



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO.**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIEROS EN ADMIMISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL  
RIESGO.**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE  
AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA JUNTA ADMINISTRADORA “EL CHORRO”.**

**AUTORES:**

**QUINGAGUANO MENDOZA SEGUNDO ÁNGEL**

**CHATA HINOJOZA FABRICIO RAMIRO**

**GUARANDA – ECUADOR**

**2020-2021**

**DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA**

Nosotros, Chata Hinojoza Fabricio Ramiro y Segundo Ángel Quingaguano Mendoza, estudiantes de la carrera de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos, de la facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, declaramos que el trabajo de titulación denominado "Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de consumo humano en la Junta Administradora "El Chorro", es de nuestra autoría, este documento no ha sido presentada previamente para ningún grado o calificación profesional, las referencias bibliográficas que se incluyen han sido presentadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y su normativa institucional vigente.

**CHATA HINOJOZA FABRICIO RAMIRO****C.C 0201946605****QUINGAGUANO MENDOZA SEGUNDO ÁNGEL****C.C 0201999604**



**DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION**  
**Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.**

**ESCRITURA N° 20220201004P00027**

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**

**SEGUNDO ANGEL QUINGAGUANO MENDOZA Y  
FABRICIO RAMIRO CHATA HINOJOZA.**

**CUANTÍA: INDETERMINADA**

**Di 2 COPIA**

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los diecisiete días del mes de enero del año dos mil veintidós, ante mí **Doctora. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **SEGUNDO ANGEL QUINGAGUANO MENDOZA Y FABRICIO RAMIRO CHATA HINOJOZA**, por sus propios y personales derechos. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estados civil solteros, ambas partes, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliadas en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, con celular número cero nueve nueve cuatro tres cuatro nueve siete cuatro nueve; y, con correo electrónico [fabychataf5@gmail.com](mailto:fabychataf5@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a lo cual obtengo la certificaciones de datos biométricos del Registro Civil, mismos que agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, advertidos los comparecientes de la obligación de decir la verdad y conocedores de las penas de perjurio declaran: Nosotros, los señores **SEGUNDO ANGEL QUINGAGUANO MENDOZA Y FABRICIO RAMIRO CHATA HINOJOZA**, de estado civil solteros ambas partes, portadoras de las cédulas de ciudadanía números cero dos cero uno nueve nueve nueve seis cero guion cuatro y cero dos cero uno nueve cuatro seis seis cero guion cinco. Declaramos bajo juramento que: Los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA JUNTA ADMINISTRADORA "EL CHORRO" Autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión de Riesgos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano. Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que les fue íntegramente a las comparecientes por mí la Notaria, aquellas se ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy fe. -----

**SR. SEGUNDO ANGEL QUINGAGUANO MENDOZA.**

**C.C. 0207893604**

**SR. FABRICIO RAMIRO CHATA HINOJOZA.**

**C.C. 0201946605**

**DRA. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION**  
**NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**



## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo especialmente a Dios por haberme dado la vida, la fuerza y guiarme en todos estos años para permitirme llegar hasta este momento tan especial de mi formación profesional.

A toda mi familia principalmente a mis padres Segundo Quingaguano Lambí y Lida Aída Mendoza Angulo, por todo el apoyo moral, económico, y primordialmente por todos esos valores inculcados hacia mí, desde la niñez, lo cual sirvió de mucho para poder llegar hacer una persona profesional de bien y muy respetuosamente y trabajadora.

A mi esposa e hijo por ser un pilar fundamental, por toda la comprensión y todo ese apoyo incondicional brindados hacia mí día tras día en todo este proceso formativo para así llegar a culminar mis estudios profesionales.

Este trabajo dedico a mis padres Ramiro Chata y Judith Hinojoza quienes han sido el pilar fundamental en toda mi vida académica, a mis hermanos quienes han estado pendientes de cada logro que me he propuesto y en especial a mi hijo Santiago Chata quien desde que llego a mi vida es el motor de seguir luchando por siempre ser mejor.

**QUINGAGUANO MENDOZA SEGUNDO ÁNGEL**

**CHATA HINOJOZA FABRICIO RAMIRO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi padre Jesús nuestro creador quien me dio fuerzas para poder superar las dificultades, obstáculos, que se presentaron en todo este transcurso de formación académica los cual seguirá brindando todo ese apoyo para poder desempeñarme en el ámbito profesional.

A toda mi familia, a mis padres por el apoyo incondicional que siempre me han brindado en todos los proyectos, metas que me he planteado en la vida, por ese aliento, respaldo, fuerzas y todos esos medios suficientes para desarrollarme intelectual y moralmente, sus consejos siempre oportunos y en el momento indicado.

A la Universidad Estatal de Bolívar de la facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano con todo su profesorado de la escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos, que con sus enseñanzas me guiaron para poder culminar con éxito mis estudios para el beneficio personal y de nuestra sociedad, en especial al Ing. Gino Noboa por guiarme en este proceso en calidad de director, al Ing. Luis Villacis e Ing. Anita Serrano pares académicos que sin lugar a dudas contribuyeron y fueron parte clave del crecimiento de este proyecto de investigación.

A mis compañeros y personas con quienes he compartido durante toda mi vida escolar, colegial y universitaria, aprendiendo lo mejor de cada uno de ellos.

en general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la elaboración de este proyecto de investigación, que no es necesario nombrar ya que tanto ellas como nosotros conocen que desde lo más profundo de nuestros corazones les agradecemos por habernos brindado todo el apoyo, colaboración, animo, y sobre todo cariño y amistad.

Muchas gracias y Dios los bendiga a todos y cada uno de ustedes.

**QUINGAGUANO MENDOZA SEGUNDO ÁNGEL**

**CHATA HINOJOZA FABRICIO RAMIRO**

**TEMA**

EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE  
AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA JUNTA ADMIMISTRADORA “EL CHORRO”.

## ÍNDICE

<b>CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR(A)</b> .....	1
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>CAPITULO 1: EL PROBLEMA</b> .....	5
1.1. Planteamiento Del problema. ....	5
1.2. Formulación del problema. ....	6
1.3. Objetivos. ....	7
1.3.1. Objetivo General. ....	7
1.3.2. Objetivo Específicos. ....	7
1.4. Justificación de la investigación. ....	7
1.5. Limitaciones. ....	8
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	9
2.1. Antecedentes de la Investigación. ....	9
2.2. Bases Teóricas. ....	10
2.2.1. Caracterización la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” .....	10
2.2.2. Descripción general de los sistemas de agua potable. ....	11
2.2.3. Marco conceptual.....	15
2.3. Definición de Términos (Glosario) .....	27

2.4. Glosario de acrónimos.....	30
2.5. Planteamiento de hipótesis.....	30
2.6. Sistemas de Variables.....	31
<b>CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>32</b>
3.1. Nivel de investigación.....	32
3.2. Diseño.....	32
3.3. Población.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos (Estadístico utilizado). .....	33
<b>CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1. Resultados según objetivo 1: Identificar el estado actual del suministro del sistema de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro” ante un riesgo sísmico.....	36
4.1.1. Estado actual del sistema de abastecimiento del agua. ....	36
4.1.2. Diagnóstico del sistema de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro”.....	40
4.2. Resultados según objetivo 2: Valorar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.....	42
4.2.1. Procedimiento y aplicación del programa CypeCad en abastecimiento de agua.....	49

4.3. Resultados según objetivo 3: Establecer zonas propensas a riesgos sísmicos en el lugar de estudio del sistema de agua potable. ....	68
<b>CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	73
5.1. Conclusiones. ....	73
5.2. Recomendaciones.....	75
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	76
<b>ANEXOS</b> .....	81

#### **INDICE DE TABLAS.**

<b>Tabla 1:</b> Ventajas y desventajas de las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas.....	13
<b>Tabla 2:</b> Intensidad escala de Mercalli modificada. ....	17
<b>Tabla 3:</b> Magnitud escala de Richter. ....	19
<b>Tabla 4:</b> Nivel de vulnerabilidad del sistema de agua en la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”. ....	34
<b>Tabla 5:</b> Análisis del agua de laboratorio de la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”. ....	38
<b>Tabla 6:</b> Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Captación. ....	43
<b>Tabla 7:</b> Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Conducción. ....	44
<b>Tabla 8:</b> Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Tratamiento. ....	45
<b>Tabla 9:</b> Ponderación total y valor máximo de vulnerabilidad. ....	46

**Tabla 10:** Síntesis de la vulnerabilidad funcional de redes vitales de la Junta

Administradora de agua potable “El Chorro”.....	47
---	----

**INDICE DE MAPAS**

<b>Mapa 1:</b> Mapa Del sistema de agua potable “El Chorro”.....	69
<b>Mapa 2:</b> Mapa de riesgo sísmico del sistema de agua potable "El Chorro" .....	71

**INDICE DE IMAGENES**

<b>Imagen 1:</b> Ubicacion geográfica del sistema de agua potable El Chorro. ....	36
<b>Imagen 2:</b> Creación de una nueva obra.....	49
<b>Imagen 3:</b> Datos generales de la instalación. ....	50
<b>Imagen 4:</b> Materiales de la obra.....	51
<b>Imagen 5:</b> Edición de materiales.....	51
<b>Imagen 6:</b> Terrenos de la obra. ....	52
<b>Imagen 7:</b> Datos generales de la instalación ( General).....	52
<b>Imagen 8:</b> Parámetros de los datos generales de la instalación .....	53
<b>Imagen 9:</b> Velocidad máxima y mínima.....	54
<b>Imagen 10:</b> Presión máxima y mínima. ....	55
<b>Imagen 11:</b> Coeficientes de los datos generales de la instalación. ....	56
<b>Imagen 12:</b> Excavaciones de los datos generales de la instalación. ....	57
<b>Imagen 13:</b> Importar plantilla. ....	58
<b>Imagen 14:</b> Gestión de vista de plantilla.....	58
<b>Imagen 15:</b> Inserción de Nudos. ....	59

<b>Imagen 16:</b> Edición de datos de cálculo. ....	60
<b>Imagen 17:</b> Inserción de tramos. ....	61
<b>Imagen 18:</b> Editar datos de cálculo. ....	62
<b>Imagen 19:</b> Cálculo y resultados. ....	63
<b>Imagen 20:</b> Detalles del terreno. ....	64
<b>Imagen 21:</b> Resultados de nudos y tramos. ....	65
<b>Imagen 22:</b> Resultados de velocidad y presión. ....	66

