 0{,}31*175$$

$$Cpf = 54\ familias$$

El número de familias que se aplicará la muestra es a 54 familias que pertenecen a la comunidad Queseras.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas y los instrumentos utilizados para la recolección de datos en la presente investigación fueron las siguientes:

3.4.1. Fuentes primarias

Observación directa: Se realizó salidas de campo para poder observar el estado actual del sistema de agua potable de la comunidad Quesera, recorrer por todo el sistema y verificar si la captación, conducción, almacenamiento, distribución que forman parte de todo el sistema está funcionando de forma correcta y verificar en territorio si hay algún tipo de daño o desperfecto es la parte estructural, tomando coordenadas para luego procesarlos en los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Entrevistas: Esta técnica se utilizó para poder adquirir información valiosa que permitió obtener el diagnóstico actual de cómo se encuentra cada elemento que conforma el sistema de agua potable, como por ejemplo si se realizan mantenimientos preventivos y limpiezas esporádicas al sistema de agua del tanque de captación, de la línea de conducción, de los tanques rompe presión, del tanque de almacenamiento y de las líneas de distribución, esta información que fue brindada por el presidente de la comunidad que es el encargado de poder velar por el acceso del agua potable de toda la comunidad, utilizando entrevistas estructuradas y con la ayuda de la tecnología como son los formularios en línea que permitió recolectar esta información más completa y detallada.

Modelamiento: Esta técnica ayudó a poder entender el comportamiento de los diferentes componentes del sistema de agua a través de un software llamado WaterCad que contiene complejas fórmulas matemáticas que ayudan a facilitar el entendimiento de la proyección acercadas a la realidad del funcionamiento de las líneas de conducción y

distribución y constatar si abastece o no de un adecuado caudal de abastecimiento de agua para todas las familias de la comunidad Queseras.

3.4.2. Fuentes secundarias

Bibliográfica: Para poder realizar la investigación se tuvo que adquirir información de fuentes secundarias como son:

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda-2015
- Tesis, artículos científicos publicados en repositorios de las diferentes Universidades del Ecuador.
- Plan de uso y gestión de suelos – 2020
- Datos básicos técnicos proporcionados por el EMAPAG-2023
- Software WaterCad

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1. Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras.

Para poder realizar el objetivo número1, de diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua potable de la comunidad Queseras se cumplirá con los siguientes pasos con el fin de obtener el resultado esperado.

Una vez que se trabajó en campo aplicando la observación directa y llenando los formularios en línea creados por la autora de esta investigación, con el fin de poder tener información precisa que ayuden a determinar cómo se encuentra cada uno de los elementos del sistema de agua potable como es el tanque de captación, la línea de conducción, tanque de almacenamiento, tanques rompe presión y red de distribución, los mismos que fueron

mapeados con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y la información recolectada de los formularios en línea fueron procesados en Excel para su interpretación.

Para obtener el diagnóstico del sistema se observó en campo cada uno de los elementos que conforman el sistema por gravedad sin planta de tratamiento del sistema de agua entubada con la que cuenta la comunidad de Queseras.

Para el diagnóstico de la fuente de captación se diseñó algunas interrogantes que tienen que ser constatadas en campo mediante la observación directa, estas interrogantes fueron creadas en una ficha de relevamiento de datos que se encuentra en el Anexo 1, para de esa forma obtener los datos del estado actual.

Para el diagnóstico de la conducción se diseñó algunas interrogantes que tienen que ser constatadas en campo mediante la observación directa, estas interrogantes fueron creadas en una ficha de relevamiento de datos que se encuentra en el Anexo 2, para de esa forma obtener los datos del estado actual.

Para el diagnóstico del tanque de almacenamiento se diseñó algunas interrogantes que tienen que ser constatadas en campo mediante la observación directa, estas interrogantes fueron creadas en una ficha de relevamiento de datos que se encuentra en el Anexo 3, para de esa forma obtener los datos del estado actual.

Para los tanques rompe presión de igual manera se diseñó algunas interrogantes que tienen que ser constatadas en campo mediante la observación directa, estas interrogantes fueron creadas una ficha de relevamiento de datos que se encuentra en el Anexo 4, para de esa forma obtener los datos del estado actual.

3.5.2. Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad las Queseras con el programa Watercad y la metodología del PNUD.

Para el cumplimiento del objetivo 2 de modelar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua con el programa WaterCad, que nos ayuda a realizar el diseño, cálculo de la red de distribución de agua formado por tuberías, válvulas, y otros elementos de repartos necesarios, para conducir el agua desde la captación hasta su respectiva distribución de las viviendas, conservando las cualidades de las mismas e impidiendo sus pérdidas y su contaminación, para poder realizar el modelamiento es necesario tener los siguientes parámetros.

Levantamiento topográfico

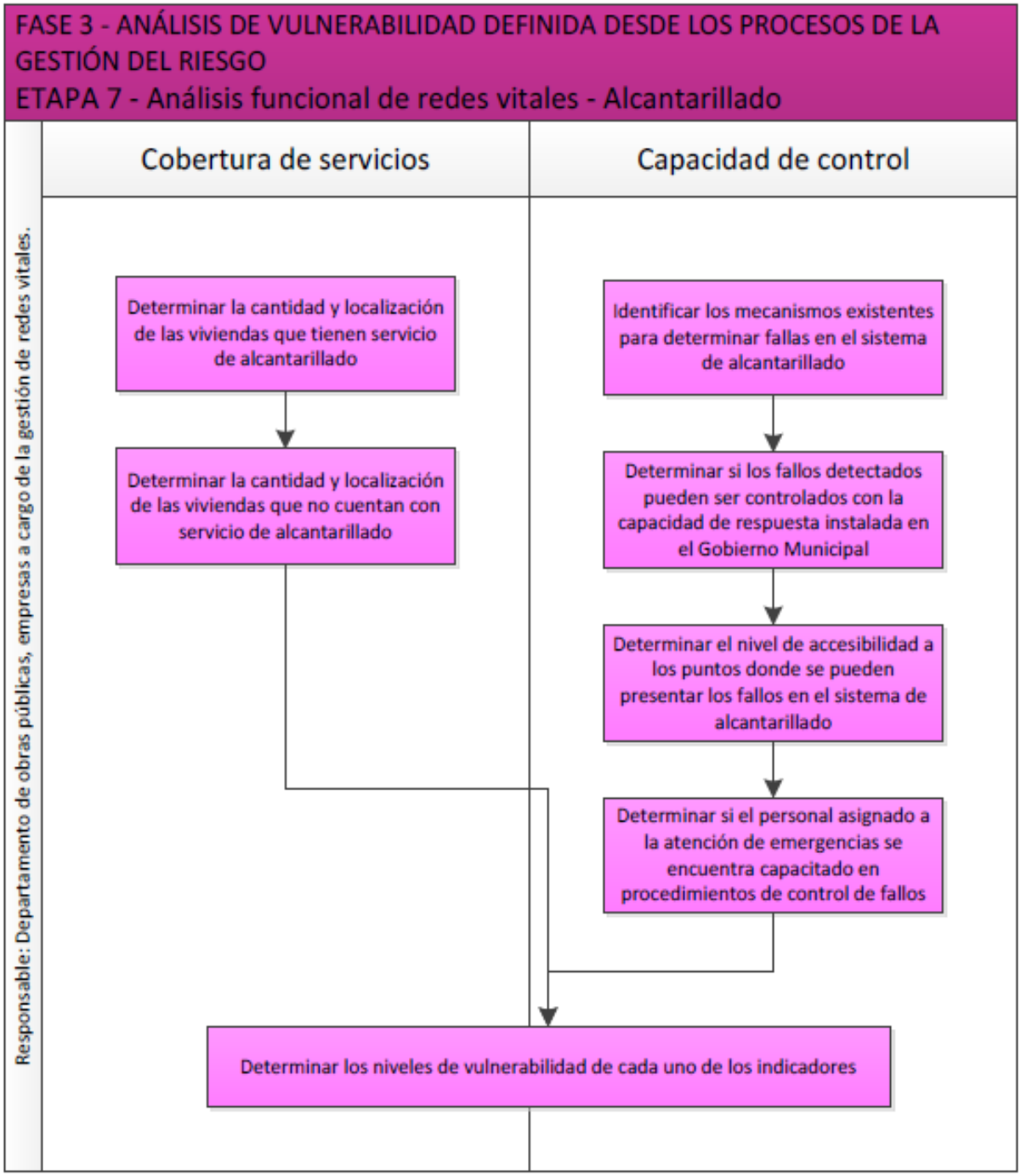
Estudios de suelos

Proyección de población beneficiada

También se realizó el procesamiento de datos que se obtuvieron en campo de las fichas metodológicas propuesta por PNUD para el análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable el cual se la describirá a continuación:

Ilustración 8

Esquema de cálculo de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable



Nota: Se presenta el flujo de trabajo que se tiene que llevar a cabo para la evalúan de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad Queseras basado en la metodología del PNUD.

Para la evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua que son la captación, conducción, almacenamiento y distribución se utilizaron indicadores de la propia metodología los cuales se describen a continuación:

- Cobertura de servicios
- Dependencia
- Redundancia
- Capacidad de intervención
- Administrativo
- Operativo

Tabla 3

Indicadores para cálculo de vulnerabilidad funcional

Factores de Vulnerabilidad Funcional	Variables de Vulnerabilidad	Indicadores	Valor del indicador	Peso ponderado	Valor máximo
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	1	10
		50 al 80%	5		
		<50%	10		
		Sin servicio	N/A		
	Dependencia	Sin Dependencia	1	1	10
		Con Dependencia	10		
	Redundancia	Más de una	1	3	30
		Una	5		
		Ninguna	10		
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	1	1	10
		Personal calificado sin equipamiento	5		
		Sin personal ni equipamiento	10		
	Administrativo	Realizar proyectos que benefician el sistema de agua potable	1	2	20
		Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5		
		No se realiza proyectos que benefician el sistema de agua potable	10		
		Suficiente personal para operación y mantenimiento	1		
		Poco personal para la operación y mantenimiento	5		

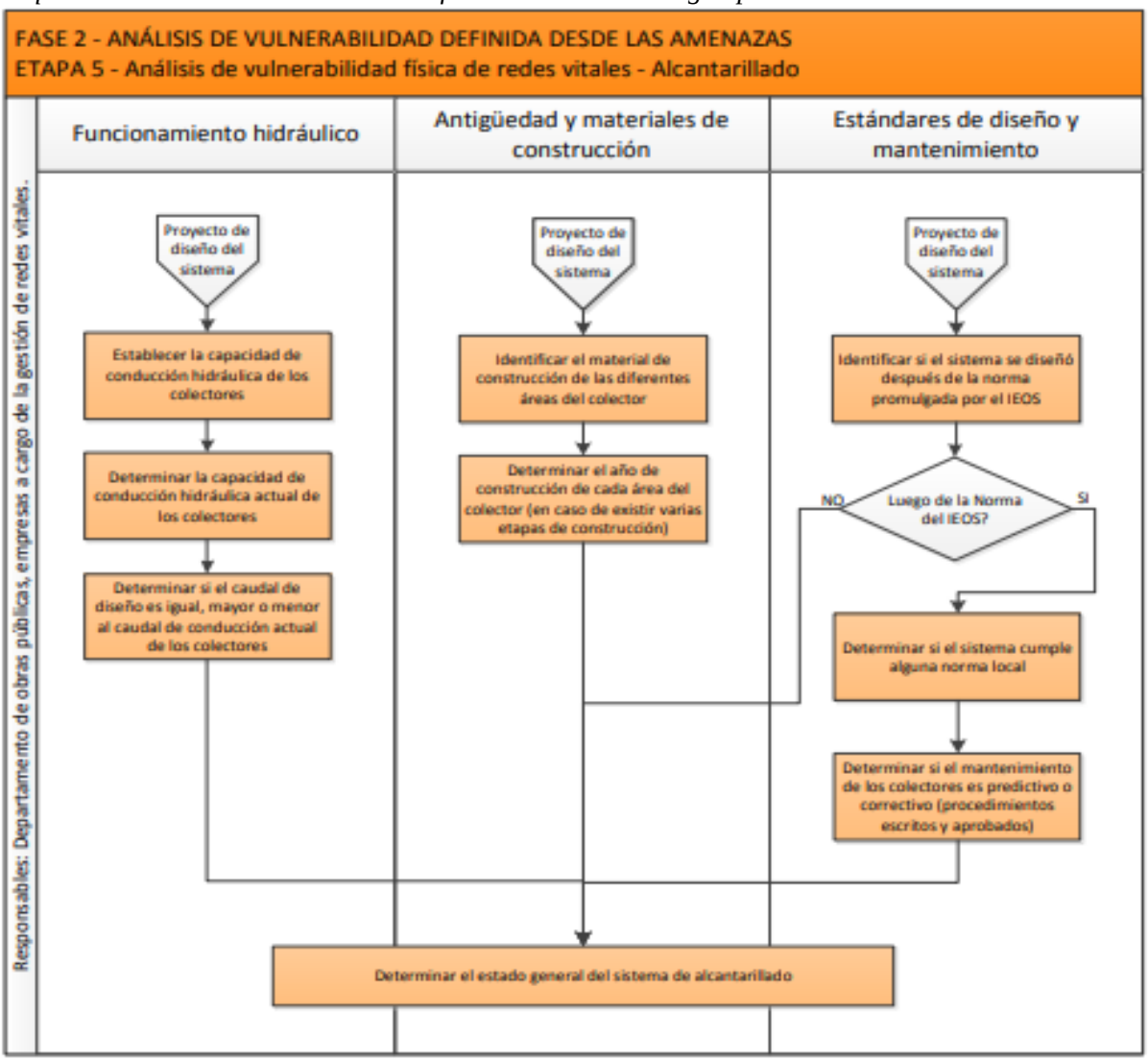
	Operativo	No cuenta con personal de operación y mantenimiento	10	2	20

Nota: En esta tabla se presenta los parámetros que se evalúan en la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad Queseras basado en la metodología del PNUD.

También se realizó el procesamiento de datos que se obtuvieron en campo de las fichas metodológicas propuesta por PNUD para el análisis de la vulnerabilidad física estructural del sistema de agua potable el cual se la describirá a continuación.

Ilustración 9

Esquema de cálculo de vulnerabilidad física del sistema de agua potable



Nota: Se describe el proceso o flujo de trabajo para el cálculo de la vulnerabilidad física estructural del sistema de agua potable.