### INDICE DE ANEXOS Y FOTOGRAFIAS

<b>Anexo 1:</b> Matriz de diagnóstico. ....	81
<b>Anexo 2:</b> Descripción del componente del sistema de captación. ....	82
<b>Anexo 3:</b> Descripción del componente del sistema de conducción. ....	83
<b>Anexo 4:</b> Descripción del componente del sistema de tratamiento. ....	84
<b>Anexo 5:</b> Descripción del componente del sistema de distribución. ....	85
<b>Anexo 6:</b> Matrices de vulnerabilidad. "E1" ....	86
<b>Anexo 7:</b> Matrices de vulnerabilidad. "E2" ....	87
<b>Anexo 8:</b> Plano del sistema de agua potable "EL CHORRO" CypeCad. ....	88
<b>Anexo 9:</b> Listado general de las instalaciones en CypeCad. ....	89
<b>Foto 1:</b> Sitio de captación. ....	94
<b>Foto 2:</b> Infraestructura en malas condiciones. ....	94
<b>Foto 3:</b> Rotura de tubería por Mayor presión de agua. ....	95
<b>Foto 4:</b> Tubería colgante. ....	95

<b>Foto 5:</b> Tuberías en forma aéreas. ....	96
<b>Foto 6:</b> Tanque repartidor.....	97
<b>Foto 7:</b> Análisis y pruebas del agua. ....	98
<b>Foto 8:</b> Observación y obtención de datos en la Planta de tratamiento.....	99
<b>Foto 9:</b> Tanque de químicos. ....	100
<b>Foto 10:</b> Tanque potabilizador. ....	101
<b>Foto 11:</b> Mantenimiento de tuberías.....	102
<b>Foto 12:</b> Tanque de revisión.....	102
<b>Foto 13:</b> Infraestructura de la Junta Administradora "El Chorro" .....	103

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR  
EL TUTOR(A)**

Guaranda, 3 de agosto de 2021.

El suscrito Ingeniero Civil Gino Alonso Noboa Flores, director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en la calidad de Docente Tutor.

**CERTIFICA**

Que el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA JUNTA ADMINISTRADORA “EL CHORRO”**, realizado por los señores **Fabricio Ramiro Chata Hinojoza y Segundo Ángel Quingaguano Mendoza**, previo a la obtención del título de Ingeniería, cumple con los lineamientos de la Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, mismo que ha sido debidamente revisado y se han incorporado las recomendaciones emitidas en la asesoría. En tal virtud autorizo el trámite legal respectivo para la evaluación y calificación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

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



**Ing. Civ. Gino Noboa Flores**  
**Director del proyecto**

## RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación de la “EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA JUNTA ADMINISTRADORA EL “CHORRO”, siendo su objetivo general Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de consumo humano en la junta administradora “El Chorro”, en base al estado actual, se valoró la vulnerabilidad funcional, se identificaron y analizaron las zonas propensas a amenazas sísmicas en el lugar de estudio del sistema de agua potable.

La metodología utilizada para el proyecto e investigación fue mediante el uso de las matrices del Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos, y así se valoraron los sistemas de agua potable tanto de captación, conducción, tratamiento.

Obteniendo como resultado final que la vulnerabilidad del sistema de agua potable es ALTA.

Con el proyecto de investigación se recomienda desarrollar cobros de consumo comercial para generar ingresos adicionales que favorecerán a la junta; reforzar las estructuras de captación, conducción, tratamiento y distribución utilizando las normas de diseño para sistemas de agua potable; fortalecer la planta potabilizadora como un componente vital, aplicando medidas legales; desarrollar funciones de mantenimiento planificado en las instalaciones del sistema.

También nos ayudara a proteger las redes vitales frente a un evento sísmico y así disminuir el impacto que puede ocasionar a las infraestructuras del sistema, satisfaciendo y brindando un mejor beneficio de calidad de agua a las comunidades de Pucará, San Francisco, El Chorro y Chalungoto.

## INTRODUCCIÓN

En el planeta donde habitamos existen acontecimientos anormales que afectan el funcionamiento del sistema de vida y estos son los desastres que por su naturaleza repentina traen a su paso muertes de personas y sensibles daños a la propiedad. Una de las amenazas más temidas por su carácter de evento de destrucción masiva es la amenaza sísmica, mejor conocida como terremotos.

Un terremoto es un movimiento o vibración imprevista causada por la relajación brusca y súbita de energía, acumulada por deformación de la Litosfera, que se propaga en formas de ondas sísmicas. Es por tanto un fenómeno transitorio. La totalidad de los terremotos son de origen tectónico; en estos debido a que la fricción en las fallas es a menudo inestable, ocurren desplazamientos muy rápidos como una ruptura que se propaga dinámicamente sobre la superficie de la falla, estos movimientos generan las ondas sísmicas y estas al llegar a la superficie, provocan las sacudidas sísmicas del terreno. (Vidal Sánchez. , 1994)

Ecuador es un país mega diverso con diferentes tipos de climas, es natural que se vea afectado por varias amenazas, pero sin duda los eventos sísmicos son los más comunes y constates a través de la historia desde siglos pasados hasta el último evento del terremoto ocurrido el 16 de abril del 2016 en la provincia de Manabí, con epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimies del cantón Pedernales, con una magnitud de 7,8 Mw. También afectó a las provincias de Esmeraldas, Guayas, Pichincha, Santo Domingo, Bolívar, Los Ríos, entre otras. (BBC News Mundo, 2016)

Con esto se puede comprender que este evento afecta principalmente a las infraestructuras, viviendas, vías, elementos esenciales, bienes patrimoniales y líneas vitales, las cuales se deben salvaguardar durante la ocurrencia de estos eventos.

Después de un evento sísmico es prioritario recuperar las líneas vitales, mencionados como elementos básicos, pues durante las primeras horas después del acontecimiento es impredecible para la población contar con agua, alcantarillado, energía eléctrica y comunicación mediante teléfonos fijos con el fin de iniciar una recuperación.

La Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” del cantón Guaranda, provincia Bolívar, que provee agua a las comunidades El Chorro, Pucará, Chalungoto y San Francisco, cuenta con una infraestructura que incluye tuberías en el subsuelo, es vulnerable durante un sismo donde tiene que soportar cargas verticales y horizontales producto del movimiento telúrico.

Este trabajo de investigación se enfoca en evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” ante una amenaza sísmica analizando el riesgo, teniendo como fin garantizar la continuidad del servicio para las comunidades que acoge la junta.

## CAPITULO 1: EL PROBLEMA.

### 1.1. Planteamiento Del problema.

Las comunidades El Chorro, Pucará, Chalungoto y San Francisco, pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”, ubicada en la región Sierra, de la provincia Bolívar es propensa a sufrir desastres de tipo sismo génico, pues además de las fallas geológicas es importante resaltar que el cinturón de fuego del Pacífico atraviesa la zona ecuatoriana, lo cual provoca alta sismicidad y probabilidad de ocurrencia de eventos telúricos.

La provincia Bolívar está situada en un lugar de alto riesgo sísmico, debido a que la zona se encuentra en un área de varias fallas geológicas. En base a un estudio realizado el 2007, del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGPN), sobre la amenaza sísmica en Guaranda, se conoce que los factores terminantes son los siguientes:

- La subducción de las placas de Nazca y Continental.
- La influencia de la falla regional de Pallatanga.
- Fallas locales.

De acuerdo a las fallas geológicas que se encuentran en la provincia observamos varias fracturas, como fallas longitudinales y transversales, cuyos destinos van de Noreste-Suroeste y Noroeste-Sureste con pequeños ángulos de inclinación.

Una de las principales fallas locales es la del río Chimbo, lo cual afecta por diferentes eventos sísmicos de un modo directo a las poblaciones de Guaranda Chimbo, San Miguel y Chillanes.

Si bien en el último terremoto del 16 de abril del 2016 no hubo afectaciones considerables en las comunidades que abarca la Junta, no es menos cierto que por la ubicación geográfica ya mencionada esta población está expuesta a un riesgo constante.

El sistema de agua potable al ser implantado en el subsuelo, y tener para su funcionamiento un conjunto de tuberías para abastecimiento de agua se ve sometido a una vulnerabilidad implícita, pues en caso de un sismo, el escenario más probable es una rotura de tuberías lo cual provocaría el daño parcial o total del sistema según la intensidad del evento, significando escases de agua a la población, cabe mencionar que la falta de la misma en una situación inmediatamente después de una catástrofe causaría afectaciones a la salud y así también conflictos sociales por la obtención del líquido vital.

Sabiendo que la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” no cuenta con un plan alternativo de continuidad del servicio después de un evento adverso, pues el corte de agua traería consecuencias graves a las comunidades.

## **1.2. Formulación del problema.**

¿Qué factores de vulnerabilidad ante riesgos sísmicos inciden en el funcionamiento del Sistema de agua potable en las comunidades El Chorro, Pucará, Chalungoto y San Francisco pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”?

### **1.3. Objetivos.**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

- Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de agua de consumo humano en la junta administradora “El Chorro”.

#### **1.3.2. Objetivo Específicos.**

- Identificar el estado actual del suministro del sistema de agua potable de la junta administradora “El chorro” ante un riesgo sísmico.
- Valorar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.
- Establecer zonas propensas a riesgos sísmicos en el lugar de estudio del sistema de agua potable.

### **1.4. Justificación de la investigación.**

A pesar de los riesgos existentes en el territorio, actualmente son escasas las acciones de reducción de riesgos y preparativos para desastres en estas comunidades, es incierto que se socialice con la comunidad algún plan de emergencia para la continuidad del servicio de agua en caso de un evento sísmico o en su defecto compartir con la población las medidas a adoptar después de un evento adverso, en lo que respecta a la conservación y tratamiento del agua. Precisamente estas necesidades vistas en la población y la falta de comunicación de estas medidas de contingencia hacen indispensable la elaboración de este proyecto de investigación.

Es necesario que la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” y otras instituciones vinculadas con el área de Gestión de Riesgos trabajen conjuntamente en la implementación de programas y proyectos de reducción de riesgos con ejecución de obras, además el GAD cantonal aporte con el control de la aplicación de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) de sismo resistencia a tuberías con el objetivo de proteger las redes de agua.

### **1.5. Limitaciones.**

Para este trabajo se atendido las siguientes dificultades:

- Insuficiente información del Plan maestro de agua en la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”
- No existe ningún tipo de archivos topográficos, físicos o digitales de planos, mapas.
- Carencia de información sobre funciones, competencias y cobertura de la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”
- Difícil acceso al lugar de estudio del sistema de agua potable.

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Antecedentes de la Investigación.