Para la evaluación de la vulnerabilidad física estructural de los componentes del sistema de agua que son la captación, conducción, almacenamiento y distribución se utilizaron indicadores de la propia metodología los cuales se describen a continuación:

- Estado actual
- Antigüedad
- Mantenimiento
- Material de construcción
- Estándares de diseño

Tabla 4

Cálculo de vulnerabilidad físico estructural del sistema de agua potable

Subvariable (SAPSB)	**Indicador X SAPSB**	**Escala del Indicador X SAPSB**	**Vulnerabilidad Amenaza Sísmica**			**Vulnerabilidad Amenaza de Deslizamiento**			**Vulnerabilidad Amenaza de Inundación**			**Vulnerabilidad Amenaza Volcánica**		
			Valor Indicador X SAPSB	Peso ponderación W SAPSB	Valor máximo Vmax SAPSB	Valor Indicador X SAPSB	Peso ponderación W SAPSB	Valor máximo Vmax SAPSB	Valor Indicador X SAPSB	Peso ponderación W SAPSB	Valor máximo VmaX SAPSB	Valor Indicador X SAPSB	Peso ponderación W SAPSB	Valor máximo VmaX SAPSB
Captación (CAP)	Estado actual	Bueno	1,0	1,0	10,0	1,0	1,0	10,0	1,0	1,50	15,00	1,0	1,0	10,0
		Regular	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Malo	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Antigüedad	0 a 25 años	1,0	2,5	25,0	1,0	1,5	15,0	1,0	2,00	20,00	1,0	1,0	10,0
		25 a 50 años	5,0			5,0			5,0			5,0		
		> de 50 años	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Mantenimiento	Planificado	1,0	1,5	15,0	1,0	2,0	20,0	1,0	1,00	10,00	1,0	2,0	20,0
		Esporádico	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Ninguno	10,0			10,0			10,0			10,0		
	material de construcción	PVC	1,0	3,0	30,0	1,0	2,5	25,0	1,0	3,00	30,00	1,0	3,0	30,0
		Hormigón	5,0			1,0			1,0			1,0		
		Asbesto cemento	10,0			5,0			5,0			5,0		
		Mampostería de piedra y/o de ladrillo	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	10,0	2,0	20,0	1,0	3,0	30,0	1,0	2,50	25,00	1,0	3,0	30,0
		Entre el IEOS	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Después de la norma local	1,0			10,0			10,0			10,0		

	Total			**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,0**		**1,0**	**100,0**
Conducción (CON)	Estado actual	Bueno	1,0	1,0	10,0	1,0	1,0	10,0	1,0	1,00	10,00	1,0	1,0	10,0
		Regular	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Malo	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Antigüedad	0 a 25 años	1,0	2,5	25,0	1,0	1,5	15,0	1,0	2,00	20,00	1,0	1,5	15,0
		25 a 50 años	5,0			5,0			5,0			5,0		
		> de 50 años	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Mantenimiento	Planificado	1,0	1,0	10,0	1,0	2,5	25,0	1,0	2,00	20,00	1,0	2,5	25,0
		Esporádico	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Ninguno	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Material de construcción	PVC	1,0	3,0	30,0	1,0	2,0	20,0	1,0	2,50	25,0	1,0	3,0	30,0
		Hormigón	1,0			1,0			1,0			1,0		
		Asbesto o cemento	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Tierra	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1,0	2,5	25,0	1,0	3,0	30,0	1,0	2,50	25,00	1,0	2,0	20,0
		Entre el IEOS	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Después de la norma local	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Total			**10,0**	**100,0**	**10,0**	**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,0**		**1,0**	**100,0**
Tratamiento (TTO)	Estado actual	Bueno	1,0	1,0	10,0	1,0	1,0	10,0	1,0	1,00	10,00	1,0	1,5	15,0
		Regular	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Malo	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Antigüedad	0 a 25 años	1,0	2,5	25,0	1,0	2,0	20,0	1,0	2,00	20,00	1,0	1,0	10,0
		25 a 50 años	5,0			5,0			5,0			5,0		
		> de 50 años	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Mantenimiento	Planificado	10	1,0	10,0	10	1,0	10,0	10	1,50	15,00	1,0	2,5	25,0
		Esporádico	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Ninguno	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Material de construcción	Hormigón	1,0	3,0	30,0	1,0	3,0	30,0	1,0	2,50	25,0	1,0	3,0	30,0
		Asbesto cemento	10,0			10,0			10,0			5,0		
		Mampostería de ladrillo	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Mampostería de piedra	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1,0	2,5	25,0	1,0	3,0	30,0	1,0	3,00	30,00	1,0	2,0	20,0
		Entre el IEOS y norma local	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Después de la norma local	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Total			**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,0**		**1,0**	**100,0**
Distrib	Estado actual	Bueno	1,0	1,0	10,0	1,0	1,0	10,0	1,0	1,00	10,00	1,0	1,0	10,0
		Regular	5,0			5,0			5,0			5,0		

		Malo	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Antigüedad (en años)	0 a 25 años	1,0	2,5	25,0	1,0	2,0	20,0	1,0	2,00	20,00	1,0	1,5	15,0
		25 a 50 años	5,0			5,0			5,0			5,0		
		> de 50 años	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Mantenimiento	Planificado	10	1,0	10,0	10	1,0	10,0	10	1,50	15,00	1,0	2,5	25,0
		Esporádico	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Ninguno	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Material de construcción	Tubería PVC	1,0	3,0	30,0	1,0	3,0	30,0	1,0	2,50	25,00	1,0	3,0	30,0
		Tubería de asbesto o cemento	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1,0	2,5	25,0	1,0	3,0	30,0	1,0	3,00	30,00	1,0	2,0	20,0
		Entre el IEOS	5,0			5,0			5,0			5,0		
		Después de la norma local	10,0			10,0			10,0			10,0		
	Total			**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,0**		**10,0**	**100,00**		**10,0**	**100,0**

Nota: En esta tabla se presenta los parámetros que se evalúan en la vulnerabilidad físico estructural de los elementos como es la captación, conducción, tratamiento, distribución que conforman el sistema de agua potable de la comunidad Queseras.

Los resultados del análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional del sistema de agua potable se lo representan en los siguientes rangos de vulnerabilidad.

Tabla 5

Niveles de vulnerabilidad del sistema de agua potable

Nivel de vulnerabilidad	Rango	Descripción
Bajo	0 - 33	Vulnerabilidad global del sistema de agua potable bajo, se debe tomar acciones a largo plazo para mantener
Medio	34 - 66	Vulnerabilidad global del sistema de agua potable que podría sufrir daños considerables por lo que se debe tomar acciones inmediatas o mediano plazo
Alto	67 - 100	Vulnerabilidad global del sistema de agua potable que podría sufrir daños catastróficos por lo que se debe tomar acciones de urgencia o mediano plazo

Nota: En esta tabla se presenta los niveles de vulnerabilidad global con el que se califica según la metodología del PNUD/SGR.

3.5.3. Proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua potable

Para el cumplimiento del objetivo 3 de las propuestas para mitigar la vulnerabilidad del sistema de agua potable se lo realizó tomando en cuenta el diagnóstico actual de cómo se encuentran los elementos del sistema de agua potable (tanque de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, tanques rompe presión y línea de distribución) y del modelamiento funcional del sistema en el software WaterCad, tomando como base el ciclo de la Gestión de Riesgos de Desastres que se detalla a continuación.

Ilustración 10

Ciclo del sistema de gestión de riesgos de desastres



Nota: En esta imagen se presenta el ciclo de la Gestión de Riesgos de Desastres con sus respectivas áreas y componentes, siempre enfocándose en trabajar en la primera fase que es la Gestión prospectiva del riesgo.

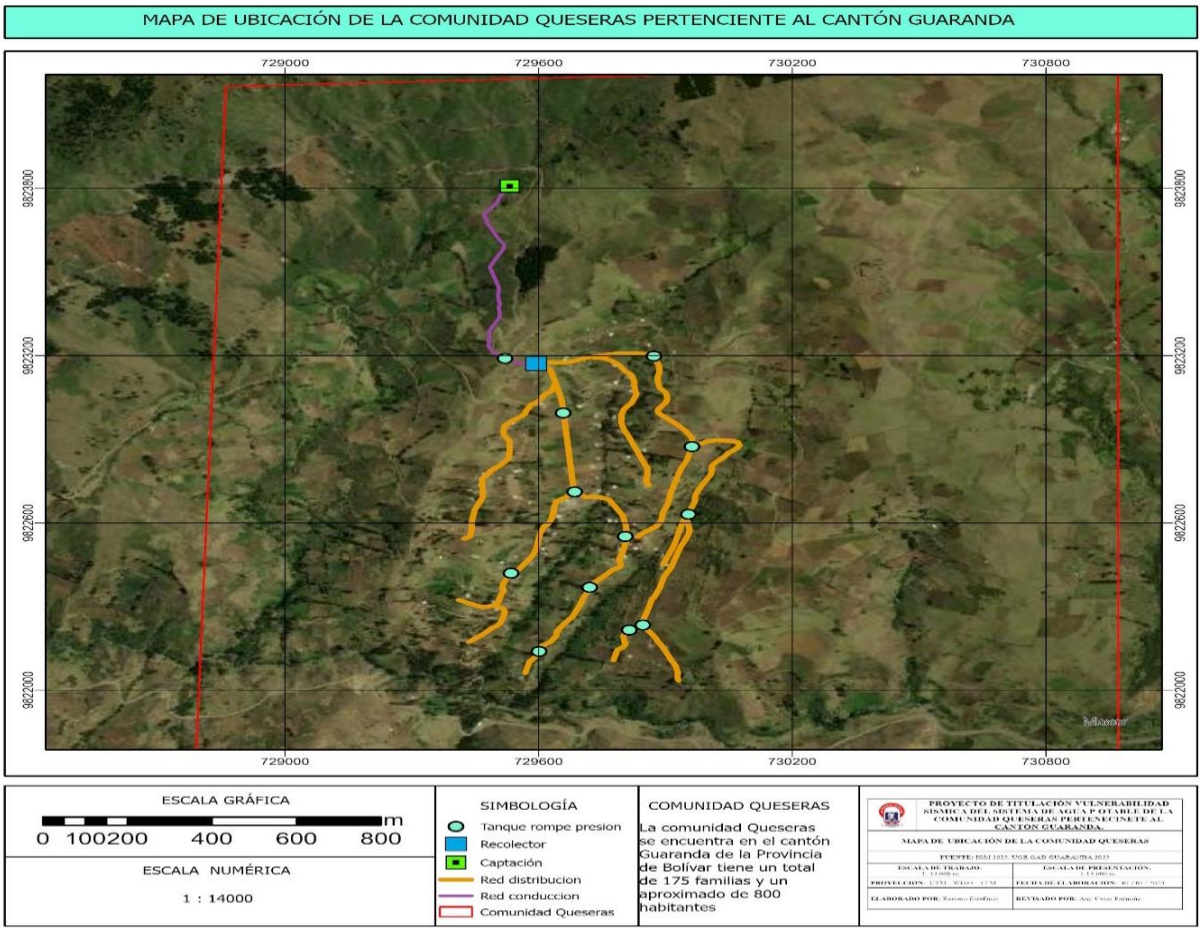
CAPITULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados según objetivo 1: Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras.

El sistema de agua potable de la comunidad Queseras se encuentra ubicado al Suroccidente de la vía Guaranda-Riobamba, siendo una comunidad kichwa donde todos los habitantes poseen agua, sin embargo, es necesario poder realizar el diagnóstico de la captación, conducción, almacenamiento y distribución, para ello fue necesario acudir a campo y poder realizar el relevamiento de datos necesarios y la observación directa de cada uno de estos elementos, a continuación, se detalla la ubicación de todo el sistema

Ilustración 11

Ubicación del sistema de agua de la comunidad Queseras



Nota: Sistema de agua de la comunidad Queseras ***Fuente:*** Romero E. 2024

4.1.1. Diagnóstico de la Captación de agua

El área de captación de agua de la comunidad Queseras es de aproximadamente 132m², se encuentra en las coordenadas **Este:** 729531, **Norte:** 9823808 a una altitud promedio de 3371 m.s.n.m, el agua captada es cruda proveniente del afluente o riachuelo llamado Kuri Yacu, la misma que posee una zanja de coronación para evitar la filtración de agua lluvia, dicha zanja está en buen estado, también tiene un cerco de protección que son postes de hormigón y alambre de púas que se encuentran en buen estado y operativo.

La captación posee un sello de protección de hormigón armado la misma que ayuda que el agua del afluente no se contamine, además se cuenta con una cámara recolectora o llamada también cámara húmeda que es de hormigón armado y que fue readecuada en el 2023, la misma cuenta con una tapa sanitaria que está pintada y libre óxido, dentro de la cámara húmeda se encuentran 4 orificios de salida con tuberías de PVC de diámetro de 4,90 pulgadas que permite el paso de 0.0049 m3/s, también cuenta con una canastilla de salida de PVC de 2 pulgadas con unión soquet de PVC de 2 pulgadas, la cual se encuentra en buen estado y operativas.

Para la parte de limpia y rebose se cuenta con una brida rompe agua con rosca, también una válvula compuerta de bronce de 1 pulgada de 250lbf para la salida de agua excedente, y tubería de PVC clase 10 de 2 pulgadas las mismas que se encuentran en buen estado y operativas, esta tubería se asienta sobre un dado de concreto con emboquillado de piedra que es por donde se elimina el agua excedente.

Tabla 6

Diagnóstico de la captación de agua

Captación				
Tipo	**Elemento**	**Equipo de medición**	**Accesorio**	**Daños**
Captación externa	Zanja de coronación	Observación directa en campo	NA	Sin daños
	Sello de protección	Esclerómetro	Hormigón armado fc=240 kgf/cm2	Sin daños
	Cámara húmeda	Esclerómetro	Hormigón armado fc=240 kgf/cm2	Sin daños
	Cerco de protección	Observación directa en campo	Malla de alambre galvanizado	Sin daños
	Tapa sanitaria	Observación directa en campo	Metálica	Sin daños
	Caja de válvulas	Esclerómetro	Hormigón simple fc=140 kgf/cm2	Sin daños
	Dado de protección	Esclerómetro	Hormigón simple fc=140 kgf/cm2	Sin daños
	Manante	Observación directa en campo	Agua del afluente	Sin daños
Captación Interna	Filtro	Observación directa en campo	Piedras de rio	Sin daños
	Capa impermeable	Observación directa en campo	NA	Sin daños
	Orificios de salida	Observación directa en campo	4 tubos PVC de 2 pulgadas	Sin daños
	Canastilla de salida	Observación directa en campo	Tubo de PVC de 2 pulgadas	Sin daños
	Cono de rebose	Observación directa en campo	Tubería de PVC de 2 pulgadas	Sin daños
	Válvula de control o salida	Observación directa en campo	Válvula compuerta de bronce 1 pulgada de 250lbs	Sin daños
	Tubería de rebose y limpia	Observación directa en campo	Tubería de PVC de 2 pulgadas	Sin daños

Nota: Datos medidos y observados en campo ***Fuente:*** Romero E. 2024

Tabla 7

Registro fotográfico de la situación actual de la captación

Captación externa	Captación Interna
	
	

Nota**:* Registros fotográficos de datos observados en campo. ***Fuente: Romero E. 2024

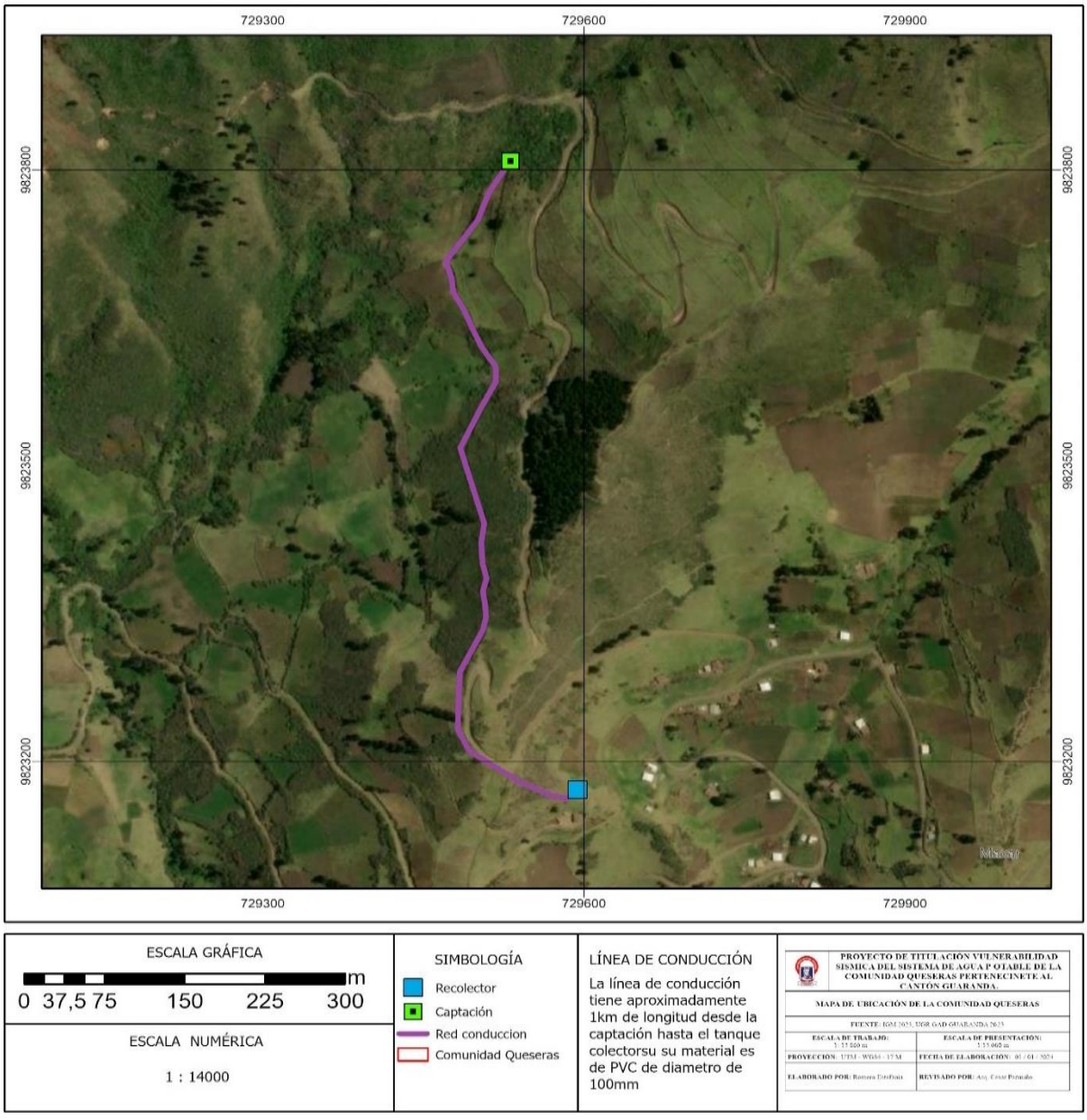
4.1.2. Diagnóstico de la línea de Conducción de agua

La conducción del agua colectada para el consumo de la comunidad Queseras está conformada por una línea principal que tiene una longitud aproximada de 1 km desde el punto de colecta coordenadas inicio **Este:** 729531, **Norte:** 9823808, fin **Este:** 729587, **Norte:** 9823165 hasta llegar al tanque de almacenamiento como se puede observar en la **Ilustración 12**, esta línea de conducción está enterrada a una profundidad de 1m aproximadamente y es

de tubos PVC de diámetro de 110 mm que soportan presiones de 1.25MPa, tubos PVC de 50 mm, tubos PVC de 40 mm y tubos PVC de 32 mm, además de ello se tiene codos de PVC de 110 mm, 63 mm, 50 mm y 32 mm que resisten presiones de hasta 1.25MPa, según se hizo el recorrido en campo verificado la línea de conducción y se encuentra en buen estado operativa.

Ilustración 12

Ubicación de la línea de conducción de agua



Nota: Mapa de línea de conducción de agua de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Tabla 8

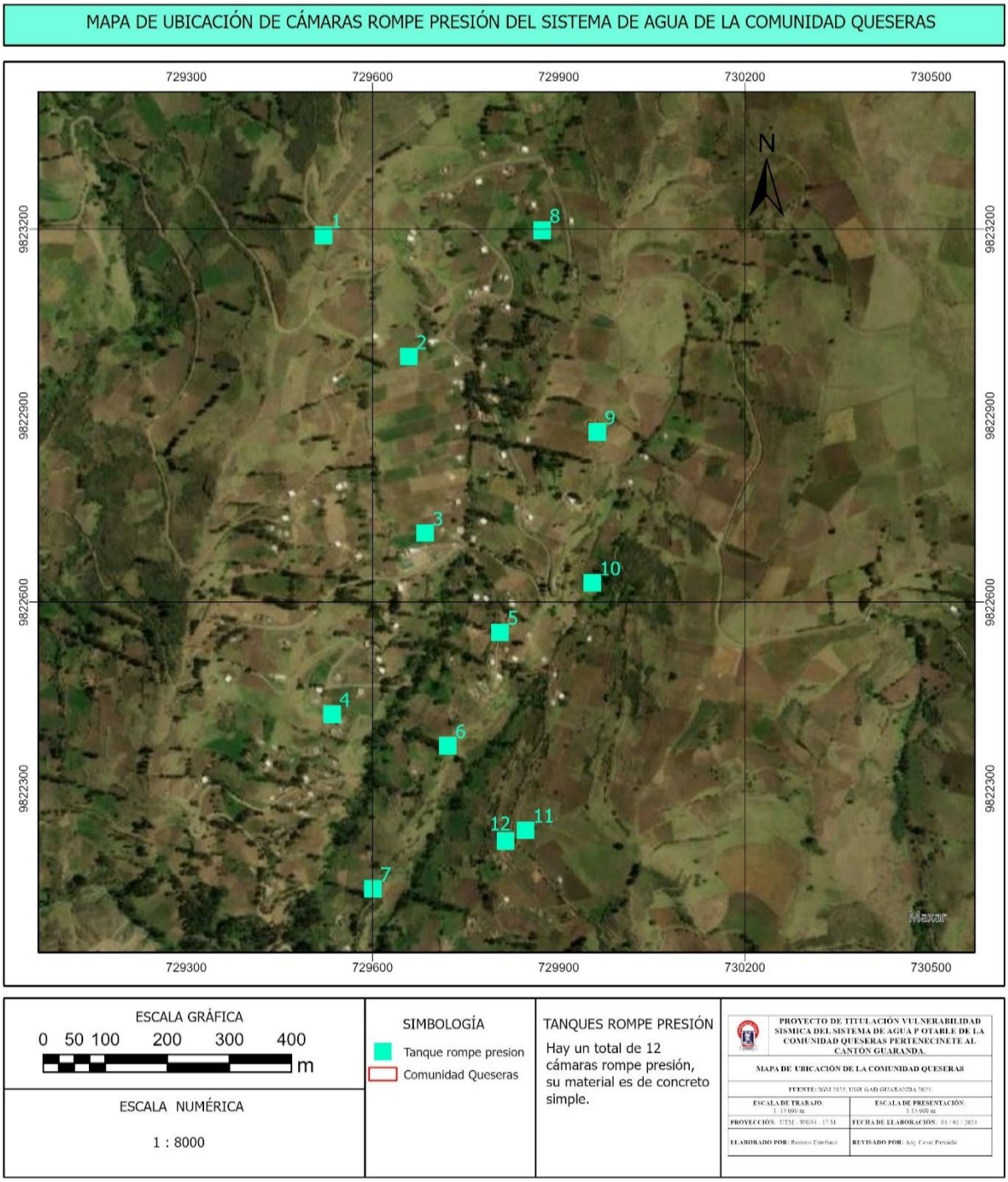
Diagnóstico de la línea de conducción de agua

Conducción				
Tipo	**Elemento**	**Equipo de medición**	**Accesorio**	**Daños**
Línea de conducción de agua	Tubería	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 110 mm	Sin daños
	Tubería	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 50 mm	Sin daños
	Tubería	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 40 mm	Sin daños
	Tubería	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 32 mm	Sin daños
	Codo	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 110 mm	Sin daños
	Codo	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 63 mm	Sin daños
	Codo	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 50 mm	Sin daños
	Codo	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 32 mm	Sin daños
	Codo	Observación directa en campo y Planos	Tubo de PVC E/C 1.25 MPA D= 30 mm	Sin daños

Nota: Datos recolectados, observados en planos técnicos y en campo. ***Fuente:*** Romero E. 2024

4.1.3. Diagnóstico del tanque recolector o almacenamiento

El área de la zona de almacenamiento de agua de la comunidad Queseras es de aproximadamente 51.90 m² y el tanque de almacena aproximadamente 132 m3 de agua que luego la distribuye para toda la comunidad, el tanque se encuentra en las coordenadas **Este:** 729594, **Norte:** 9823171 a una altitud promedio de 3000 m.s.n.m, el agua es tratada con cloro al 0.01%, el tanque es de hormigón armado construido en el año 2023 y se encuentra en



buen estado, también tiene un cerco de protección de malla galvanizada que se encuentran en buen estado y operativa.

El tanque cuenta con una tapa sanitaria que está pintada y libre óxido, dentro de la cámara se encuentran limpia además de contar con tuberías de PVC de diámetro de 4,90 pulgadas que permite el paso de 0.0049 m3/s, también cuenta con una canastilla de salida de PVC de 2 pulgadas con unión soquet de PVC de 2 pulgadas, la cual se encuentra en buen estado y operativas.

Ilustración 13

Tanque de almacenamiento



Nota: Ubicación del tanque de almacenamiento de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

4.1.4. Diagnóstico de los tanques rompe presión

En la comunidad Queseras existen un total de 12 cámaras rompe presión tipo 6 en las coordenadas que se presentan en la Tabla 9 **,** la función es reducir la presión hidrostática del fluido en este caso el agua transportada desde la captación hasta la distribución permitiendo

disipar la energía con la finalidad de evitar daños en la tubería, los tanque se encuentran distribuidos en diferentes zonas como se aprecia en la **Ilustración ..** , dichos tanques son de concreto simple con una resistencia a la fuerza de compresión fc=140kg/cm², el 100% de dichas cámaras se encuentran actualmente en buen estado según las observaciones en campo, tienen sus tapas metálicas pintadas sin óxido y en buen estado, tienen un cerco perimétrico que ayuda a que no destruyan.

Tabla 9

Ubicación de cámaras rompe presión

N°	ESTE	NORTE	ESTADO
1	729520,942	9823190,06	Operativa
2	729658,411	9822994,91	Operativa
3	729684,759	9822711,06	Operativa
4	729534,809	9822419,66	Operativa
5	729805,325	9822551,32	Operativa
6	729721,292	9822369,01	Operativa
7	729600,579	9822139,01	Operativa
8	729873,075	9823198,15	Operativa
9	729962,167	9822873,64	Operativa
10	729953,93	9822631,05	Operativa
11	729846,622	9822233,18	Operativa
12	729813,958	9822215,77	Operativa

Nota: Datos recolectados con GPS en campo.
Fuente: Romero E. 2024

Ilustración 14

Ubicación de cámaras rompe presión

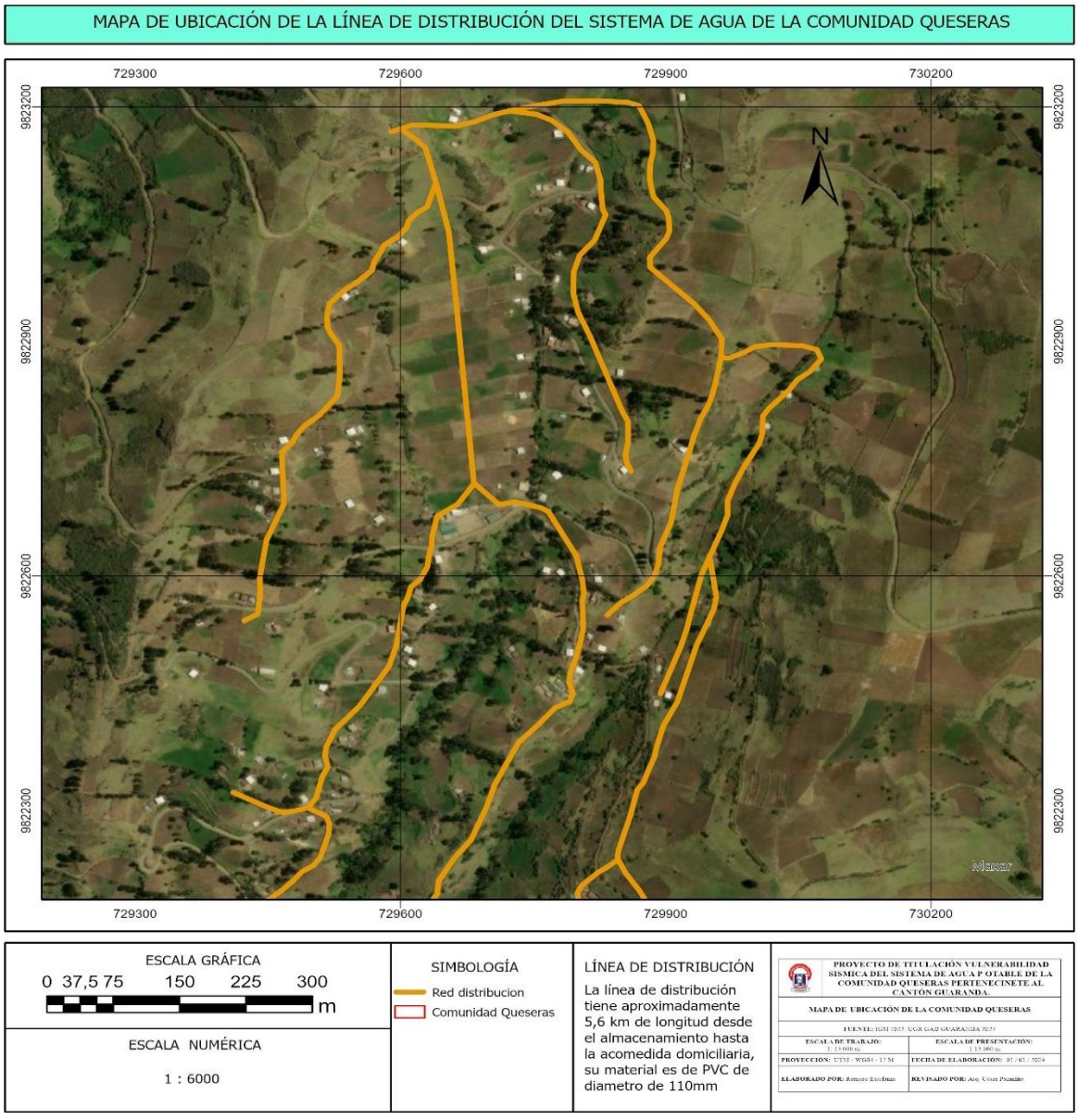
Nota*:* Mapa de ubicación de cámaras rompe presión recolectados en campo y con la ayuda de los SIG. ***Fuente:*** Romero E. 2024

4.1.5. Diagnóstico de la red de distribución

Para la red de distribución de agua para la comunidad Queseras tiene un aproximado de 5,6 km de longitud de tuberías de PVC de 110 mm las cuales vienen desde el tanque recolector hasta llegar a las acomedidas domiciliarias de la comunidad, esta red está conformada por 9 ramificaciones, con ello abastece al 100% de la población.

Ilustración 15

Ubicación geográfica de la línea de distribución



Nota: Datos recolectados en campo con GPS GARMIN, observaciones directas. ***Fuente:*** Romero E. 2024

4.1.6 Diagnóstico de las encuestas realizadas a la población.

Pregunta 1.- fuente de agua para el consumo diario de su familia

Tabla 10.