En América Latina y el Caribe, la combinación de amenazas naturales como terremotos, inundaciones, volcanes y otros, con escenarios de alta vulnerabilidad provoca, con demasiada frecuencia, severos daños en los sistemas de agua. Aunque son muchos los países que cuentan ya con planes para atender estas situaciones de emergencia, los desastres sísmicos han puesto de manifiesto que no es suficiente tener un plan funciona, y ha sido elaborado basándose en la vulnerabilidad específica del sistema en cuestión. (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2004)

Ecuador tiene una historia de alta gravedad de terremotos relacionados con la zona de subducción, siete terremotos de magnitud 7 o superior han ocurrido a 250km de profundidad, de este evento desde el año 1900.

El 16 de abril del 2016 ocurrió un terremoto de magnitud 7,8 MW, en la costa norte del Ecuador. (SGR, 2016). La cual produjo graves afectaciones en las redes de distribución del sistema de agua potable proporcionando como resultado más de 320km de distancia, la misma que se cambian en Manta después del sismo. (EL UNIVERSO, 2017)

Después del sismo del 16 de abril no hubo afectaciones en las redes del sistema de agua (tuberías) en la zona de estudio del cantón Guaranda, sin embargo, es muy probable que durante un evento sísmico existan afectaciones directas al sistema de agua sufriendo daños significativos que perjudiquen a la población.

Para este proyecto investigativo se tomó como principal referencia los temas “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FISICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ANTE EVENTOS ADVERSOS EN EL AREA URBANA DE

GUARANDA” de (Martínez & Arellano Barragán, 2013), este documento se basa en la evaluación de la vulnerabilidad física del sistema de agua potable y alcantarillado.

Otros trabajos investigativos que se tomaron en cuenta fue él, “ANALISIS DE VULNERABILIDAD FISICA FUNCIONAL Y LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA SANTA FE, DEL CANTÓN GUARANDA” de (Ramos Benavides & Jarrín Albán, 2020); “PLAN DE MITIGACION BASADO EN LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA” de (Medina Robalino & Zambrano Valverde, 2009).

En cuanto a trabajos investigativos internacionales relacionados se consideró “GUIA PARA LA GESTION DEL RIESGO EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO ANTE AMENAZAS NATURALES” de (Arteaga Galarza & Ordóñez Arízaga, 2019); “MANUAL SOBRE PREPARACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA AFRONTAR SITUACIONES DE EMERGENCIA” de (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA SANITARIA PANAMERICANA, REGIONAL DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1990).

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1. Caracterización la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”**

La Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” fue creada mediante “CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS, AGENCIAS DE AGUAS DE GUARANDA”, el 22 de junio de 1993, a las 11h15, por Víctor Manuel Guerrero en calidad de presidente de la Regional de Aguas de los recintos. La Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”, conformada por 357 familias considerando un promedio de 5 personas que habitan en cada vivienda, actualmente

Cuenta con una población de 1785 habitantes, esta junta abarca las comunidades, El Chorro, Pucara Chalungoto y San Francisco.

La Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” Cuenta con:

- Un Presidente.
- Un tesorero.
- Una secretaria.
- Tres vocales.

### **2.2.2. Descripción general de los sistemas de agua potable.**

Los sistemas de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro” se compone generalmente por:

- Captación
- Conducción
- Tratamiento y Distribución (Jiménez Terán, 2013)

#### **2.2.2.1. *Sistemas de agua potable.***

El sistema de agua potable es una de las líneas esenciales de vida para ser resilientes debe apoyarse en dos pilares igualmente importantes:

1. Métodos eficientes de monitoreo, reparación o remplazo de estructuras antiguas.
2. Herramientas efectivas para modelación de deterioro de la red y para evaluar proactivamente el riesgo de falla de los componentes y desarrollar medidas de prevención.

Todo esto tiene como finalidad entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser consumida. (Jiménez Terán, 2013)

### **2.2.2.2. Captación.**

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población, las obras pueden ser bocatomas, pozos o galerías filtrantes y en conjunto deben obtener la cantidad de agua necesaria para la comunidad. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se considera el siguiente tipo de agua según su forma de encontrarse en el planeta:

- Agua superficial.
- Agua subterránea.
- Aguas meteóricas (atmosférica).
- Agua de mar (salada).

Las aguas meteóricas y el agua de mar, ocasionalmente se emplean para el abastecimiento de las poblaciones, cuando se usan es porque no existen otras posibilidades de surtir de agua a la localidad, las primeras se pueden utilizar a nivel casero o de poblaciones pequeñas y para la segunda, en la actualidad se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable, además que de los costos de la infraestructura necesaria en los dos casos son altos.

Las aguas superficiales son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas desde este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable.

Su principal desventaja es que contaminan fácilmente debido a las descargas de aguas residuales, pueden presentar alta turbiedad y contaminarse con productos químicos usados en la agricultura.

Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo y su extracción resulta algunas veces cara, esta se obtiene por medio de pozos someros y profundos, galerías filtrantes y en los manantiales cuando afloran libremente. Por estar confinadas están más protegidas de la contaminación que las aguas superficiales, pero cuando un acuífero se contamina, no hay método conocido para descontaminarlo. (Jiménez Terán, 2013)

**Tabla 1:** *Ventajas y desventajas de las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas.*

SUPERFICIALES		SUBTERRANEAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disponibilidad	Facilmente contaminable	Protección	Alta dureza
Visible	Calidad variable	Bajo color	Relativa inaccesibilidad
Limpiables	Alto color	Baja turbiedad	No limpiables
Baja Dureza	Alta turbiedad	Calidad constante	
	Olor y color biológico	Baja corrosividad	
	Alta materia orgánica	Bajo contenido de materia orgánica	

**Fuente:** Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

**Elaborado por:** ING. José Manuel Jiménez Terán.

Las obras de captación son las obras civiles y electromecánicas que se emplean para extraer las aguas. Estas obras varían de acuerdo a las características de la fuente de abastecimiento, su localización la topografía del terreno y por la cantidad de agua a extraer. Un requisito importante para el diseño de una obra de captación, es la previsión que sea necesaria para evitar la contaminación de las aguas. (Jiménez Terán, 2013)

### **2.2.2.3. Conducción.**

La denominada “línea de conducción” es la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, un cárcamo para una segunda conducción o una planta potabilizadora. Si la fuente está muy alejada de la zona de consumo las dificultades que presentan estas obras son mayores. (Jiménez Terán, 2013)

### **2.2.2.4. Tratamiento.**

Se refiere a todos los procesos físicos, químicos y mecánicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para el consumo. Los tres objetivos principales de una planta de potabilización son lograr que el agua sea: segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica.

Para el diseño de una planta potabilizadora, es necesario conocer las características físico-químicas y biológicas del agua, así como los procesos necesarios para modificarla. (Hernández , 2016)

### **2.2.2.5. Distribución.**

Es el sistema de tuberías que entrega el agua a los propios consumidores. Más de la mitad de la inversión total en un sistema de abastecimiento de agua corresponde a la distribución del agua para consumo humano.

El sistema debe mantener presiones adecuadas para los usos residenciales, comerciales e industriales normales al igual que a de proporcionar el abastecimiento requerido para otro tipo de servicios, como la protección contra incendios. (Hernández , 2016)

### **2.2.3. Marco conceptual.**

#### **2.2.3.1. Sismos.**

Es el efecto de una perturbación que ocurre ya sea en la superficie o en el interior de la tierra, al lugar donde se origina la perturbación se le conoce como fuente sísmica, foco o hipocentro. (Espíndola Castro & Pérez Campos, 2020)

Llamadas igualmente terremotos lo cual es un movimiento o vibración repentina causada por la relajación brusca y súbita de energía, acumulada por la deformación de la litosfera que se propagan en formas de ondas sísmicas. Es por tanto un fenómeno transitorio. La mayoría de los terremotos son de origen tectónico; en estos debido a que la fricción en las fallas es a menudo inestable ocurren desplazamientos muy rápidos como una ruptura que se propaga dinámicamente sobre la superficie de la falla, estos movimientos generan las ondas sísmicas y estas al llegar a la superficie, provocan las sacudidas sísmicas del terreno.

#### **Indiferentemente se ha venido hablando de terremoto de dos tipos de vista:**

Uno como “fuente sísmica”, ósea el de la zona donde se libera la energía, y otro como “sacudida sísmica”, que es el movimiento del terreno causado por la llegada de sucesivos trenes de ondas sísmicas desde el foco hasta el lugar. La primera excepción nos describe el fenómeno natural originario y la segunda el conjunto de efectos del primero. (Vidal Sánchez. , 1994)

##### **2.2.3.1.1. Causa de los terremotos.**

Los terremotos más importantes son los tectónicos. Para estos el modelo más coherente es el del deslizamiento de una falla o base de desplazamientos bruscos de partes de la falla

### 2.2.3.1.2. *Fallas.*

Una falla es una zona de fracturas donde ha ocurrido desplazamientos de un lado respecto al otro del plano o superficie de fractura. Los terremotos tectónicos se producen por fracturación de la roca o desplazamientos en zonas de debilidad preexistentes.

Una falla activa es aquella que sobre bases históricas sismológicas o geológicas evidencia que tienen alta probabilidad de producir un movimiento relativo. Cuando este deslizamiento es mediante terremotos se la denomina falla sísmica. (Vidal Sánchez, , 1994)

### 2.2.3.2. *Tectónica de placas.*

La tectónica de placas es una teoría unificadora que explica una variedad de características y acontecimientos geológicos se basan en un sencillo modelo de la tierra que expone que la rígida litosfera se encuentra fragmentada, formando un mosaico de numerosas piezas de varios tamaños en movimiento llamado placas tectónicas, que encajan entre si y varían en grosor según su composición ya sea corteza oceánica, continental o mixta.

Existen 28 placas en nuestro planeta, pero las más principales son:

- **Placa Sudamericana.** Abarca toda Sudamérica y parte del atlántico sur
- **Placa Norteamericana.** Cubre Norteamérica, Groenlandia, parte del Caribe y parte del Atlántico, glaciar Ártico y parte de Siberia.
- **Placa Euroasiática.** Abarca euro asía menos India, Arabia y Siberia.
- **Placa Indo australiana.** Cubre la India, Australia y su océano circundante.
- **Placa Africana.** Está conformada por África en su totalidad.
- **Placa Antártica.** Cubre totalmente la Antártida y su océano
- **Placa Pacífica.** Cubre la mayor parte del océano Pacífico. Es la más extensa del planeta.

- **Existen otras placas secundarias:** Cocos, Nazca, filipina, Arábica, Escocesa, Juan de Fuca, del Caribe
- **Micro placas:** Birmania, Yangtze, Timor, Cabeza de pájaro, Panamá, y el resto de las placas, Rivera, Farallón, Ojotsk, Amuria, del el Explorador, Gorda, Kula, Somalí, Sunda.

Las placas tectónicas conocidas como fallas, están en constante movimiento por todo el planeta entre las que se encuentran en nuestro país, la placa Sudamericana y la placa de Nazca, las cuales pasan por toda la costa del Ecuador. (SERVICIO GEOLOGICO MEXICANO, 2017)

**Las escalas utilizadas para la medición de un sismo son, escala de Mercalli y escala de Richter.**

2.2.3.2.1. Escala de Mercalli:

Esta se basa en el efecto o daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente, es decir, evalúa la intensidad del sismo de acuerdo a estos indicadores, por lo que puede ser diferente en los distintos sitios reportados. (T13, 2019)

**Tabla 2:** *Intensidad escala de Mercalli modificada.*

<b>INTENSIDAD EN ESCALA DE MERCALLI</b>
<b>Grado I:</b> Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
<b>Grado II:</b> Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
<b>Grado III:</b> Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable

**Grado IV:** Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.

**Grado V:** Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.

**Grado VI:** Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.

**Grado VII:** Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.

**Grado VIII:** Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en la personas que guían vehículos motorizados.

**Grado IX:** Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.

**Grado X:** Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.

**Grado XI:** Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.

**Grado XII:** Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

**Fuente:** <https://www.t13.cl/noticia/nacional/diferencias-entre-las-escalas-richter-y-mercalli-durante-un-sismo>

**Elaborado por:** Sernageomin

#### 2.2.3.2.2. *Escala de Richter:*

Fue ideada en el año 1935 por el sismólogo Charles Richter, y sus valores van desde el 1 al extremo Abierto, su medición es cuantitativa, mide la energía sísmica liberada en cada sismo independientemente, de la intensidad. Se basa en la amplitud de la onda registrada en un sismograma. Es la manera más conocida y más ampliamente utilizada para clasificar los sismos. (SERVICIO GEOLOGICO MEXICANO, 2017)

**Tabla 3:** *Magnitud escala de Richter.*

MAGNITUD ESCALA DE RICHTER	EFFECTOS DEL SISMO O TERREMOTO
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero solo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

**Fuente:** [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion\\_complementaria/Escalassismos.html?fbclid=IwAR0h\\_10nvzNDah7BDBluHidgQY6SRw8UdNB\\_05WmSSWRcVMK2pzq18ua94](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalassismos.html?fbclid=IwAR0h_10nvzNDah7BDBluHidgQY6SRw8UdNB_05WmSSWRcVMK2pzq18ua94)

**Elaborado por:** SGM.

#### 2.2.3.3. *Riesgos sísmicos en sistemas de agua potable.*

Efectos más concurrentes provocados por sismos son los siguientes:

- Danos leves y graves en infraestructuras
- Hundimientos

- desplazamiento de masa
- Posibles Tsunamis

#### **2.2.3.4. Amenaza sísmica.**

De acuerdo a lo mencionado la amenaza sísmica depende del terreno donde esté ubicado los sistemas de agua potable, para esto existen 5 factores ligados a la actividad sísmica, que provocan daños en el área de estudio.

##### *2.2.3.4.1. Fallamiento:*

Desplazamiento de partes adyacentes de la corteza terrestre, concentrados en zonas de fallas relativamente angostas. Los principales tipos son:

- Transcurrentes.
- Normales.
- Inversas.

##### *2.2.3.4.2. Licuefacción:*

Estado temporal de resistencia al corte, muy pequeña o nula propia de suelos no cohesivos saturados sometidos a acciones vibratorias. Los desplazamientos asociados pueden ser uno o más de los siguientes: Flujos laterales sobre suelos firmes con ángulos menores de unos  $5^\circ$  (desparramiento lateral), subsidencia, o efectos de flotación. Los desplazamientos laterales pueden alcanzar metros, aun en pendientes con inclinaciones tan pequeñas como  $0,5^\circ$  a  $1^\circ$ .

##### *2.2.3.4.3. Deslizamientos:*

Movimiento en masa de terrenos en pendiente debido a fuerzas inerciales inducidas por el sismo, pueden ser:

- Caídas de rocas.
- Deslizamiento de masas superficiales de terreno.

- Traslación y rotación de grandes volúmenes de suelo y roca, por fallamiento a profundidad.

#### *2.2.3.4.4. Densificación:*

Reducción de volumen causado por vibraciones que compartan los suelos no cohesivos, secos o parcialmente saturados. Son similares a los fenómenos que ocurren en la licuefacción, pero sin la presencia de aguas subterráneas.

#### *2.2.3.4.5. Levantamiento tectónico o subsidencia:*

Cambios de dimensiones o topográficos, a nivel regional, asociados a la actividad tectónica. Generalmente resulta distribuido en grandes extensiones. (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 1998)

#### ***2.2.3.5. Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable.***

La vulnerabilidad del sistema de agua potable está compuesta por los siguientes componentes, fuentes; plantas de tratamiento y estaciones de bombeo; tuberías; y tanques de almacenamiento y reservorios.

##### *2.2.3.5.1. Fuentes:*

Se trata de la descripción y el daño sísmico posible de las fuentes de abastecimiento de agua, incluyendo las cuencas hidrográficas, represas y pozos.

##### *2.2.3.5.2. Cuencas hidrográficas:*

Son áreas donde se recolecta el agua producida por la lluvia y los deshielos de los nevados. Por lo general estas alimentan a un arroyo o aun río para luego pasar a una presa y ser retenida para su uso inmediato.

El daño sísmico generado son los deslizamientos que pueden incrementar la turbiedad en las cuencas hidrográficas cuando los terrenos son contaminados por derrumbes ya que estos se encuentran sin protección y son afectados por la erosión.

#### 2.2.3.5.3. Represas y reservorios:

Estas contienen agua para el sistema de abastecimiento generalmente son represas de tierra, de enrocado o de concreto con compuertas, vertederos, conductos, túneles y estructuras de captación.

El daño más representativo es el agrietamiento de su estructura lo cual puede causar un daño leve o el colapso total de la misma.

#### 2.2.3.5.4. Pozos:

Estas aguas subterráneas se extraen mediante pozos o galerías de infiltración, y están compuestas por ocho elementos:

- Acuífero.
- Tubería de revestimiento y tamiz del pozo
- Bomba y motor.
- Suministro de energía.
- Equipo y controles eléctricos.
- Tuberías de conexión.
- Válvulas y accesorios.
- Estructura de la casa del pozo

La geo hidrología de los acuíferos puede cambiar su capacidad de producción de los pozos a causa de un movimiento sísmico. Los acuíferos pueden ser contaminados por aguas negras no tratadas provenientes los alcantarillados cercanos.

#### 2.2.3.5.5. *Plantas de tratamiento y estaciones de bombeo:*

Las plantas de tratamiento de aguas se usan para dar una mejor calidad de agua por razones de una buena salud y se diseñan para tratar aguas superficiales y subterránea.

Las plantas de tratamiento de agua subterránea se usan para ablandar el agua remover hierro o manganeso, u otros contaminantes orgánicos e inorgánicos, son alimentados por pozos y por manantiales.

Los daños sísmicos que se dan en la estructura de los tanques son deslizamientos que se pueden dar en algunos sitios, los canales y conductos grandes de la planta de tratamiento son vulnerables al asentamiento diferencial al incremento de las presiones laterales del suelo y a la flotación.

Estas estructuras deben ser ubicas y planteada en cimientos totalmente consistentes. De lo contrario las estructuras deben ser diseñadas o construidas de manera que resistan las fallas del suelo o el movimiento diferencial esperado.

#### 2.2.3.5.6. *Tanques de almacenamiento y reservorios:*

Los tanques de almacenamiento y reservorios cumplen con una función vital en la acción del sistema después de un sismo pues generalmente depende del agua almacenada para la extinción de incendios

El colapso de tanques a diferencia de otras estructuras de sistema de agua puede convertirse en una amenaza para la seguridad humana. Se debe incluir el número de tanques o fuentes que abastezcan a una zona de presión y la capacidad relativa de cada uno, para que no haya consecuencias de fallas o ruptura de las mismas. (Pardón & Poncelet, 1994)

### 2.2.3.6. *Daños en los sistemas de agua potable.*

Los impactos más significativos provocados por sismos en los sistemas de agua potable son:

- **Impacto social.** - la falta de agua o de la calidad de agua podría comprometer a tener efectos nocivos o dañinos en la salud.
- **Impacto ambiental.** - es causado por el colapso de las tuberías de las aguas, podrían provocar daños en el ecosistema.
- **Impacto económico.** - estos se ven más relacionados con la mayoría de empresas, o emprendimientos que necesitan el agua para su correcto funcionamiento.

Los daños más habituales en los sistemas de agua potables provocado por los sismos son los siguientes:

#### 2.2.3.6.1. *Daños estructurales:*

- Destrucción total o parcial de captaciones, pozos perforados, conducciones, estructuras de almacenamiento, unidades de tratamiento y redes de distribución.
- Roturas de tuberías de conducción y/o distribución; daños en las uniones entre tuberías y en las uniones de las tuberías con los tanques.
- Fracturas en la base de los tanques, reservorios y estructuras de bombeo y de energización. Destrucción de componentes del sistema eléctrico.
- Daños en laboratorios analíticos (cristalería, reactivos, instrumentos, etc.).
- Daños por inundación costa adentro (impacto tsunamis) e introducción de agua marina en acuífero costero.
- Fracturas en los diques de las obras de agua.

- Rotura o caída de placas/laminas en las unidades de floculación y sedimentación en plantas de tratamiento de agua.
- Caída de cilindros de cloro y posible fuga del gas.
- Daños en equipos electromecánicos, paneles eléctricos, transformadores y otros equipos que no se encuentren debidamente anclados.

#### 2.2.3.6.2. *Otros daños:*

- Cambios del nivel de capas freáticas.
- Cambio de sitio de salida de aguas de manantiales y/o cambio de nivel de capa freática.
- Variación del caudal de fuentes superficiales debido al bloqueo o desviación de los cursos de corrientes de agua, o de aguas subterráneas por los cambios en el subsuelo.
- Desplazamientos de las bolsas de agua subterráneas localizadas producto del movimiento de fallas.
- Interrupciones del fluido eléctrico, las comunicaciones y los caminos de acceso.
- Incendios.
- Pérdidas económicas de la empresa operadora por no brindar el servicio de abastecimiento (aplica el caso de empresas autofinanciadas).
- Variación del caudal de los pozos y aumentar su salinidad cuando se encuentran en zonas cercanas a la costa.