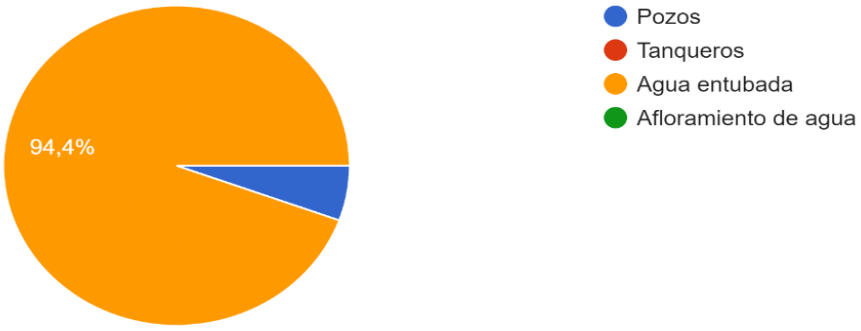
Fuente de agua para consumo diario de la familia

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Pozos	0	0%
Tanqueros	0	0%
Agua entubada	51	94.4%
Afloramiento de agua	3	5.6%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 16

Fuente de agua para consumo diario de la familia



Análisis. En opinión de los encuestados se desprende que nueve de cada diez la fuente de agua de consumo es a través de agua entubada lo que demuestra que el sistema de servicio domiciliario mejoro la condición de calidad de vida de la población

Pregunta 2 .- Cómo considera la calidad del agua

Tabla 11

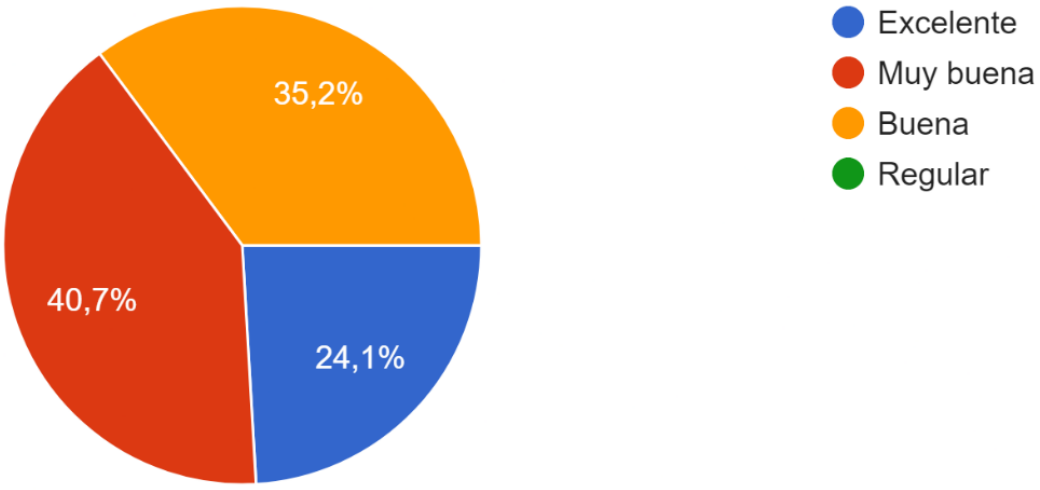
Calidad de agua que consume

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	13	24.1%
Muy buena	22	40.7%
Buena	19	35.2%
Regular	0	0%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 16

Calidad de agua para consumo



Análisis. – De los datos obtenidos en el campo se indica que 4 de cada 10 manifiesta que la calidad de agua es muy buena ya que es fundamental para una buena salud de las personas.

Pregunta 3 .- Con que frecuencia hay problemas en el abastecimiento de agua

Tabla 12

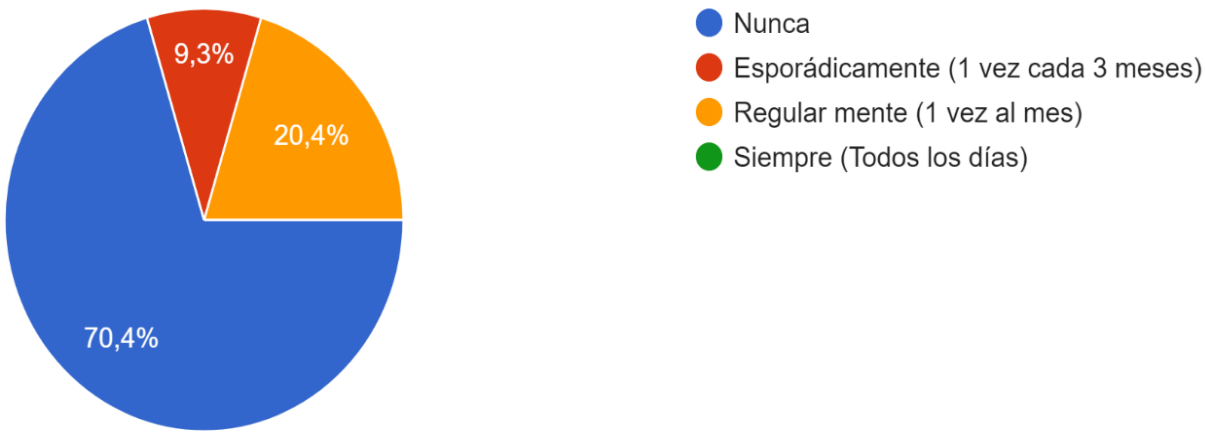
Calidad de agua que consume

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	38	70.4%
Esporádicamente (1 vez cada 3 meses)	5	9.3%
Regular mente (1 vez al mes)	11	20.4%
Siempre (Todos los días)	0	0%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 17

Problemas de abastecimiento de agua



Análisis. – la población de Queseras indica que nueve de cada diez no tiene daños constantes en razón que esto es nuevo, pero cuando existes problemas como las lluvias o sismos hay que ir a inspeccionar el sistema porque se puede caerse los desechos y eso se debe darse mantenimiento constante.

Pregunta 5 .- Previa a una suspensión del servicio de agua potable en que medio reportan el corte

Tabla 14

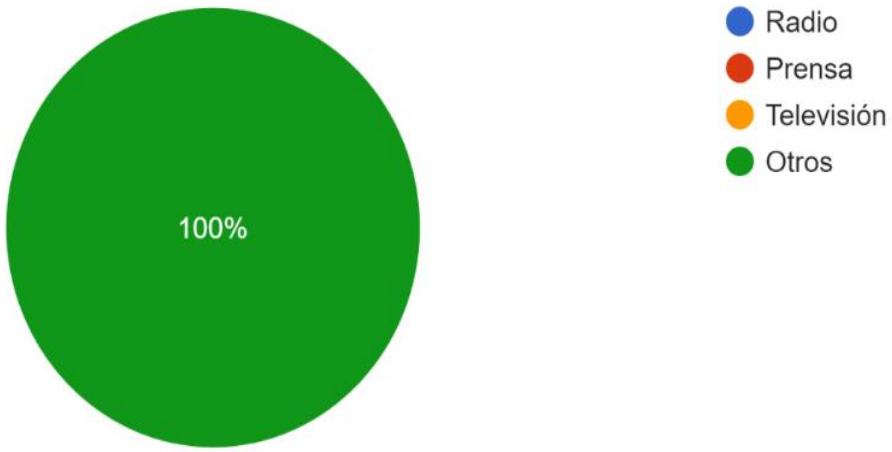
Calidad de agua que consume

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Radio	0	0%
Redes sociales	0	0%
Televisión	0	0%
Otros	54	100%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 18

Suspensión de servicio de agua



Análisis. – en caso de la suspensión de agua el 100% determina que no es a través de la radio ni las redes sociales si no que es mediante las reuniones comunitarias donde se realiza el aviso del sistema en caso de que vaya a realizar algún tipo de problemas o mantenimientos.

Pregunta 6.- Cómo se puede mejorar el servicio de Agua potable

Tabla 15

Mejora del servicio

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Mantenimiento	54	100%
Calidad	0	0%
Atención	0	0%
Información	0	0%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 19

Mejora del servicio en el sistema de agua potable



Análisis. –Determina que se debe trabajar en planes de mantenimiento especialmente cuando existe sismos o fuertes precipitaciones atmosféricas porque es un servicio básico indispensable en desastres, cuando ocurran eventos telúricos no exista daños graves porque es un servicio básico indispensable en desastres.

Pregunta 7 .- Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua ¿En qué tiempo se ha arreglado el daño?

Tabla 16

Tiempo de arreglo del sistema de agua potable

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
En 1 día	54	100%
Entre 2 a 3 días	0	0%
Más de 3 días	0	0%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024



Análisis. – Se ha dado respuesta inmediata por que el sistema de comunicación es efectivo para las mingas, por ser uno de los sectores indígenas siempre se trabaja en unión cuando hay algún daño debido que es indispensable corregir de manera inmediata para poder solucionar los daños.

Pregunta 8.- Para qué actividad usa el agua con mayor

Tabla 17

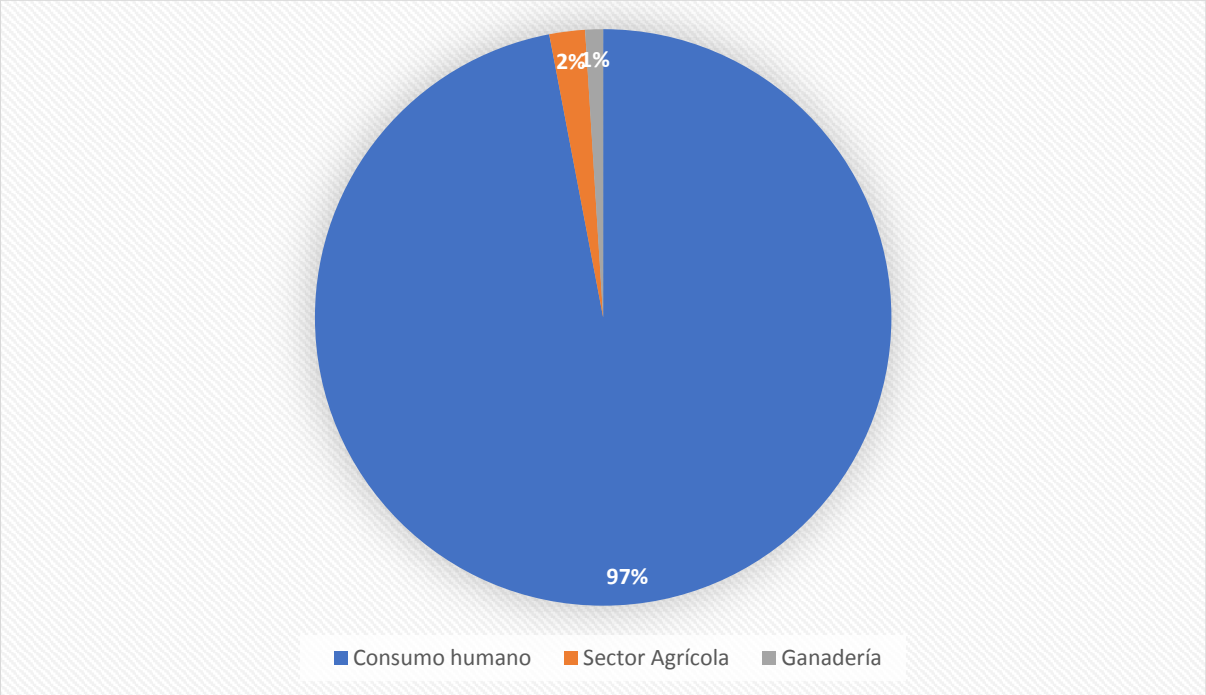
Necesidades para lo que se ocupa el agua

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Consumo humano	52	97%
Sector Agrícola	1	2%
Ganadería	1	1%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 20

Para que ocupa el agua



Análisis. – Se mencionan que el 100 % de las personas se utilizan para el consumo humano ya que este programa se realizó para el beneficio de la comunidad.

Pregunta 9.-Cómo considera el costo de servicio de agua potable

Tabla 18

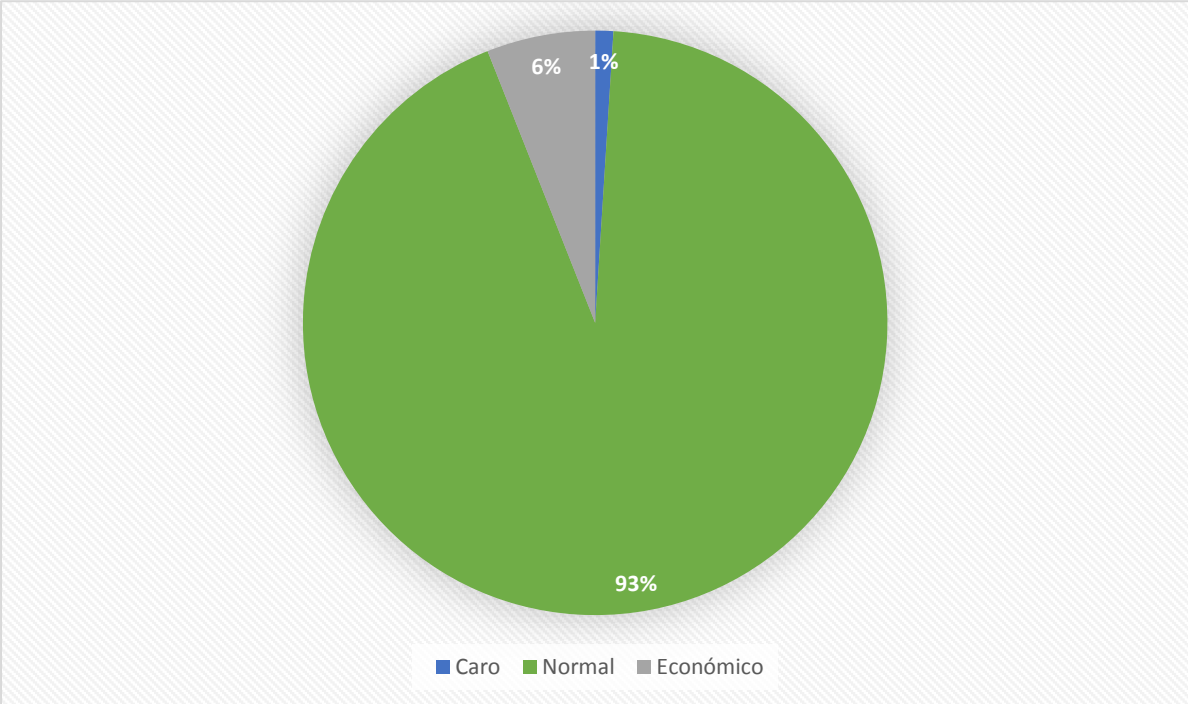
Necesidades para lo que se ocupa el agua

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Caro	1	1%
Normal	47	93%
Económico	6	6%
Total	54	100%

Nota: Datos recolectados en campo a las familias de la comunidad Queseras. ***Fuente:*** Romero E. 2024

Ilustración 21

Como considera el recibo del consumo del agua



Análisis. Casi el total de personas menciona que es económico ya que el costo fue socializado en la comunidad y esto se usa para el mejor mantenimiento de la calidad de agua.

4.2 Resultados según objetivo 2: Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema con el software WaterCAD y con método del PNUD y para el análisis de operación y gestión de redes hidráulicas.

4.2.1. Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural del sistema de agua potable de la comunidad Queseras

Captación. - El resultado arrojado de vulnerabilidad del tanque de captación del sistema de agua potable de la comunidad queseras es de 31.5 según los rangos establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD es una debilidad baja debido a que se ha realizado la construcción o adecuación de un nuevo tanque de captación.

Conducción. - El resultado arrojado de vulnerabilidad de la tubería de conducción del sistema de agua potable de la comunidad queseras es de 31.5 según los rangos establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD es una vulnerabilidad baja debido que la tubería de conducción se encuentra en estado bueno.

Tratamiento. - El resultado arrojado de vulnerabilidad del tanque de tratamiento del sistema de agua potable de la comunidad queseras es de 34 según los rangos establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD es una vulnerabilidad media debido a que los mantenimientos son inexistentes en el tanque de tratamiento.

Distribución. - El resultado arrojado de vulnerabilidad de la línea de distribución del sistema de agua potable de la comunidad queseras es de 39 según los rangos establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD es una vulnerabilidad media debido a que las líneas de distribución son de material PVC y son susceptibles a romperse fácilmente.

Tabla 12

Vulnerabilidad física estructural del sistema de agua de la comunidad Queseras

Componente	Indicador	Ponderación de vulnerabilidad por tipo de amenaza						
		Escala	Sismos					
			Ponderación componentes			Ponderación sistema		
			V. ind.	P. pond.	V. máx.	V. ind.	P. pond.	V. máx.
Captación	Estado actual	Regular	1	1,0	1,0	31,5	0,25	7,9
	Antigüedad	0 a 25 años	1	2,5	2,5			
	Mantenimiento	Ninguno	10	1,5	15,0			
	Material de construcción	Hormigón	1	3,0	3,0			
	Estándares de diseño y construcción	Norma nacional	5	2,0	10,0			
	Subtotal		**Bajo**		**31,5**			
Conducción	Estado actual	Bueno	1	1,0	1,0	29,0	0,25	7,3
	Antigüedad	0 a 25 años	1	2,5	2,5			
	Mantenimiento	Ninguno	10	1,0	10,0			
	Material de construcción	PVC	1	3,0	3,0			
	Estándares de diseño y construcción	Norma nacional	5	2,5	12,5			
	Subtotal		**Bajo**		**29**			
Tratamiento	Estado actual	Bueno	1	1,0	1,0	34,0	0,25	8,5
	Antigüedad	25 a 50 años	5	2,5	12,5			
	Mantenimiento	Esporádico	5	1,0	5,0			
	Material de construcción	Hormigón	1	3,0	3,0			
	Estándares de diseño y construcción	Norma nacional	5	2,5	12,5			
	Subtotal		**Medio**		**34**			
Distribución	Estado actual	Bueno	1	1,0	1,0	39,0	0,25	9,8
	Antigüedad	25 a 50 años	5	2,5	12,5			
	Mantenimiento	Ninguno	10	1,0	10,0			
	Material de construcción	PVC	1	3,0	3,0			
	Estándares de diseño y construcción	Norma nacional	5	2,5	12,5			
	Subtotal		**Medio**		**39,0**			
Total			**Medio**				**1,00**	**33,4**

Nota: Estos datos fueron fueron obtenidos en campo preguntando a los moradores de la comunidad. ***Fuente:*** PNUD

4.2.2. Evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad Queseras

La vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la comunidad Queseras es media, a pesar que la cobertura tiene un aporte al 100% de la población, es dependiente de un solo sistema, para el uso humano y que existe ciertas acequias para uso agrícola, cabe estacar que para el mantenimiento del sistema no se cuenta con personal especializado, solo se intervienen en el mantenimiento cuando existe alguna avería.

Tabla 13

Nivel de vulnerabilidad funcional del sistema del sistema de agua de la comunidad Queseras

Factores de Vulnerabilidad Funcional	Variables de Vulnerabilidad	Indicadores	Ponderación componentes			Nivel
			V. indicador	Peso pon	V máximo	
Agua potable	Cobertura de servicios	>80%	1	1	1	Baja
	Dependencia	Con Dependencia	10	1	10	Alta
	Redundancia	Ninguna	10	3	30	Alta
	Capacidad de intervención	Personal calificado sin equipamiento	5	1	5	Media
	Administrativo	Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5	2	10	Media
	Operativo	Poco personal para la operación y mantenimiento	5	2	10	Media
Total					**66**	Medio

Nota: Resultados de evaluación con metodología del PNUD

4.2.3 Modelar la vulnerabilidad funcional del sistema con el software WaterCAD para el análisis de operación del sistema

En el modelamiento realizado en programa WaterCAD utilizando parámetros como diámetro de tubería, caudal, cotas de elevación, puntos topográficos, entre otros se pudo determinar si tiene o vulnerabilidad funcional de cada uno de sus elementos.

Vulnerabilidad funcional de los tanques rompe presión.

Análisis. – Los resultados arrojados por el software en base a todos los parámetros establecidos se determinó que no tienen vulnerabilidad funcional debido a que los datos de Flow out (L/s), grado hidráulico (m) están bajo lo que se requiere bajo normativa, como se puede apreciar.

Ilustración 22

Modelamiento funcional de tanques

FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)
1414	RESV	<None>	3.375,46	3.375,46	3.375,46
1438	T-2	<None>	3.247,72	3.247,72	3.247,72

Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
3.376,46	15,00	3,05	0,006	3.375,46
3.248,72	10,00	3,05	0,300	3.247,72

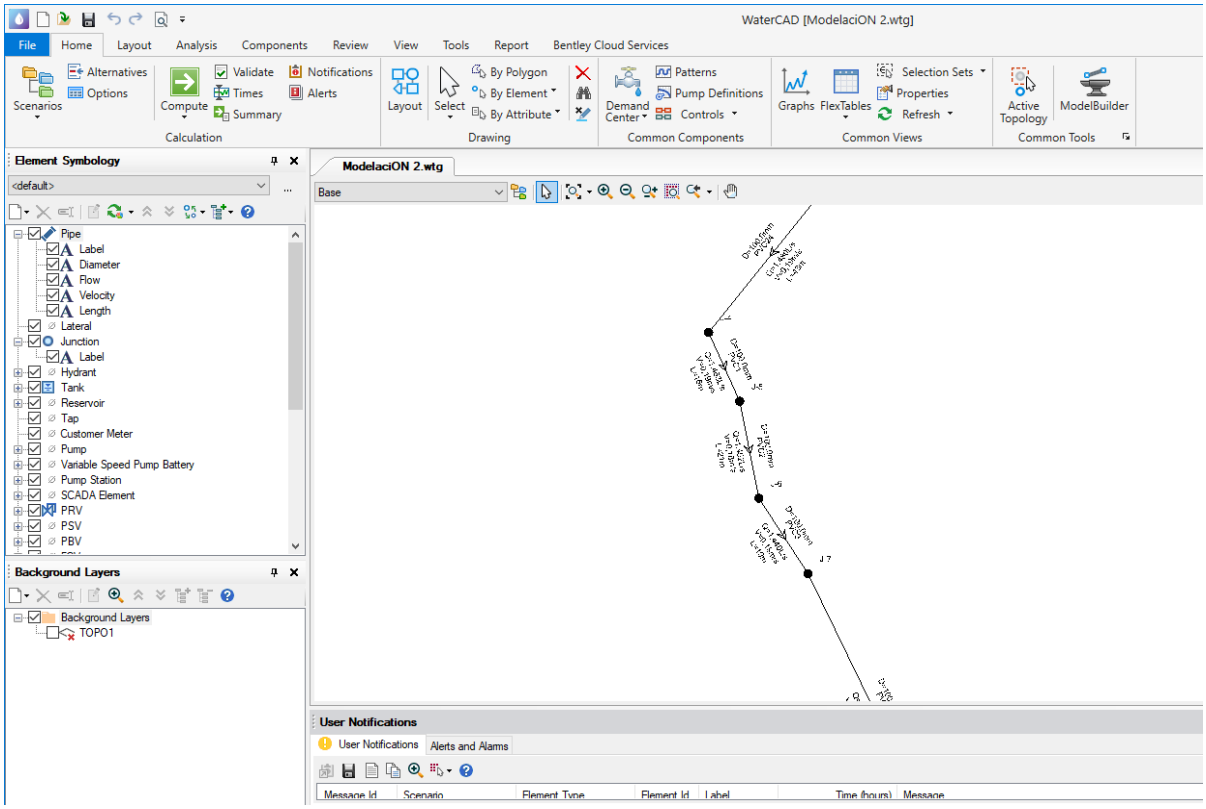
Nota: Resultados del modelamiento funcional de los tanques rompe presión. ***Fuente:*** WaterCad

Vulnerabilidad de las líneas de conducción y distribución

Análisis. – Los resultados arrojados del programa en base a todos los parámetros establecidos se determinó que no tienen vulnerabilidad funcional debido a que los datos de Flow out (L/s), grado hidráulico (m) están bajo lo que se requiere bajo normativa, las presiones y velocidades que se encuentran en cada uno de los nodos o uniones de las tuberías de PVC están funcionando de manera correcta, es decir están dentro del rango que establece la "NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES"

Ilustración 23

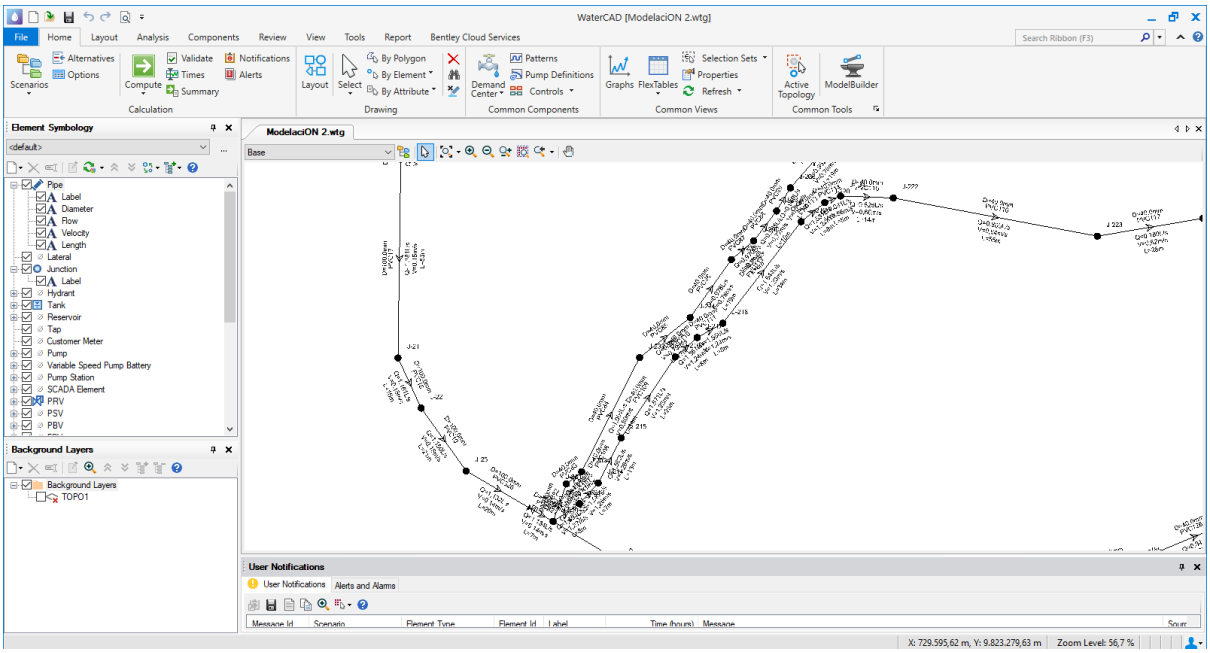
Modelamiento funcional de redes de conducción



Nota: Resultados del modelamiento funcional de línea de conducción en WATERCAD

Ilustración 24

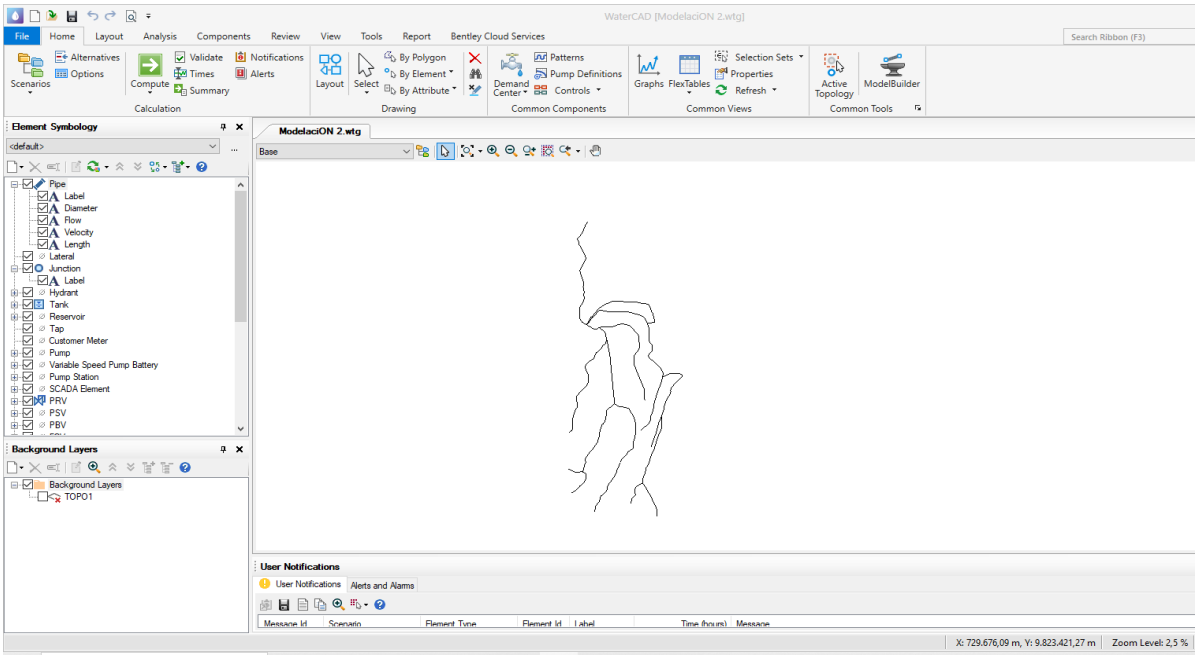
Modelamiento funcional de redes de distribución de agua



Nota: Resultados del modelamiento funcional de líneas de distribución en WATERCAD

Ilustración 25

Modelamiento del sistema de agua de la comunidad Queseras



Nota: Modelamiento funcional del sistema de agua potable en software WATERCAD

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)
53	PVC1	16	J-4	J-5	100,0
57	PVC2	21	J-5	J-6	100,0
61	PVC3	19	J-6	J-7	100,0
65	PVC4	62	J-7	J-8	100,0
69	PVC5	17	J-8	J-9	100,0
73	PVC6	76	J-9	J-10	100,0
77	PVC7	83	J-10	J-11	100,0
81	PVC8	21	J-11	J-12	100,0
85	PVC9	25	J-12	J-13	100,0
89	PVC10	10	J-13	J-14	100,0
93	PVC11	11	J-14	J-15	100,0
97	PVC12	13	J-15	J-16	100,0
101	PVC13	16	J-16	J-17	100,0
105	PVC14	10	J-17	J-18	100,0
109	PVC15	48	J-18	J-19	100,0
113	PVC16	5	J-19	J-20	100,0
117	PVC17	53	J-20	J-21	100,0
121	PVC18	15	J-21	J-22	100,0
125	PVC19	21	J-22	J-23	100,0
133	PVC20	51	J-350	J-25	100,0
137	PVC21	14	J-25	J-26	100,0
142	PVC22	19	RESV	J-2	100,0
146	PVC23	60	J-2	J-3	100,0
147	PVC24	43	J-3	J-4	100,0
164	PVC25	43	T-2	J-29	50,0
171	PVC26	164	J-32	J-359	50,0
172	PVC27	126	PRV-3	J-32	50,0
177	PVC28	10	J-356	J-66	50,0
181	PVC29	22	J-66	J-67	50,0
185	PVC30	10	J-67	J-68	50,0
189	PVC31	21	J-68	J-69	50,0
193	PVC32	37	J-69	J-70	50,0
197	PVC33	14	J-70	J-71	50,0
201	PVC34	13	J-71	J-72	50,0
205	PVC35	14	J-72	J-73	50,0
209	PVC36	23	J-73	J-74	50,0
213	PVC37	19	J-74	J-75	50,0
217	PVC38	27	J-75	J-76	50,0
221	PVC39	17	J-76	J-77	50,0
225	PVC40	12	J-77	J-78	50,0
229	PVC41	10	J-78	J-79	50,0
233	PVC42	11	J-79	J-80	50,0
237	PVC43	20	J-80	J-81	50,0
241	PVC44	34	J-81	J-82	50,0
245	PVC45	20	J-82	J-83	50,0
249	PVC46	9	J-83	J-84	50,0
253	PVC47	19	J-84	J-85	50,0
257	PVC48	20	J-85	J-86	50,0
261	PVC49	14	J-86	J-87	50,0
269	PVC50	70	J-89	J-90	50,0
273	PVC51	40	J-90	J-91	50,0
277	PVC52	12	J-91	J-92	50,0
278	PVC53	40	J-92	J-93	50,0