#### **Calidad de agua.**

- Modificaciones momentáneas de la calidad del agua de fuentes superficiales provocadas por deslizamientos de tierra. (Schutze, 2010)

### 2.2.3.7. *Comportamiento de un sistema después de un sismo.*

Esta sección define y analiza las categorías de servicios y las prioridades relacionadas con la reducción de daños por terremotos y el suministro de agua potable. Para reducir el daño al sistema de agua potable causado por el terremoto, se deben definir las siguientes prioridades para el funcionamiento normal del sistema:

- **Proteja la vida.** Es necesario prevenir accidentes causados directamente por fallas en la instalación; por ejemplo, el escape de cloro y el colapso de un edificio ocupado
- **Protección contra incendios.** Necesario inmediatamente después del terremoto.
- **Servicios clave.** Después del terremoto, existe una necesidad urgente de brindar servicios a hospitales y pacientes que sufren de diálisis renal y enfriamiento de equipos de comunicación clave.
- **Agua potable y salud pública.** Beba agua hasta tres días después del terremoto. Se puede proporcionar en forma de camión de gas o agua embotellada.
- **Uso de agua comercial, industrial y doméstica.** El agua es necesaria para restaurar el funcionamiento normal básico de la sociedad, como la extinción de incendios, el agua utilizada para calefacción, ventilación, aire acondicionado y sistemas de refrigeración de computadoras (como bancos y comunicaciones) y agua utilizada para procesos. Ducha y lavandería en la industria y el hogar.
- **Daños materiales.** Debido a la ruptura del embalse o tubería, los componentes del sistema de agua se dañan directamente o los efectos secundarios de las inundaciones. (Pardón & Poncelet, 1994)

### 2.3. Definición de Términos (Glosario)

**Amenaza:** es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia. (Ezpeleta, 1993)

**Almacenamiento:** son depósitos para almacenar agua con el propósito de compensar variaciones de consumo, atender situaciones de emergencias como incendios, atender interrupciones de servicio y para prever diseños más económicos del sistema. Es necesario situar estos estanques, con relación al sistema de distribución a fin de asegurar un servicio eficiente. (ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, 2008)

**Captación:** son estructuras y/o dispositivos ubicados en la fuente y destinados a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población. Las tomas son orificios protegidos a través de los cuales el agua entra a una tan quilla y luego a un canal o tubo que la transporta, por gravedad o mediante bombeo, al sitio de consumo. Estas obras deben ser estables, para que en todo tiempo puedan suministrar el caudal estipulado en el diseño. (ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, 2008)

**Caudal:** es una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería, etc.) en una cierta cantidad de tiempo, o sea, corresponde a un volumen de agua (litros, metros cúbicos, etc.), por unidad de tiempo (Segundos, Minutos, etc.). (Bello & Pino, 2000)

**Desastre:** al igual que las emergencias, se trata de situaciones excepcionales y que requieren una atención inmediata, aunque con la diferencia de que generan un impacto mucho mayor en los entornos. Los desastres pueden encadenar varias emergencias y suelen superar la

capacidad de respuesta de los afectados, ya sean comunidades, poblaciones o empresas. (ISOTools EXCELLENCE, 2016)

**Emergencia:** se trata de una alteración puntual de diverso tipo, cuyo origen puede ser tanto interno como externo, y ante la que es preciso desplegar una serie de recursos y soluciones de aplicación inmediata. Las emergencias son la materialización de una amenaza. (ISOTools EXCELLENCE, 2016)

**El riesgo** se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad. (Ezpeleta, 1993)

**Fuente:** Es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo. (ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, 2008)

**Intensidad:** Es una descripción cualitativa de los efectos de los sismos (en ella intervienen la percepción de las personas, así como los daños materiales y económicos sufridos a causa del evento). (Red Sismologica Nacional, 2019)

**Magnitud:** Es utilizada para cuantificar el tamaño de los sismos (mide la energía liberada durante la ruptura de una falla) (Red Sismologica Nacional, 2019)

**Mitigación:** Es La mitigación es el resultado de una intervención dirigida a reducir el riesgo. (DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL, 2015)

**Planta de Tratamiento:** Es el conjunto de estructuras y/o dispositivos destinados a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla a través

de diferentes procesos como: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, etc. (ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, 2008)

**Prevención:** Es el conjunto de acciones cuyo objeto es impedir o evitar que sucesos naturales o antrópicos en combinación con las vulnerabilidades generen daños y pérdidas en las personas, los bienes, los servicios y el ambiente. (DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL, 2015)

**Resistencia:** es la capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin romper. Depende de muchos factores entre los que destacan el material empleado, su geometría y el tipo de unión entre los elementos. (Torres, 2014)

**Rigidez:** es la capacidad que tienen los elementos de las estructuras de aguantar los esfuerzos sin perder su forma (deformarse) manteniendo sus uniones. Las estructuras rígidas se dice que son indeformables. Las estructuras no rígidas pueden perder su forma tras un esfuerzo, se dice que son deformables. (Torres, 2014)

**Resiliencia:** Es la capacidad que tiene una sociedad o un ecosistema de absorber el impacto negativo de un evento adverso y recuperarse del mismo. (DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL, 2015)

**Red de Distribución:** Es el conjunto de tuberías y accesorios destinadas a conducir las aguas a todos y cada una de los usuarios a través de las calles. (ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, 2008)

**Sismos:** Son movimientos vibratorios que se originan en el interior de la tierra y se propagan en forma de ondas, son causados por los movimientos de las placas tectónicas que colisionan entre sí y producen el sismo. (SNGRE, 2019)

**Sistema de agua potable:** es una serie de obras necesarias para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir el agua desde las fuentes, que pueden ser vertientes, quebradas, ojos de agua, etc., hasta una población específica que será favorecida con este servicio, de hecho el sistema de agua potable será eficiente siempre y cuando además de un correcto diseño, se cuente con un personal capacitado para operar y mantener este sistema incluyendo todos los instrumentos y equipos que conforman el mismo. ( Cardenas Jaramillo D. L., 2010)

**Sistema de abastecimiento de agua potable:** Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas por una población y determinada con el fin de satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. (ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, 2008)

**Vulnerabilidad:** son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo. (Ezpeleta, 1993)

#### 2.4. Glosario de acrónimos.

**JAAP-CH:** Junta de Agua Potable El Chorro.

**UEB:** Universidad Estatal de Bolívar.

**SNGRE:** Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.

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

#### 2.5. Planteamiento de hipótesis.

El grado de vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la junta administradora El Chorro es propensa a sufrir desastres de tipo sismo génico ya que está situada en un lugar de alta sismicidad debido a las fallas geológicas existentes en la provincia bolívar, El sistema de agua al estar ubicado en el subsuelo y tener para su funcionamiento un conjunto de tuberías, se ve

sometido a una vulnerabilidad implícita, pues en caso de un sismo, el escenario más probable es una rotura de tuberías lo cual provocaría el daño parcial o total del sistema según la intensidad del evento.

Todo lo expuesto anteriormente es posible determinarlo mediante métodos de entrevistas directas, matrices de diagnóstico y de vulnerabilidad para valorar el sistema de agua potable ante sismos del PNUD y elaboración de mapas para poder conocer los lugares con mayor riesgo sísmico.

## **2.6. Sistemas de Variables**

### **Variable dependiente:**

La vulnerabilidad del sistema de agua potable.

### **Variable independiente:**

La amenaza sísmica en las comunidades Pucara, El Chorro, Chalungoto, San Francisco, de la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

## CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.

### 3.1. Nivel de investigación.

Según la profundidad del tema que se quiere estudiar, lo define como: descriptivo, por lo que se quiere describir lo que sucede en la realidad. Pues bien, se caracterizarán las funciones de los sistemas de agua potable y se estudiarán las variables de amenaza y vulnerabilidad. Y exploratoria por lo que anteriormente no ha sido estudiado, o bien también nos permitirá conocer aspectos nuevos de conocimientos ya existentes. Esto nos ayudara a que si no sabemos a qué nos enfrentamos, lo mejor es explorar primero, antes de llevar a cabo otros análisis.

### 3.2. Diseño.

Por la naturaleza de la investigación, se basará en la investigación de campo no experimental, pues de esta manera se recolectará información claramente y directamente del área de estudio. Actualmente el área de estudio tiene una extensión total de  $2.063.33 m^2$ , teniendo la comunidad de Pucará un área de  $319.67 m^2$ , San Francisco  $326.88 m^2$ , El Chorro  $521.89 m^2$  y Chalungoto  $894.89 m^2$ .

### 3.3. Población.

Las comunidades Pucará, San Francisco, El Chorro, Chalungoto pertenecientes a la junta Administradora de Agua Potable “EL CHORRO” está conformada de 357 familias, considerando un promedio de 5 personas que habitan en cada vivienda, dando un total de 1785 habitantes.

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

- **Análisis documental bibliográfico:** Para realizar este estudio, los siguientes datos se obtuvieron mediante el respectivo análisis de documentos inherentes en temas de evaluación de los sistemas de agua potable.

- **Observación de campo no experimental:** El propósito de este instrumento metodológico es profundizar el conocimiento, ya que se basa en la visita al sitio de investigación, seguido de una ficha de observación, para poder evaluar la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y de una herramienta GPS, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, como obtención de coordenadas lo cual nos permitirá elaborar mapas geográficos.
- **Entrevista directa:** La finalidad de este método es para recolectar datos e información, directamente proporcionada por el personal laboral, referente de la Junta.

### **3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos (Estadístico utilizado).**

**Objetivo 1:** Identificar el estado actual del suministro del sistema de agua de la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” ante un riesgo sísmico.

Se aplicarán observaciones a las instalaciones administrativas y operativas, de igual manera se realizará entrevistas directas al personal de la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” para recopilación de datos informativos actualizados del análisis de agua de laboratorio y entre otros.

**Objetivo 2:** Valorar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.

Para este objetivo se trabajará con las fichas metodológicas para el levantamiento de información del documento “PROPUESTA METODOLÓGICA, ANALISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL MUNICIPAL DEL ECUADOR”, publicado en el año 2012 en la ciudad de Quito por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. (PNUD, SNGR, 2012)

Las matrices que se consideraron para el respectivo levantamiento de información de los sistemas de agua potable son:

**Matrices de diagnóstico:**

- Matriz A: Características del sistema de agua potable. **(Véase anexo 1)**
- Matriz A1: Descripción de los componentes del sistema: Captación, línea de conducción, tratamiento, red de distribución. **(Véase anexo 2-3-4-5)**

**Matrices de vulnerabilidad:**

- Matriz E1: Sistema de agua potable: Captación, conducción, tratamiento.  
**(Véase anexo 6)**
- Matriz E2: Sistema de agua potable Funcional: Captación, conducción, tratamiento.  
**(Véase anexo 7)**

Para su respectiva ponderación se trabajará con la siguiente tabla:

**Tabla 4:** Nivel de vulnerabilidad del sistema de agua en la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”.

Rangos	Nivel de Vulnerabilidad
0 a 33	Bajo
34 a 66	Medio
67 a 100	Alto

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

Adicionalmente se utilizará CypeCad, que es un software que nos ayuda a realizar diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón, acero laminado, acero armado, mixtas, aluminio, madera y de igual manera nos sirve para modelizar cualquier 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 a sus viviendas, conservando las cualidades de las mismas e impidiendo sus pérdidas y su contaminación.