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)
286	PVC54	24	J-351	J-35	50,0
290	PVC55	19	J-35	J-36	50,0
294	PVC56	13	J-36	J-37	50,0
298	PVC57	19	J-37	J-38	50,0
302	PVC58	19	J-38	J-39	50,0
306	PVC59	20	J-39	J-40	50,0
310	PVC60	9	J-40	J-41	50,0
314	PVC61	17	J-41	J-42	50,0
318	PVC62	9	J-42	J-43	50,0
322	PVC63	19	J-43	J-44	50,0
326	PVC64	11	J-44	J-45	50,0
330	PVC65	30	J-45	J-46	50,0
334	PVC66	9	J-46	J-47	50,0
336	PVC67	10	J-47	J-48	50,0
340	PVC68	86	J-48	J-49	50,0
344	PVC69	26	J-49	J-50	50,0
348	PVC70	11	J-50	J-51	50,0
352	PVC71	6	J-51	J-52	50,0
357	PVC72	54	J-356	J-54	50,0
361	PVC73	36	J-54	J-55	50,0
365	PVC74	84	J-55	J-56	50,0
369	PVC75	28	J-56	J-57	50,0
373	PVC76	24	J-57	J-58	50,0
377	PVC77	17	J-58	J-59	50,0
381	PVC78	27	J-59	J-60	50,0
385	PVC79	21	J-60	J-61	50,0
389	PVC80	22	J-61	J-62	50,0
398	PVC81	22	J-64	J-65	50,0
421	PVC82	11	J-350	J-231	40,0
425	PVC83	5	J-231	J-232	40,0
429	PVC84	34	J-232	J-233	40,0
433	PVC85	17	J-233	J-234	40,0
437	PVC86	19	J-234	J-235	40,0
441	PVC87	8	J-235	J-236	40,0
445	PVC88	10	J-236	J-237	40,0
449	PVC89	7	J-237	J-238	40,0
453	PVC90	19	J-238	J-239	40,0
457	PVC91	37	J-239	J-240	40,0
461	PVC92	45	J-240	J-241	40,0
465	PVC93	30	J-241	J-242	40,0
469	PVC94	39	J-242	J-243	40,0
473	PVC95	43	J-243	J-244	40,0
477	PVC96	27	J-244	J-245	40,0
481	PVC97	38	J-245	J-246	40,0
485	PVC98	16	J-246	J-247	40,0
489	PVC99	19	J-247	J-248	40,0
493	PVC100	11	J-248	J-249	40,0
497	PVC101	34	J-249	J-250	40,0
501	PVC102	13	J-250	J-251	40,0
505	PVC103	29	J-251	J-252	40,0
509	PVC104	27	J-252	J-253	40,0
510	PVC105	43	J-253	J-351	40,0
512	PVC106	8	J-350	J-213	40,0

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)
720	PVC160	12	J-279	J-280	40,0
724	PVC161	15	J-280	J-281	40,0
728	PVC162	8	J-281	J-282	40,0
732	PVC163	26	J-282	J-283	40,0
736	PVC164	25	J-283	J-284	40,0
740	PVC165	10	J-284	J-285	40,0
744	PVC166	21	J-285	J-286	40,0
746	PVC167	61	J-286	J-287	40,0
750	PVC168	11	J-287	PRV-9	40,0
754	PVC169	53	PRV-9	J-289	40,0
758	PVC170	10	J-289	J-290	40,0
762	PVC171	11	J-290	J-291	40,0
766	PVC172	11	J-291	J-292	40,0
770	PVC173	7	J-292	J-293	40,0
774	PVC174	31	J-293	J-294	40,0
778	PVC175	10	J-294	J-295	40,0
782	PVC176	23	J-295	J-195	40,0
786	PVC177	18	J-195	J-196	40,0
790	PVC178	37	J-196	J-197	40,0
791	PVC179	16	J-197	J-198	40,0
795	PVC180	34	J-359	J-140	40,0
799	PVC181	18	J-140	J-141	40,0
803	PVC182	20	J-141	J-200	40,0
807	PVC183	9	J-200	J-143	40,0
811	PVC184	11	J-143	J-144	40,0
815	PVC185	65	J-144	J-145	40,0
819	PVC186	35	J-145	J-146	40,0
823	PVC187	35	J-146	PRV-7	40,0
827	PVC188	17	PRV-7	J-148	40,0
831	PVC189	45	J-148	J-149	40,0
835	PVC190	17	J-149	J-150	40,0
839	PVC191	10	J-150	J-151	40,0
843	PVC192	14	J-151	J-152	40,0
847	PVC193	12	J-152	J-153	40,0
849	PVC194	11	J-153	J-154	40,0
853	PVC195	9	J-154	J-155	40,0
857	PVC196	8	J-155	J332	40,0
861	PVC197	10	J332	J-157	40,0
863	PVC198	15	J-157	J-158	40,0
867	PVC199	16	J-158	J-159	40,0
871	PVC200	21	J-159	J-160	40,0
879	PVC201	11	J-161	J-162	40,0
891	PVC202	18	J-164	J-165	40,0
895	PVC203	16	J-165	J-166	40,0
899	PVC204	41	J-166	J-167	40,0
903	PVC205	10	J-167	J-168	40,0
907	PVC206	29	J-168	J-169	40,0
911	PVC207	19	J-169	J-170	40,0
915	PVC208	13	J-170	J-171	40,0
917	PVC209	14	J-171	J-172	40,0
921	PVC210	26	J-172	J-173	40,0
925	PVC211	12	J-173	PRV-12	40,0
929	PVC212	23	PRV-12	J-175	40,0

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)
933	PVC213	19	J-175	J-176	40,0
937	PVC214	14	J-176	J-177	40,0
941	PVC215	6	J-177	J-178	40,0
945	PVC216	6	J-178	J-179	40,0
949	PVC217	6	J-179	J-180	40,0
953	PVC218	5	J-180	J-181	40,0
954	PVC219	16	J-181	J-182	40,0
957	PVC220	36	J-357	J-89	50,0
961	PVC221	31	J-357	J-254	40,0
965	PVC222	15	J-254	J-255	40,0
969	PVC223	10	J-255	J-256	40,0
973	PVC224	7	J-256	J-257	40,0
977	PVC225	23	J-257	J-258	40,0
981	PVC226	12	J-258	J-259	40,0
985	PVC227	33	J-259	J-260	40,0
989	PVC228	75	J-260	J-261	40,0
1001	PVC229	19	J-263	J-264	40,0
1005	PVC230	40	J-264	J-265	40,0
1009	PVC231	12	J-265	J-266	40,0
1013	PVC232	8	J-266	J-267	40,0
1017	PVC233	28	J-267	J-268	40,0
1021	PVC234	16	J-268	J-269	40,0
1025	PVC235	27	J-269	J-270	40,0
1042	PVC236	10	J-261	J-262	32,0
1046	PVC237	5	J-262	J-263	32,0
1050	PVC238	7	J-263	J-264	32,0
1054	PVC239	7	J-264	J-265	32,0
1058	PVC240	24	J-265	J-266	32,0
1062	PVC241	23	J-266	J-267	32,0
1066	PVC242	18	J-267	J-268	32,0
1070	PVC243	16	J-268	J-269	32,0
1072	PVC244	19	J-269	J-270	32,0
1076	PVC245	34	J-270	J-271	32,0
1077	PVC246	15	J-271	J-272	32,0
1081	PVC247	12	J-358	J-296	32,0
1085	PVC248	9	J-296	J-297	32,0
1089	PVC249	50	J-297	J-298	32,0
1093	PVC250	12	J-298	J-299	32,0
1097	PVC251	61	J-299	J-300	32,0
1101	PVC252	7	J-300	J-301	32,0
1105	PVC253	21	J-301	J-302	32,0
1109	PVC254	20	J-302	J-303	32,0
1113	PVC255	19	J-303	J-304	32,0
1114	PVC256	9	J-304	J-305	32,0
1122	PVC257	11	J-358	J-306	25,0
1126	PVC258	6	J-306	J-307	25,0
1130	PVC259	4	J-307	J-308	25,0
1134	PVC260	10	J-308	J-309	25,0
1138	PVC261	5	J-309	J-310	25,0
1142	PVC262	11	J-310	J-311	25,0
1146	PVC263	4	J-311	J-312	25,0
1150	PVC264	9	J-312	J-314	25,0
1154	PVC265	4	J-314	J-315	25,0

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)
1158	PVC266	21	J-315	J-316	25,0
1162	PVC267	7	J-316	J-317	25,0
1166	PVC268	6	J-317	J-318	25,0
1168	PVC269	4	J-318	J-320	25,0
1184	PVC270	16	J-323	J-324	25,0
1211	PVC271	47	J-29	J-94	50,0
1212	PVC272	104	J-94	PRV-3	50,0
1216	PVC273	21	J-94	J-95	40,0
1220	PVC274	12	J-95	J-96	40,0
1224	PVC275	7	J-96	J-97	40,0
1228	PVC276	5	J-97	J-98	40,0
1232	PVC277	13	J-98	J-99	40,0
1236	PVC278	8	J-99	J-100	40,0
1240	PVC279	26	J-100	J-101	40,0
1242	PVC280	11	J-101	J-102	40,0
1246	PVC281	8	J-102	J-103	40,0
1248	PVC282	5	J-103	J-104	40,0
1252	PVC283	9	J-104	J-105	40,0
1256	PVC284	4	J-105	J-106	40,0
1260	PVC285	8	J-106	J-107	40,0
1264	PVC286	8	J-107	J-108	40,0
1268	PVC287	13	J-108	J-109	40,0
1272	PVC288	10	J-109	J-110	40,0
1276	PVC289	22	J-110	J-111	40,0
1280	PVC290	16	J-111	J-112	40,0
1284	PVC291	8	J-112	J-113	40,0
1288	PVC292	13	J-113	J-114	40,0
1292	PVC293	10	J-114	J-115	40,0
1294	PVC294	14	J-115	J-116	40,0
1298	PVC295	12	J-116	J-117	40,0
1302	PVC296	18	J-117	J-118	40,0
1306	PVC297	23	J-118	J-118	40,0
1310	PVC298	23	J-118	J-120	40,0
1314	PVC299	23	J-120	J-121	40,0
1318	PVC300	22	J-121	J-122	40,0
1322	PVC301	23	J-122	J-123	40,0
1326	PVC302	16	J-123	J-124	40,0
1330	PVC303	15	J-124	J-125	40,0
1334	PVC304	18	J-125	J-126	40,0
1338	PVC305	13	J-126	J-127	40,0
1342	PVC306	12	J-127	J-128	40,0
1346	PVC307	16	J-128	J-129	40,0
1350	PVC308	8	J-129	J-130	40,0
1354	PVC309	23	J-130	J-131	40,0
1358	PVC310	24	J-131	J-132	40,0
1362	PVC311	21	J-132	J-133	40,0
1366	PVC312	26	J-133	J-134	40,0
1370	PVC313	13	J-134	J-135	40,0
1374	PVC314	26	J-135	J-136	40,0
1376	PVC315	12	J-136	J-138	40,0
1377	PVC316	18	J-138	J-139	40,0
1396	PVC317	17	J-26	T-2	40,0
1409	PVC318	10	J-160	PRV-10	40,0

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
1410	PVC319	5	PRV-10	J-161	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,463	0,19
1412	PVC320	53	J-164	J-162	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,452	0,18
1420	PVC321	23	J-62	J-64	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,440	0,18
1422	PVC322	52	J-261	J-263	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,416	0,18
1427	PVC323	21	J-320	J-323	25,0	PVC	150,0	False	0,000	1,393	0,18
1431	PVC324	20	J-324	J-325	25,0	PVC	150,0	False	0,000	1,365	0,17
1437	PVC325	6	J-261	J-295	32,0	PVC	150,0	False	0,000	1,317	0,17
1440	PVC326	20	J-23	PRV-1	100,0	PVC	150,0	False	0,000	1,286	0,16
1441	PVC327	7	PRV-1	J-350	100,0	PVC	150,0	False	0,000	1,272	0,16
1443	PVC328	28	J-229	PRV-2	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,262	0,16
1444	PVC329	7	PRV-2	J-351	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,255	0,16
1446	PVC330	10	J-52	PRV-5	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,248	0,16
1447	PVC331	5	PRV-5	J-356	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,239	0,16
1449	PVC332	7	J-87	PRV-6	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,232	0,16
1450	PVC333	5	PRV-6	J-357	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,214	0,15
1452	PVC334	12	J-270	PRV-8	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,198	0,15
1453	PVC335	4	PRV-8	J-358	40,0	PVC	150,0	False	0,000	1,181	0,15
1458	PVC336	149	J-32	PRV-11	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,161	0,15
1459	PVC337	15	PRV-11	J-359	50,0	PVC	150,0	False	0,000	1,150	0,15
						PVC	150,0	False	0,000	-1,505	0,19
						PVC	150,0	False	0,000	-1,525	0,19
						PVC	150,0	False	0,000	0,000	0,00
						PVC	150,0	False	0,000	1,511	0,19
						PVC	150,0	False	0,000	1,480	0,19
						PVC	150,0	False	0,000	0,000	0,00
						PVC	150,0	False	0,000	0,539	0,27
						PVC	150,0	False	0,000	1,291	0,66
						PVC	150,0	False	0,000	0,895	0,46
						PVC	150,0	False	0,000	0,885	0,45
						PVC	150,0	False	0,000	0,876	0,45
						PVC	150,0	False	0,000	0,866	0,44

FlexTable: Pipe Table

Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
PVC	150,0	False	0,000	0,849	0,43
PVC	150,0	False	0,000	0,834	0,42
PVC	150,0	False	0,000	0,825	0,42
PVC	150,0	False	0,000	0,817	0,42
PVC	150,0	False	0,000	0,806	0,41
PVC	150,0	False	0,000	0,794	0,40
PVC	150,0	False	0,000	0,780	0,40
PVC	150,0	False	0,000	0,767	0,39
PVC	150,0	False	0,000	0,758	0,39
PVC	150,0	False	0,000	0,752	0,38
PVC	150,0	False	0,000	0,745	0,38
PVC	150,0	False	0,000	0,736	0,37
PVC	150,0	False	0,000	0,720	0,37
PVC	150,0	False	0,000	0,703	0,36
PVC	150,0	False	0,000	0,695	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,687	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,675	0,34
PVC	150,0	False	0,000	0,665	0,34
PVC	150,0	False	0,000	0,075	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,043	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,027	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,012	0,01
PVC	150,0	False	0,000	1,326	0,68
PVC	150,0	False	0,000	1,314	0,67
PVC	150,0	False	0,000	1,304	0,66
PVC	150,0	False	0,000	1,294	0,66
PVC	150,0	False	0,000	1,283	0,65
PVC	150,0	False	0,000	1,272	0,65
PVC	150,0	False	0,000	1,263	0,64
PVC	150,0	False	0,000	1,255	0,64
PVC	150,0	False	0,000	1,247	0,64
PVC	150,0	False	0,000	1,239	0,63
PVC	150,0	False	0,000	1,230	0,63
PVC	150,0	False	0,000	1,218	0,62
PVC	150,0	False	0,000	1,207	0,61
PVC	150,0	False	0,000	1,201	0,61
PVC	150,0	False	0,000	1,172	0,60
PVC	150,0	False	0,000	1,139	0,58
PVC	150,0	False	0,000	1,127	0,57
PVC	150,0	False	0,000	1,122	0,57
PVC	150,0	False	0,000	0,197	0,10
PVC	150,0	False	0,000	0,171	0,09
PVC	150,0	False	0,000	0,135	0,07
PVC	150,0	False	0,000	0,101	0,05
PVC	150,0	False	0,000	0,086	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,073	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,060	0,03
PVC	150,0	False	0,000	0,046	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,033	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,007	0,00
PVC	150,0	False	0,000	1,020	0,81
PVC	150,0	False	0,000	1,016	0,81