**Objetivo 3:** Establecer zonas propensas a riesgos sísmicos en el lugar de estudio del sistema de agua potable.

En este objetivo se trabajará con el programa ArcGIS 10.8 que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, para lo cual se utilizará shapefiles de sismos, provincias, cantones, parroquias y red vial del Ecuador, obtenidos de las páginas web (Sistema Nacional de Información., 2017) (Geoportal; Instituto Geográfico Militar., 2017).

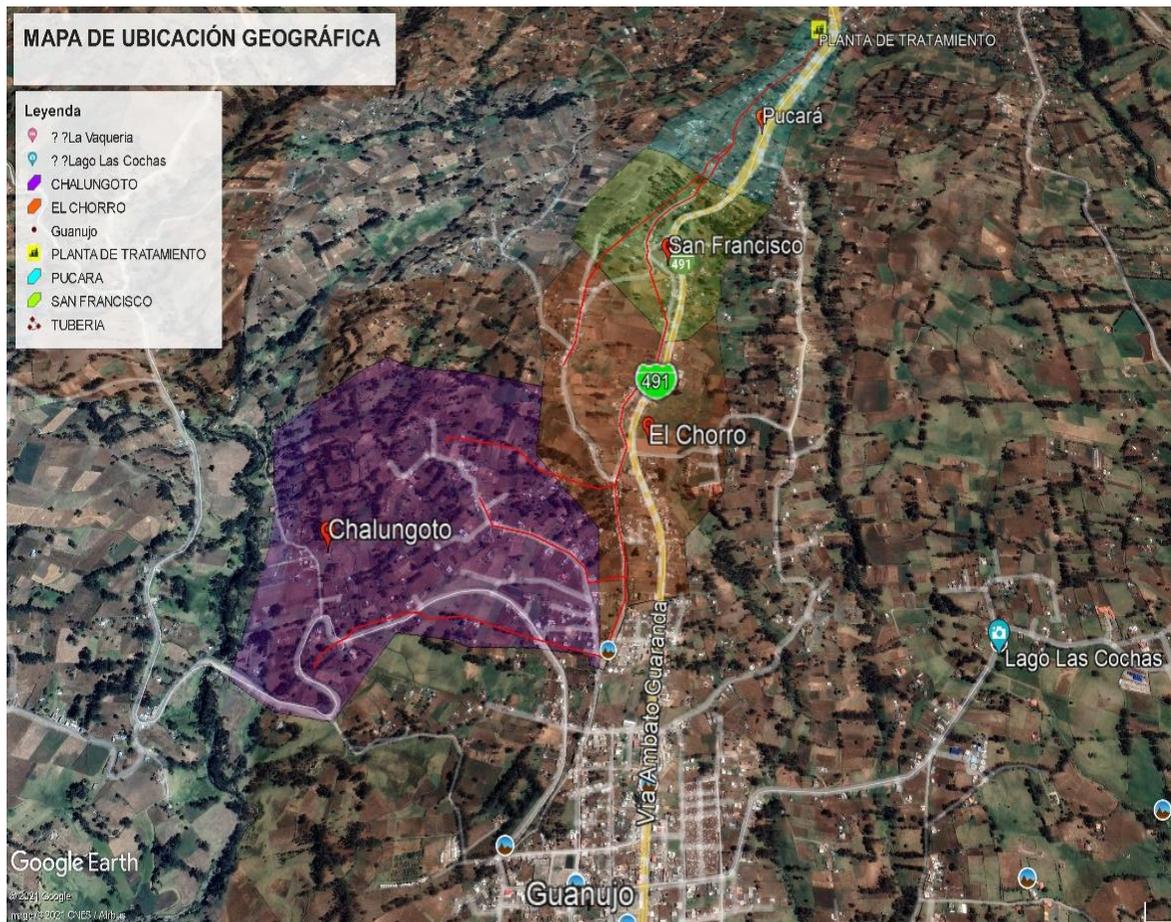
Para conocer el recorrido de las tuberías, ubicación de la planta de tratamiento, tanques para revisión, válvulas, tapones, reducciones del sistema de agua potable, se trabajará con la herramienta GPS el cual servirá para la obtención de coordenadas UTM y altitud del lugar de estudio.

## CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

### 4.1. Resultados según objetivo 1: Identificar el estado actual del suministro del sistema de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro” ante un riesgo sísmico.

#### 4.1.1. Estado actual del sistema de abastecimiento del agua.

*Imagen 1: Ubicacion geográfica del sistema de agua potable El Chorro.*



**Fuente:** Google Earth.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

La Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” se encuentra ubicado en la parroquia Guanujo del Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, misma que fue creada el 22 de junio de 1993, a las 11h15, por Víctor Manuel Guerrero en calidad de presidente de la junta, la cual se encuentra

ubicado en la calle que conduce a San Francisco en las coordenadas UTM (WGS 84) longitud 721548 E y latitud 9828705 N, la infraestructura de la misma es de hormigón armado, de dos pisos, la primera planta es de 6x5 mt. En la cual funcionan las oficinas del Presidente, secretaria, tesorero y los vocales, y cuenta con un baño de 4x2 mt. La segunda planta es de 6x7 mt. para las reuniones generales.

El Agua para todas las comunidades pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” proveniente de una fuente hídrica con características de una Quebrada sin nombre la cual alimenta la Quebrada Curipaccha, a la cota de 3673 msnm, cuyo sitio de captación se encuentra ubicado en los terrenos de los herederos Fulgencio Chacha, ubicado en la comunidad de Quindigua, perteneciente a la parroquia Guanujo del cantón Guaranda, provincia Bolívar.

**Ubicación:** Coordenadas UTM (WGS 84).

- Longitud: 732638 E.
- Latitud: 9834029 N.
- Caudal: 36.8 l/s.

Existiendo un déficit hídrico en la Fuente de un 73%, con respecto al aforo en el año 1996 que fue de 50.54 l/s.

**Datos del sitio:**

- Acceso complicado.
- El uso del recurso es muy importante actualmente.
- Aproximadamente 10km de conducción.
- El agua requiere de tratamiento.

**Tabla 5:** Análisis del agua de laboratorio de la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”.

<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO-BACTERIOLÓGICO</b>		
<b>ANÁLISIS/UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
<b>PH Unidades</b>	6,8	6-9
<b>Turbiedad NTU</b>	7	5 NTU
<b>Color UPC</b>	7	15
<b>Dureza mg/LCaCO<sub>3</sub></b>	6	300 mg/l
<b>Conductividad Us/cm</b>	1232	
<b>TDS mg/L</b>	71	1000 mg/l
<b>Cloro residual</b>	0,50	0,3-1,5 mg/l
<b>Hierro mg/l</b>	0,01	0,3 mg/l
<b>Nitratos mg/l</b>	0008	50 mg/l
<b>Nitritos mg/l</b>	2,85	3 mg/l
<b>Temperatura °C</b>	10°C	

Para su tratamiento se utilizó HP y PAC. (20PPM. Y S PPM)		
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>		
<b>COLIFORMES TOTALES EN 24 horas (FX M/1000ml)</b>	<b>RESULTADOS 0</b> Ausencia	Parámetro resolución 2115/07:0 UFC/100 CM <sup>3</sup> DE MUESTRA

**Fuente:** LABORATORIO INDEPENDIENTE Lic. Yunexi. M Duarte.

**Elaborado por:** LABORATORIO INDEPENDIENTE Lic. Yunexi. M Duarte.

**Cobertura del sistema:**

Cuenta con una cobertura del 96% para las comunidades El Chorro, Pucara, Chalungoto y San Francisco.

**Tipo de Usuario:**

- Domestico: 96%

**Consumo medio diario (cmd):**

$$\text{cmd} = \frac{D * N}{86400 \text{ s}} \text{ El consumo medio anual diario (en l/s).}$$

Se calcula con la fórmula:

**D:** dotación (l/hab\*día)

**N:** Número de habitantes servidos.

(SECRETARIA DEL AGUA )

$$\text{cmd} = \frac{D * N}{86400 \text{ s}}$$

**D:** 100 l/hab\*día

**N:** 1785 Habitantes

$$\text{cmd} = \frac{1785 \text{ hab} * 100 \frac{\text{l}}{\text{hab}} * \text{dia}}{86400 \text{ s}}$$

$$\text{cmd} = \frac{178500 \text{ l} * \text{día}}{86400 \text{ s}}$$

$$\text{cmd} = 2,07 \frac{\text{l}}{\text{s}} \text{ día}$$

En caso de alguna complicación en las tuberías la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” no cuenta con una reserva.

## **4.1.2. Diagnóstico del sistema de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro”**

### **4.1.2.1. Componentes del sistema de agua.**

Los componentes principales de sistema de agua potable son tres y son de gran importancia para el abastecimiento del líquido vital para las personas de estas comunidades pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”

- Captación
- Conducción
- Tratamiento y distribución

#### **Captación:**

Mediante proyecto presentado por el MIDUVI-Bolívar y conjuntamente con los consumidores de la Junta Administradora se construyó una represa la cual es de estructura de asbesto cemento, en la cual capta el recurso, proveniente de las fuentes mediante un tubo de PVC de 90 mm de los caudales de la quebrada Curipaccha, ubicado en el costado izquierdo a unos 200 metros en la cota 3679 msnm, en las Coordenadas UTM (WGS 84) longitud 732803 E y latitud 9834424 N. en calidad de incremento.

#### **Conducción:**

La conducción es un conjunto de tuberías destinado al transporte del líquido vital para satisfacer las necesidades de la población desde la represa de captación hasta la planta de tratamiento, para las comunidades pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” la cual la conducción se efectúa mediante tuberías de 90 mm que en gran parte se encuentran enterradas y otras en forma aérea, las cuales conducen el agua a las comunidades

anteriormente mencionadas ubicadas a 10 km en la que existen tanques repartidores, desde las cuales se reparte el agua a todos los usuarios para el consumo humano.

La represa y las tuberías atraviesan los terrenos de los herederos Fulgencio Chacha, en una longitud de 1,5 kilómetros de distancia.

**Tratamiento y distribución:**

Para la respectiva distribución a toda la población se reparte el agua en mangueras de ½ pulgada para su consumo humano.

Para el tratamiento se toman muestras directas de la cisterna y se las traslada a un laboratorio para su respectivo estudio, ya que no cuenta con una planta de tratamiento específico.

La planta potabilizadora de agua cuenta con 7.5 litros por segundo.

#### **4.2. Resultados según objetivo 2: Valorar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.**

La respectiva tabulación de los datos se lo realizaron mediante los programas de Excel y Word, para realizar el análisis se utilizaron resultados y porcentajes mediante la información que se presentan en cuadros, estos resultados son designados a cada variable y son multiplicadas por la ponderación que se lo establece según el tipo de amenaza, los resultados de esta operación son sumados para dar un resultado entre las variantes del 1 al 100, para dar como resultado el grado de vulnerabilidad tanto para la captación, conducción y tratamiento del sistema de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro”; este trabajo se realizó mediante la metodología del (PNUD, SNGR, 2012), tomando información mediante matrices en la zona de estudio y así obtener las ponderaciones y análisis, arrojando como resultado lo presentado a continuación:

**Tabla 6:** Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Captación.

Factor de Vulnerabilidad	Variable de Vulnerabilidad-intrinsecas	Indicadores	AMENAZA					Valores	Ponderación Sísmica	Valor Máximo
			Sísmica	Inundación	Deslizamientos	Volcánica Lahar/flujo	Volcánica ceniza			
Agua Potable Captación	Estado Actual	Bueno		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	1	5
		Regular	5	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Malo		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Antigüedad	0 a 25 años		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	2,5	25
		25 a 50 años	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Mantenimiento	Planificado		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	1,5	7,5
		Esporádico		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Ninguna	5	N/A	N/A	N/A	N/A			
	Material de construcción	PVC		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	3	30
		Hormigón		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Asbesto-cemento	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	2	20
		Entre el IEOS y la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A			
Luego de la norma local		10	N/A	N/A	N/A	N/A				
<b>TOTAL GRADO DE VULNERABILIDAD</b>									<b>87,5</b>	

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

**Tabla 7:** Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Conducción.

Factor de Vulnerabilidad	Variable de Vulnerabilidad-intrinsecas	Indicadores	AMENAZA					Valores	Ponderación Sísmica	Valor Máximo
			Sísmica	Inundación	Deslizamientos	Volcánica Lahar/flujo	Volcánica ceniza			
Agua Potable Conducción	Estado Actual	Bueno		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	1	10
		Regular		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Malo	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
	Antigüedad	0 a 25 años		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	2,5	25
		25 a 50 años	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Mantenimiento	Planificado		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	1	10
		Esporádico		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Ninguna	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
	Material de construcción	PVC	1	N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	3	3
		Hormigón armado		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Asbesto-cemento		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Tierra		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Estándares de diseño y construcción	Ante de IEOS		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	2,5	25
		Entre el IEOS y la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A			
Luego de la norma local		10	N/A	N/A	N/A	N/A				
<b>TOTAL GRADO DE VULNERABILIDAD</b>									<b>73</b>	

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

**Tabla 8:** Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Sistema de Tratamiento.

Factor de Vulnerabilidad	Variable de Vulnerabilidad-intrinsecas	Indicadores	AMENAZA					Valores	Ponderación Sísmica	Valor Máximo
			Sísmica	Inundacion	Deslizamientos	Volcánica Lahar/flujo	Volcánica ceniza			
Agua Potable Tratamiento	Estado Actual	Bueno		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	1	5
		Regular	5	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Malo		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Antigüedad	0 a 25 años		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	2,5	12,5
		25 a 50 años	5	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Mantenimiento	Planificado		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	1	10
		Esporádico	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
		Ninguna		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Material de construcción	Hormigón armado	0	N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	3	0
		Asbesto-cemento		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Mampostería de ladrillo		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Mampostería de piedra		N/A	N/A	N/A	N/A			
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS		N/A	N/A	N/A	N/A	0,1,5,10	2,5	25
		Entre el IEOS y la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A			
		Luego de la norma local	10	N/A	N/A	N/A	N/A			
	<b>TOTAL GRADO DE VULNERABILIDAD</b>									<b>52,5</b>

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

**Tabla 9:** Ponderación total y valor máximo de vulnerabilidad.

SISTEMA DE AGUA POTABLE	Nivel de vulnerabilidad frente a eventos sísmicos	
	Junta Administradora de Agua Potable "El Chorro"	
Captación	Alta	87,5
Conducción	Alta	73
Tratamiento	Media	52,5

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

### **Análisis:**

Para realizar el análisis y la valoración de la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la junta administradora “El Chorro” del Cantón Guaranda, Provincia Bolívar; se utilizó la metodología del Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo del Ecuador Obteniendo los siguientes resultados.

**Captación:** El valor máximo frente a un riesgo sísmico es de 87,5 reflejando un nivel de vulnerabilidad **ALTA**.

**Conducción:** el resultado del valor máximo obtenido en esta zona frente a un evento sísmicos es de 73, proporcionando un nivel de vulnerabilidad **ALTA**.

**Tratamiento:** el resultado del valor máximo en la zona de tratamiento frente a un evento sísmico es de 52,5 obteniendo un nivel de vulnerabilidad **MEDIA**.

**Tabla 10:** Síntesis de la vulnerabilidad funcional de redes vitales de la Junta Administradora de agua potable “El Chorro”.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Ponderación Funcionamiento	Rangos	Vulnerabilidad funcional		
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	> 80%	1	4 al 6	BAJO		
		50 a 80%		7 al 9	MODERADA		
		< 50%		10 al 12	ALTA		
	Dependencia	Sin servicio			VALOR MÁXIMO 12 VALOR MÍNIMO 4		
		Sin dependencia					
	Redundancia	Con dependencia	2				
		Más de una					
		Una					
	Capacidad de Intervención	Ninguna	3				
		Personal calificado y equipamiento					
		Personal calificado sin equipamiento					
			Sin personal calificado ni equipamiento	3			
			<b>TOTAL</b>	<b>9</b>		<b>MODERADA</b>	

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

### Análisis:

El valor obtenido en la vulnerabilidad funcional de las redes vitales es de 9 arrojando un nivel de vulnerabilidad MODERADA, tomando en cuenta que el valor mínimo es 4 y el valor máximo es 12.

**Análisis general del objetivo 2:** Valorar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.

La Junta Administradora del Sistema de Agua Potable “El Chorro” del cantón Guaranda, Provincia Bolívar, se encuentra ubicada en un lugar con desniveles de suelo todo de origen volcánico, con un alto grado de exposición de amenaza sísmica.

Los resultados obtenidos ante la vulnerabilidad sísmica en la zona de captación y conducción son **ALTAS**, mientras que en la de tratamiento es **MEDIA**.

La vulnerabilidad Funcional de la Junta Administradora del Sistema de Agua Potable “El Chorro” frente a la vulnerabilidad sísmica presentadas en las matrices anteriormente descritas y analizadas:

El nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable es **MODERADA**.

### 4.2.1. Procedimiento y aplicación del programa CypeCad en abastecimiento de agua.

El abastecimiento de agua ha sido concebido para el diseño, cálculo, comprobación y dimensionamiento automático de redes de suministro de agua, malladas, ramificadas y mixtas, el cual sirve para realizar una modelación de cualquier tipo de distribución de agua que está conformada por tuberías, válvulas y otros elementos, y así conducir el agua desde la captación hasta las acometidas en cada una de las viviendas conservando las respectivas cualidades e impidiendo el desperdicio o contaminación del sistema de agua.

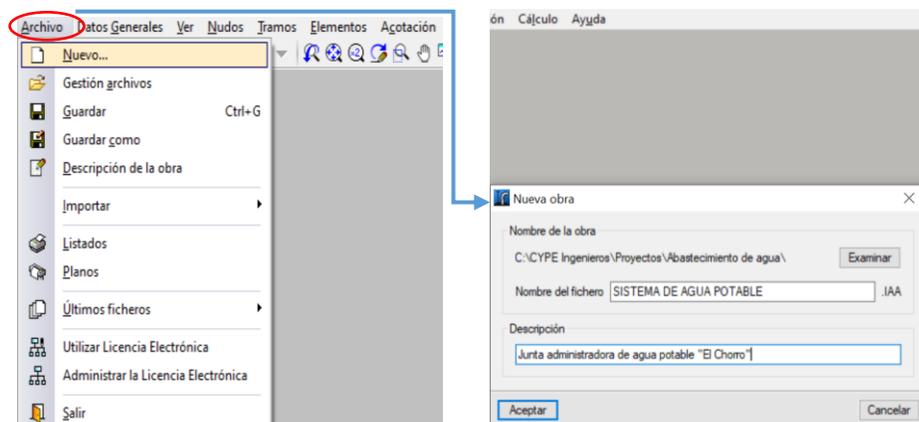
#### 4.2.1.1. Creación de una nueva obra.

Una vez obtenido los resultados de las matrices del PNUD para determinar el grado de vulnerabilidad tanto para la captación, conducción, tratamiento y distribución del sistema de agua potable de la Junta Administradora “El Chorro”; procedemos a trabajar en el programa CypeCad para así concretar y comprobar los resultados.

- Seguir los siguientes pasos para crear la obra.

Pulsamos sobre el icono **archivo** > **nuevo**, en la nueva ventana que se nos abre introducimos la información que se necesita y damos clic en aceptar.

*Imagen 2: Creación de una nueva obra.*



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quinguanu y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.2. Datos generales de la instalación.

##### 4.2.1.2.1. Pestaña General.

Tras haber aceptado lo anterior aparecerá la nueva ventana de “**Datos generales**” que nos permitirá ingresar datos como: título, dirección, población, fecha, material a utilizarse y tipo de suelo de la zona de estudio.

*Imagen 3: Datos generales de la instalación.*

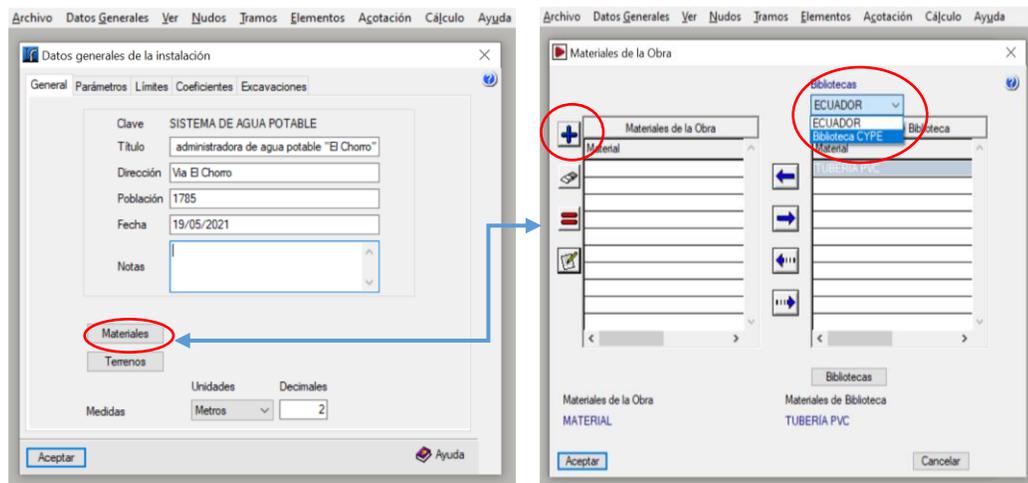
**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### **Materiales de la obra.**

En la pestaña de materiales damos clic y se nos abrirá la ventana de “**Materiales de la obra**”, en la cual nos muestra una opción de la “**Biblioteca de Cype**”, con materiales de tuberías predeterminadas o damos clic en el icono “+” para crear nuestro propio listado de tuberías con sus respectivas dimensiones.

*Imagen 4: Materiales de la obra.*

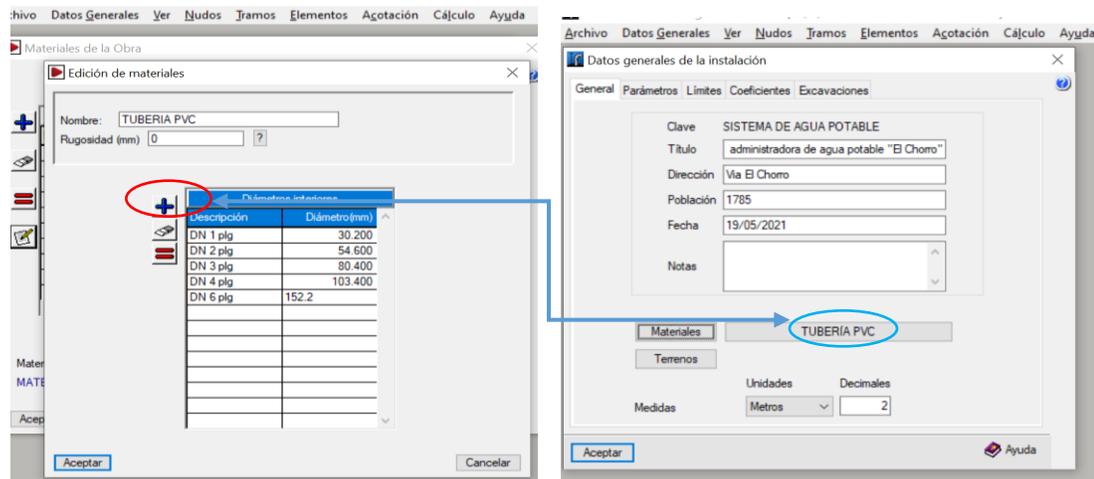


Fuente: CypeCad.

Elaborado por: Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

Una vez abierta la nueva ventana para la “**Edición de materiales**” ingresamos los datos correspondientes tanto en los cuadros de la descripción como en el diámetro de las tuberías en milímetro, damos clic en aceptar y pasamos nuestra nueva lista a la parte izquierda para que aparezca en los datos generales.

*Imagen 5: Edición de materiales.*



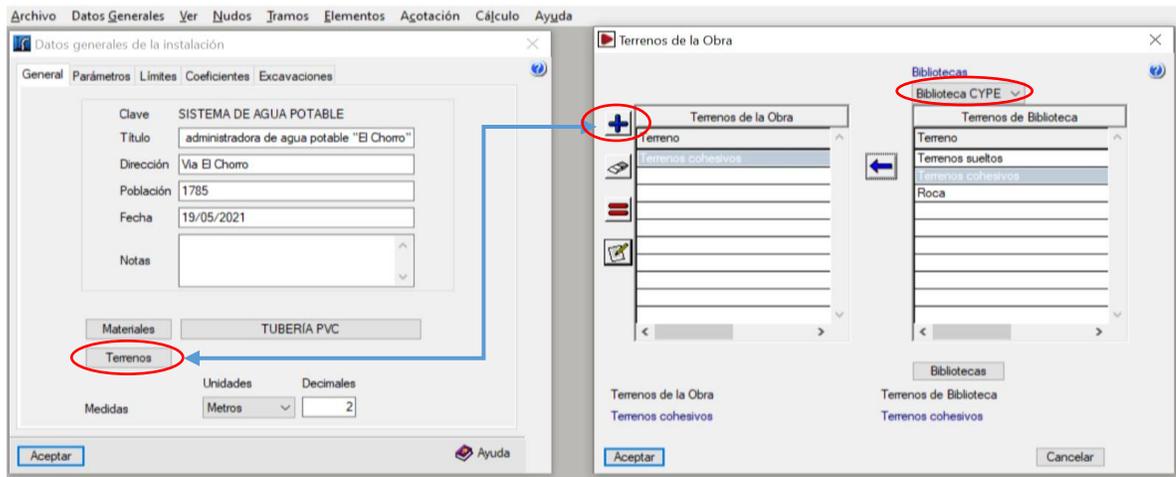
Fuente: CypeCad.

Elaborado por: Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

## Terrenos de la obra.

A continuación, damos clic en la opción “**Terrenos**”, escogemos el tipo de terreno ya sea sueltos, cohesivos o rocas que vienen predeterminados o de igual manera creamos uno nuevo, en base a la necesidad de nuestra obra y pasamos nuestra nueva lista a la parte izquierda para que aparezca en los datos generales y damos clic en aceptar.

*Imagen 6: Terrenos de la obra.*

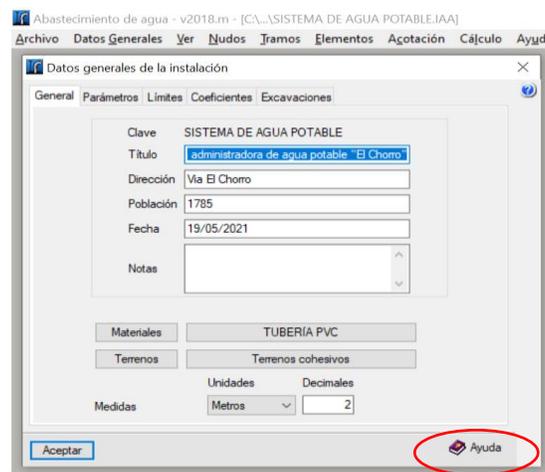


**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingauano y Fabricio Chata.

Quedando los datos generales de la siguiente forma, teniendo también como una opción la pestaña de ayuda para podernos guiar de una mejor manera.

*Imagen 7: Datos generales de la instalación ( General)*



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingauano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.2.2. Pestaña de parámetros.

En la pestaña de parámetros tenemos dos opciones:

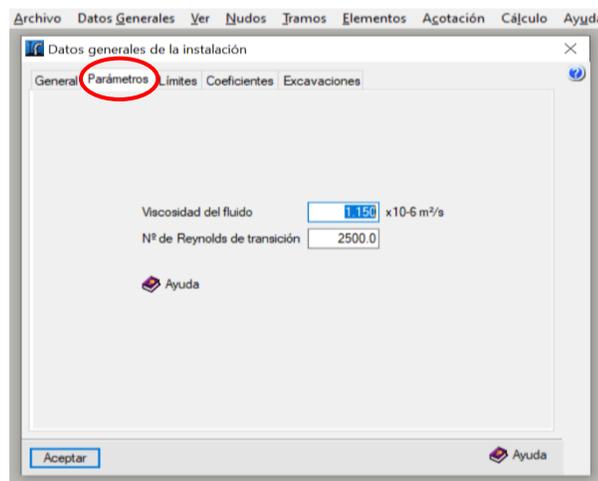
La viscosidad del fluido; por lo general siempre es lo mismo  $1.150 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , estos valores no deben modificarse salvo en casos excepcionales y conociendo perfectamente sus implicaciones.

En el caso de N° de Reynolds; este valor se toma como frontera de aplicación de la formulación. Su valor suele establecerse entre 2000 y 4000. Puede modificarse en el caso exacto que sepamos con que trabajar caso contrario se trabajara con la misma.

Estos valores podrán ser modificados en caso de trabajar con otro tipo de fluido.

Para realizar nuestra obra trabajamos la viscosidad del fluido con;  $1.150 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , y para el N° de Reynolds de transición con 2500 que vienen ya predeterminados en el programa.

**Imagen 8:** Parámetros de los datos generales de la instalación



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.2.3. Pestaña de límites.

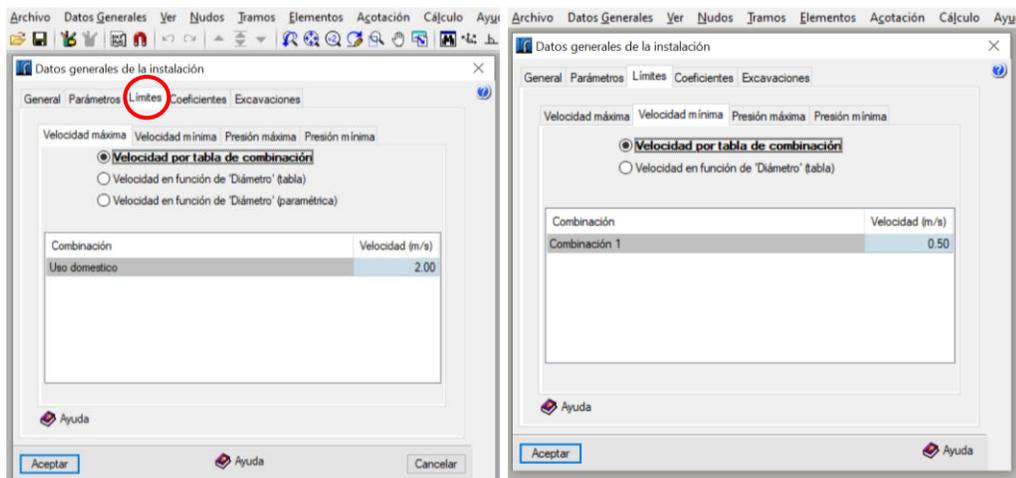
Pasamos a la pestaña de “