FlexTable: Pipe Table

Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
PVC	150,0	False	0,000	1,004	0,80
PVC	150,0	False	0,000	0,989	0,79
PVC	150,0	False	0,000	0,978	0,78
PVC	150,0	False	0,000	0,970	0,77
PVC	150,0	False	0,000	0,965	0,77
PVC	150,0	False	0,000	0,960	0,76
PVC	150,0	False	0,000	0,952	0,76
PVC	150,0	False	0,000	0,935	0,74
PVC	150,0	False	0,000	0,911	0,72
PVC	150,0	False	0,000	0,888	0,71
PVC	150,0	False	0,000	0,868	0,69
PVC	150,0	False	0,000	0,843	0,67
PVC	150,0	False	0,000	0,822	0,65
PVC	150,0	False	0,000	0,803	0,64
PVC	150,0	False	0,000	0,787	0,63
PVC	150,0	False	0,000	0,776	0,62
PVC	150,0	False	0,000	0,767	0,61
PVC	150,0	False	0,000	0,754	0,60
PVC	150,0	False	0,000	0,740	0,59
PVC	150,0	False	0,000	0,727	0,58
PVC	150,0	False	0,000	0,710	0,57
PVC	150,0	False	0,000	0,689	0,55
PVC	150,0	False	0,000	1,594	1,27
PVC	150,0	False	0,000	1,589	1,26
PVC	150,0	False	0,000	1,583	1,26
PVC	150,0	False	0,000	1,571	1,25
PVC	150,0	False	0,000	1,561	1,24
PVC	150,0	False	0,000	1,556	1,24
PVC	150,0	False	0,000	1,544	1,23
PVC	150,0	False	0,000	1,531	1,22
PVC	150,0	False	0,000	0,831	0,66
PVC	150,0	False	0,000	0,825	0,66
PVC	150,0	False	0,000	0,805	0,64
PVC	150,0	False	0,000	0,780	0,62
PVC	150,0	False	0,000	0,754	0,60
PVC	150,0	False	0,000	0,727	0,58
PVC	150,0	False	0,000	0,703	0,56
PVC	150,0	False	0,000	0,684	0,54
PVC	150,0	False	0,000	0,674	0,54
PVC	150,0	False	0,000	0,000	0,00
PVC	150,0	False	0,000	0,375	0,30
PVC	150,0	False	0,000	0,358	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,344	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,326	0,26
PVC	150,0	False	0,000	0,312	0,25
PVC	150,0	False	0,000	0,300	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,287	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,273	0,22
PVC	150,0	False	0,000	0,261	0,21
PVC	150,0	False	0,000	0,253	0,20
PVC	150,0	False	0,000	0,244	0,19
PVC	150,0	False	0,000	0,235	0,19

FlexTable: Pipe Table

Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
PVC	150,0	False	0,000	0,226	0,18
PVC	150,0	False	0,000	0,215	0,17
PVC	150,0	False	0,000	0,208	0,17
PVC	150,0	False	0,000	0,199	0,16
PVC	150,0	False	0,000	0,177	0,14
PVC	150,0	False	0,000	0,177	0,14
PVC	150,0	False	0,000	0,169	0,13
PVC	150,0	False	0,000	0,162	0,13
PVC	150,0	False	0,000	0,154	0,12
PVC	150,0	False	0,000	0,142	0,11
PVC	150,0	False	0,000	0,117	0,09
PVC	150,0	False	0,000	0,068	0,05
PVC	150,0	False	0,000	0,031	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,018	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,010	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,003	0,00
PVC	150,0	False	0,000	0,524	0,42
PVC	150,0	False	0,000	0,505	0,40
PVC	150,0	False	0,000	0,498	0,40
PVC	150,0	False	0,000	0,489	0,39
PVC	150,0	False	0,000	0,482	0,38
PVC	150,0	False	0,000	0,473	0,38
PVC	150,0	False	0,000	0,464	0,37
PVC	150,0	False	0,000	0,458	0,36
PVC	150,0	False	0,000	0,451	0,36
PVC	150,0	False	0,000	0,443	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,436	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,426	0,34
PVC	150,0	False	0,000	0,411	0,33
PVC	150,0	False	0,000	0,400	0,32
PVC	150,0	False	0,000	0,391	0,31
PVC	150,0	False	0,000	0,366	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,341	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,341	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,307	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,300	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,294	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,289	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,278	0,22
PVC	150,0	False	0,000	0,265	0,21
PVC	150,0	False	0,000	0,049	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,037	0,03
PVC	150,0	False	0,000	0,020	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,005	0,00
PVC	150,0	False	0,000	0,470	0,37
PVC	150,0	False	0,000	0,454	0,36
PVC	150,0	False	0,000	0,443	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,435	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,429	0,34
PVC	150,0	False	0,000	0,406	0,32
PVC	150,0	False	0,000	0,376	0,30
PVC	150,0	False	0,000	0,345	0,27

FlexTable: Pipe Table

Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
PVC	150,0	False	0,000	0,345	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,321	0,26
PVC	150,0	False	0,000	0,302	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,294	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,287	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,279	0,22
PVC	150,0	False	0,000	0,273	0,22
PVC	150,0	False	0,000	0,267	0,21
PVC	150,0	False	0,000	0,262	0,21
PVC	150,0	False	0,000	0,256	0,20
PVC	150,0	False	0,000	0,249	0,20
PVC	150,0	False	0,000	0,240	0,19
PVC	150,0	False	0,000	0,229	0,18
PVC	150,0	False	0,000	0,210	0,17
PVC	150,0	False	0,000	0,170	0,14
PVC	150,0	False	0,000	0,159	0,13
PVC	150,0	False	0,000	0,142	0,11
PVC	150,0	False	0,000	0,127	0,10
PVC	150,0	False	0,000	0,115	0,09
PVC	150,0	False	0,000	0,101	0,08
PVC	150,0	False	0,000	0,092	0,07
PVC	150,0	False	0,000	0,083	0,07
PVC	150,0	False	0,000	0,071	0,06
PVC	150,0	False	0,000	0,056	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,056	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,037	0,03
PVC	150,0	False	0,000	0,027	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,022	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,018	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,014	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,011	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,005	0,00
PVC	150,0	False	0,000	0,107	0,05
PVC	150,0	False	0,000	0,526	0,42
PVC	150,0	False	0,000	0,513	0,41
PVC	150,0	False	0,000	0,505	0,40
PVC	150,0	False	0,000	0,500	0,40
PVC	150,0	False	0,000	0,491	0,39
PVC	150,0	False	0,000	0,481	0,38
PVC	150,0	False	0,000	0,467	0,37
PVC	150,0	False	0,000	0,435	0,35
PVC	150,0	False	0,000	0,376	0,30
PVC	150,0	False	0,000	0,359	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,343	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,337	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,326	0,26
PVC	150,0	False	0,000	0,313	0,25
PVC	150,0	False	0,000	0,300	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,200	0,25
PVC	150,0	False	0,000	0,195	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,095	0,12
PVC	150,0	False	0,000	0,091	0,11

FlexTable: Pipe Table

Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
PVC	150,0	False	0,000	0,082	0,10
PVC	150,0	False	0,000	0,068	0,08
PVC	150,0	False	0,000	0,056	0,07
PVC	150,0	False	0,000	0,046	0,06
PVC	150,0	False	0,000	0,035	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,019	0,02
PVC	150,0	False	0,000	0,005	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,128	0,16
PVC	150,0	False	0,000	0,121	0,15
PVC	150,0	False	0,000	0,104	0,13
PVC	150,0	False	0,000	0,085	0,11
PVC	150,0	False	0,000	0,063	0,08
PVC	150,0	False	0,000	0,043	0,05
PVC	150,0	False	0,000	0,035	0,04
PVC	150,0	False	0,000	0,022	0,03
PVC	150,0	False	0,000	0,011	0,01
PVC	150,0	False	0,000	0,003	0,00
PVC	150,0	False	0,000	0,148	0,30
PVC	150,0	False	0,000	0,143	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,140	0,28
PVC	150,0	False	0,000	0,135	0,28
PVC	150,0	False	0,000	0,075	0,15
PVC	150,0	False	0,000	0,071	0,14
PVC	150,0	False	0,000	0,066	0,14
PVC	150,0	False	0,000	0,062	0,13
PVC	150,0	False	0,000	0,058	0,12
PVC	150,0	False	0,000	0,050	0,10
PVC	150,0	False	0,000	0,042	0,09
PVC	150,0	False	0,000	0,038	0,08
PVC	150,0	False	0,000	0,035	0,07
PVC	150,0	False	0,000	0,017	0,03
PVC	150,0	False	0,000	1,756	0,89
PVC	150,0	False	0,000	1,289	0,66
PVC	150,0	False	0,000	0,384	0,31
PVC	150,0	False	0,000	0,375	0,30
PVC	150,0	False	0,000	0,369	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,365	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,360	0,29
PVC	150,0	False	0,000	0,353	0,28
PVC	150,0	False	0,000	0,343	0,27
PVC	150,0	False	0,000	0,332	0,26
PVC	150,0	False	0,000	0,327	0,26
PVC	150,0	False	0,000	0,323	0,26
PVC	150,0	False	0,000	0,319	0,25
PVC	150,0	False	0,000	0,315	0,25
PVC	150,0	False	0,000	0,311	0,25
PVC	150,0	False	0,000	0,306	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,300	0,24
PVC	150,0	False	0,000	0,293	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,284	0,23
PVC	150,0	False	0,000	0,273	0,22
PVC	150,0	False	0,000	0,266	0,21

FlexTable: Pipe Table

Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
PVC	150,0	False	0,000	0,260	0,21	0,000	False	0
PVC	150,0	False	0,000	0,253	0,20	0,000	False	0
PVC	150,0	False	0,000	0,245	0,20	0,000	False	0
PVC	150,0	False	0,000	0,238	0,19			
PVC	150,0	False	0,000	0,229	0,18			
PVC	150,0	False	0,000	0,217	0,17			
PVC	150,0	False	0,000	0,203	0,16			
PVC	150,0	False	0,000	0,190	0,15			
PVC	150,0	False	0,000	0,176	0,14			
PVC	150,0	False	0,000	0,163	0,13			
PVC	150,0	False	0,000	0,151	0,12			
PVC	150,0	False	0,000	0,142	0,11			
PVC	150,0	False	0,000	0,132	0,11			
PVC	150,0	False	0,000	0,123	0,10			
PVC	150,0	False	0,000	0,115	0,09			
PVC	150,0	False	0,000	0,107	0,08			
PVC	150,0	False	0,000	0,100	0,08			
PVC	150,0	False	0,000	0,091	0,07			
PVC	150,0	False	0,000	0,076	0,06			
PVC	150,0	False	0,000	0,063	0,05			
PVC	150,0	False	0,000	0,049	0,04			
PVC	150,0	False	0,000	0,037	0,03			
PVC	150,0	False	0,000	0,025	0,02			
PVC	150,0	False	0,000	0,014	0,01			
PVC	150,0	False	0,000	0,005	0,00			
PVC	150,0	False	0,000	0,000	0,00			
PVC	150,0	False	0,000	0,217	0,17			
PVC	150,0	False	0,000	0,217	0,17			
PVC	150,0	False	0,000	-0,191	0,15			
PVC	150,0	False	0,000	0,020	0,01			
PVC	150,0	False	0,000	0,397	0,32			
PVC	150,0	False	0,000	0,028	0,06			
PVC	150,0	False	0,000	0,006	0,01			
PVC	150,0	False	0,000	-0,205	0,25			
PVC	150,0	False	0,000	1,132	0,14			
PVC	150,0	False	0,000	1,134	0,14			
PVC	150,0	False	0,000	0,652	0,52			
PVC	150,0	False	0,000	0,661	0,53			
PVC	150,0	False	0,000	1,114	0,57			
PVC	150,0	False	0,000	1,114	0,57			
PVC	150,0	False	0,000	0,656	0,33			
PVC	150,0	False	0,000	0,656	0,33			
PVC	150,0	False	0,000	0,285	0,23			
PVC	150,0	False	0,000	0,285	0,23			
PVC	150,0	False	0,000	0,539	0,27			
PVC	150,0	False	0,000	0,539	0,27			

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,002	False	0
0,010	False	0
0,015	False	0
0,000	False	0
0,015	False	0
0,000	False	0
0,004	False	0
0,011	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,007	False	0
0,008	False	0
0,000	False	0
0,009	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,008	False	0
0,005	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,008	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,013	False	0
0,008	False	0

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods
Solution Center
76 Watertown Road, Suite 2D Thomaston, CT
06787 USA +1-203-755-1666

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,012	False	0
0,008	False	0
0,008	False	0
0,008	False	0
0,017	False	0
0,009	False	0
0,000	False	0
0,008	False	0
0,014	False	0
0,010	False	0
0,000	False	0
0,016	False	0
0,007	False	0
0,012	False	0
0,000	False	0
0,025	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,014	False	0
0,030	False	0
0,018	False	0
0,018	False	0
0,016	False	0
0,020	False	0
0,015	False	0
0,021	False	0
0,016	False	0
0,017	False	0
0,014	False	0
0,015	False	0
0,012	False	0
0,014	False	0
0,011	False	0
0,012	False	0
0,010	False	0
0,016	False	0
0,014	False	0
0,009	False	0
0,011	False	0
0,011	False	0
0,006	False	0
0,011	False	0
0,036	False	0
0,041	False	0

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,045	False	0
0,041	False	0
0,039	False	0
0,039	False	0
0,040	False	0
0,038	False	0
0,033	False	0
0,011	False	0
0,011	False	0
0,011	False	0
0,011	False	0
0,009	False	0
0,010	False	0
0,009	False	0
0,009	False	0
0,000	False	0
0,003	False	0
0,003	False	0
0,002	False	0
0,003	False	0
0,002	False	0
0,003	False	0
0,001	False	0
0,002	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,001	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,004	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,006	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,010	False	0
0,000	False	0
0,008	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,012	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,006	False	0
0,000	False	0
0,015	False	0
0,000	False	0
0,003	False	0
0,000	False	0
0,003	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,014	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,004	False	0
0,000	False	0
0,008	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,005	False	0
0,000	False	0
0,004	False	0
0,000	False	0
0,003	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,017	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,010	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,021	False	0
0,000	False	0
0,013	False	0
0,005	False	0
0,002	False	0
0,000	False	0
0,004	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,009	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,006	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,003	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,025	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods
Solution Center
76 Watertown Road, Suite 2D Thomaston, CT
06787 USA +1-203-755-1666

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,035	False	0
0,000	False	0
0,016	False	0
0,010	False	0
0,000	False	0
0,013	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,006	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,012	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,011	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,010	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0

FlexTable: Pipe Table

Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,003	False	0
0,000	False	0
0,006	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,011	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,000	False	0
0,001	False	0
0,010	False	0

4.3. Resultado según objetivo 3: Proponer acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua.

Según lo observado en los dos primeros resultados del diagnóstico actual y de la vulnerabilidad funcional , física estructural del sistema de agua potable que abastece a la comunidad Queseras ,perteneciente a la parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla del cantón Guaranda se ha podido comprender como se encuentra y cuáles son sus debilidades en cada uno de sus componentes, para ello se propondrán algunas medidas para reducir el nivel de vulnerabilidad y mantenerlo controlado en caso de un evento adverso como los sismos.

Plan de mantenimientos					
Objetivo del plan de mantenimiento	Proteger la infraestructura del sistema de agua potable de la comunidad Queseras para su buen funcionamiento y durabilidad, además que en caso de un evento sísmico pueda mantener su normalidad.				
Responsable	EMAPA – G Personal de la comunidad Queseras				
Componente	**Nombre del sector**	**Tipo de debilidad**	**Medida a tomar**	**Indicador**	**Medio de verificación**
Captación externa		Física	Realizar el mantenimiento del tanque de captación o de la infraestructura de captación	100%	Registro de mantenimiento físico, registro fotográfico, etc.
		Física	implementar mantenimiento permanente de la maleza en la zona de coronación para evitar la acumulación de la misma	75%	Registro de mantenimiento físico, registro fotográfico, etc.
		Física	Ejecutar limpieza de la zona del afluente para evitar que exista	75%	Registro de mantenimiento físico,

			contaminación del agua.		registro fotográfico, etc.
		Física	Cumplir el mantenimiento del cerco de protección para evitar que personas no autorizadas puedan acceder al afluente.	50%	Registro de mantenimiento físico, registro fotográfico, etc.
Captación interna		Física/Funcional	Registro de campo para poder ver el estado de los filtros, orificios de salida, canastilla de salida, cono de rebose, válvula de control o salida, y la tubería de rebose y limpia.	66%	Registro de inspección, registro fotográfico, etc.
Tanques rompe presión y tanque de almacenamiento y tratamiento		Física/Funcional	Inspeccionar para verificar el estado de la obra civil del tanque de almacenamiento, para verificar si no hay fisuras	100%	Registro de inspección, registro fotográfico, etc.
		Geotécnica	Cumplir un estudio de suelos para verificar la	100%	Informe de estudio de suelos

			capacidad portante y verificar si no puede existir asentamiento diferencial.		
		Física	Efectuar el modelamiento del tanque de almacenamiento aplicando software	100%	Informe de estudio de suelos
Líneas de conducción y distribución		Funcional	Inspeccionar cada 2 meses el estado de las tuberías para mantener un control de daños de forma inmediata y poder tomar acciones de reparación.	80%	Informe de estado de tuberías
		Funcional	Capacitar al personal de la comunidad para que pueda ayudar a detectar daños	100%	
		Funcional	Dotar al personal elegido de la comunidad con radios	NA	Registro de dotación

			o medios de comunicación		
		Funcional	Determinar estudios de amenaza sísmica para ver la influencia de la misma en el sistema de agua potable.	100%	Informe de estudio de amenaza sísmica

5. CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2 Conclusiones

En el diagnóstico del estado actual se encontró que el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras, se ha realizado adecuaciones en el año 2023 por lo que se mantiene de forma óptima.

Se realizó la evaluación de la vulnerabilidad física estructural dando un nivel de medio y en la vulnerabilidad funcional, también arrojó un nivel medio con la metodología del PNUD, sin embargo, efectuando el modelamiento funcional en el programa WaterCad arrojo que los tanques rompe presión y las líneas de conducción y distribución se encuentran optimas y los valores de presión y velocidades están dentro de lo que establece la normativa vigente.

La efectividad de las acciones correctivas fue indispensable para mantener un correcto flujo de trabajo del sistema de agua para la comunidad, especialmente en momentos de desastres, los mismos que tienen problemas especialmente en la parte funcional administrativa.

5.3 Recomendaciones

La comunidad debe contar con un equipo técnico para realizar inspecciones periódicamente de todo el sistema de agua para verificar el estado en el que se encuentran y en caso de evidenciar anomalías llevar a cabo medidas de mitigación o prevención para evitar mayor daño en el sistema.

Optar de una bodega que disponga de herramientas y materiales en stock, ya que esto servirá como un soporte y reemplazo inmediato de las tuberías y válvulas en caso de estar en mal estado.

Realizar un modelamiento con SAP 2000, ETABS o algún otro software que ayude a determinar la vulnerabilidad del tanque de almacenamiento y tratamiento debido que no tiene que fallar en caso de un evento sísmico.

Ejecutar un estudio de amenaza sísmica local para ver la influencia de la aceleración, y determinar si los factores locales influyen a estos eventos como roturas de tuberías, colapso de tanque de almacenamiento, asentamientos diferenciales, subsidencias, etc.

Se debe mantener una base de datos y archivo de los trabajos y mantenimientos periódicos del sistema.

Matriz de Objetivos, resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones.

Objetivos	**Resultados obtenidos**	**Conclusiones**	**Recomendaciones**
Diagnosticar el estado actual en el que se encuentra el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras.	El sistema de agua potable de la comunidad Queseras se encuentra ubicado al Suroccidente de la vía Guaranda-Riobamba, siendo una comunidad kichwa donde todos los habitantes poseen agua, sin embargo, es necesario poder realizar el diagnóstico de la captación, conducción, almacenamiento y distribución, para ello fue necesario acudir a campo y poder realizar el	En el diagnóstico del estado actual se encontró que el sistema de agua potable de la comunidad las Queseras se ha realizado una readecuación en el año 2023 por lo que se mantiene de forma óptima.	La comunidad debe contar con un equipo evaluador capacitado para realizar inspecciones periódicamente de todo el sistema de agua para verificar el estado en el que se encuentran y en caso de que de evidenciar anomalías llevar a cabo medidas de mitigación o prevención para evitar mayor daño en el sistema.

	relevamiento de datos necesarios y la observación directa de cada uno de estos elementos, a continuación, se detalla la ubicación de todo e		
	En el modelamiento realizado en el software WaterCAD utilizando parámetros como diámetro de tubería, caudal, cotas de elevación, puntos topográficos, entre otros se pudo determinar si tiene o vulnerabilidad funcional de cada uno de sus elementos.	Se realizó la evaluación de la vulnerabilidad física estructural dando un nivel de medio y en la vulnerabilidad funcional también arrojó un nivel medio con la metodología del PNUD, sin embargo, efectuando el modelamiento funcional en el software WaterCad arrojo que los	Optar de una bodega que disponga de herramientas y materiales en stock, ya que esto servirá como un soporte y reemplazo inmediato de las tuberías y válvulas en caso de estar en mal estado.

		tanques rompe presión y las líneas de conducción y distribución se encuentran optimas y los valores de presión y velocidades están dentro de lo que establece la normativa vigente.	
	Según lo observado en los dos primeros resultados del diagnóstico actual y de la vulnerabilidad funcional y vulnerabilidad física estructural del sistema de agua potable que abastece a la comunidad Queseras	Se propuso acciones que permita reducir la vulnerabilidad del sistema de agua en la parte funcional y físico estructural.	Realizar un modelamiento con SAP 2000, ETABS o algún otro software que ayude a determinar la vulnerabilidad del tanque de almacenamiento y tratamiento debido que no tiene que fallar en caso de un evento sísmico.

	perteneciente a la parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla del cantón Guaranda se ha podido comprender como se encuentra y cuáles son sus debilidades en cada uno de sus componentes, para ello se propondrán algunas medidas para reducir el nivel de vulnerabilidad y mantenerlo controlado en caso de un evento sísmico.		
			Realizar un estudio de amenaza sísmica local para ver la influencia de la aceleración, y

			determinar si los factores locales influyen a estos eventos como roturas de tuberías, colapso de tanque de almacenamiento, asentamientos diferenciales, subsidencias, etc.

Bibliografía

Vanegas Benavides, C. (31 de Agosto de 2020). *https://www.carlinhosnica.com/*. Obtenido de https://www.carlinhosnica.com/post/la-l%C3%ADnea-de-conducci%C3%B3n-es-algo-m%C3%A1s-que-tramos-de-tuber%C3%ADas

Ancán Henríquez, M. (2018). *Análisis de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento hídrico de la ciudad de Antofagasta.* Santiago-Chile. Obtenido de file:///C:/Users/Dell/Downloads/analisis-de-la-vulnerabilidad-del-sistema-de-abastecimiento.pdf

Canal de Isabel II. (2018). *Especificación técnica de acometidad de agua para consumo humano.* Obtenido de https://oficinavirtual.canaldeisabelsegunda.es/documents/2106432/2123009/Especificaci%C3%B3n+t%C3%A9cnica+de+acometidas+de+agua+para+consumo+humano.pdf/b7c60376-4552-020e-f429-4682ca5f79eb?version=1.1&t=1655209933479

Cárdenas Jaramillo, D., & Patiño Guaraca, F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay.* Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725

Cargua Cortez , M. Y., & Hernández Solórzano, G. A. (2023). *Zonificación del sector de Joyocoto del cantón Guaranda por fallas geológicas cercanas y sus factores influyentes en la amenaza sísmica.* Guaranda: Univerdad Estatal de Bolívar. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6190/1/4.%20Tesis%20en%20formato%20PDF%20.pdf

Cargua Cortez, M. Y., & Hernández Solórzano, G. A. (2023). Zonificación del sector de Joyocoto del cantón Guaranda por fallas geológicas cercanas y sus factores

influyentes en la amenaza sísmica. En *Zonificación del sector de Joyocoto del cantón Guaranda por fallas geológicas cercanas y sus factores influyentes en la amenaza sísmica.* (pág. 46). Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado el 10 de 12 de 2023, de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6190/1/4.%20Tesis%20en%20formato%20PDF%20.pdf

Carrillo Masaquiza, J. K., & Tualombo Fierro, E. S. (2022). *Análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de la provincia de Bolívar.* Guaranda. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4510/1/TESIS%20FINAL%20CARRILLO%20%26%20TUALOMBO.pdf

Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento. (2013). *Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento.* Obtenido de file:///C:/Users/Dell/Downloads/M%C3%B3dulo%20V%20-%20Operaci%C3%B3n%20y%20Mantenimiento.pdf

Del Pozo Chávez, E. V., & Castillo García, J. M. (2017). *Análisis de Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua Potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda.* Guaranda.

Feito, L. (2007). Vulnerabilidad. *scielo, Anales Sis San Navarra vol.30 supl.3 Pamplona*.

files.conagua. (2015). *Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento.* México. Obtenido de https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf

Gobierno Autónomo Desentralizado del cantón Guaranda. (2022). *Mejoramiento de la calidad de agua en la comunidad de Queseras.* Guaranda.

Guthartz, E. (2016). Terremoto y la falta de agua potable. *Linkedin*. Obtenido de https://es.linkedin.com/pulse/la-falta-de-agua-potable-y-saneamiento-luego-un-eduardo-guthartz

Lavell, A. (2009). *Reducción del Riesgo de Desastres en el Ámbito local.* Lima: COMUNIDAD ANDINA.

Molina Mora, J. A. (2017). *Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo.* Costa Rica: Universidad Nacional, Costa Rica. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/4759/475952089002/475952089002.pdf

PDOT. (2020). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2020-2025.* Guaranda.

Quinguano Mendoza, S. Á., & Chata Hinojoza, F. R. (2022). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de consumo humano en la junta administradora "El Chorro".* Guaranda. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4028/1/TESIS%20DEL%20SISTEMA%20DE%20AGUA%20POTABLE%20EL%20CHORRO%281%29.pdf

Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas. (2011). *Vulnerabilidad sísmica y patológica de las institución universitaria, tecnológico de Antioquia.* Medellín. Obtenido de https://www.tdea.edu.co/images/tdea/galeria/planeacion/estudio_vulnerabilidad_sismica.pdf

Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. (2014). *Instructivo de medición de Caudal.* Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025, LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL, Peru. Obtenido de

https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/INSTRUCTUVO_DE_MEDICI%C3%93N_DE_CAUDAL.pdf

Vásquez García, L. (2014). *Propuesta de una plan de reducción de vulnerabilidades físico funcional de redes vitales ante dos tipos de amenazas sísmica y de deslizamitnos en las parroquia Huaca, cantón San Pedro de Huacar.* Ibarra. Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3458/1/03%20RNR%20178%20TESIS.pdf

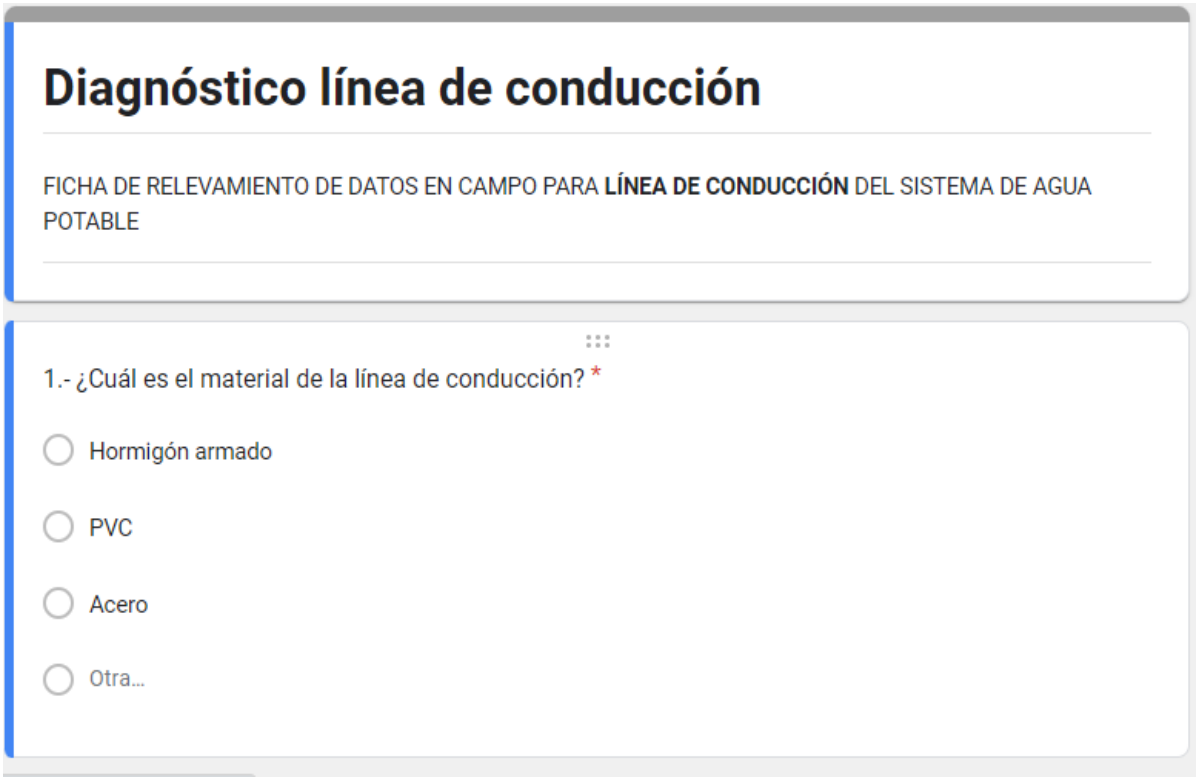
Vera Rodríguez, J., & Albarracín Calderón , A. (2017). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas.* Ibagué-Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00109.pdf

Anexos

Anexo 1.- Check list para determinar el diagnóstico del componente de captación del sistema de agua potable**.**



Anexo 2.- Check list para determinar el diagnóstico del componente de conducción del sistema de agua potable**.**



Anexo 3.- Check list para determinar el diagnóstico del tanque del almacenamiento del sistema de agua potable**.**



Anexo 4.- Check list para determinar el diagnóstico de los tanques rompe presión del sistema de agua potable**.**



Anexo 5.- Check list para determinar el diagnóstico de la línea de distribución del sistema de agua potable**.**

Diagnóstico línea de distribución

FICHA DE RELEVAMIENTO DE DATOS EN CAMPO PARA **LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN** DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

1.- ¿Cuál es el material de la línea de conducción? *

- Hormigón armado
- PVC
- Acero
- Otra...



Anexo 6.- Registro fotográfico de las salidas y trabajos en campo para la inspección y evaluación del diagnóstico del estado del tanque de almacenamiento de agua en la comunidad Queseras.





Anexo 7.- Registro fotográfico de las salidas y trabajos en campo para la inspección y evaluación del diagnóstico del estado de los tanques rompe presión del sistema de agua de la comunidad Queseras



Anexo 8.- Registro fotográfico de las salidas y trabajos en campo para la inspección y evaluación del diagnóstico del estado del tanque de captación del sistema de agua de la comunidad Queseras

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO
Tesis.pdf

AUTOR
Estefania Romero

RECUENTO DE PALABRAS
13633 Words

RECUENTO DE CARACTERES
68445 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS
102 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO
6.4MB

FECHA DE ENTREGA
May 8, 2024 11:11 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME
May 8, 2024 11:14 PM GMT-5

7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados

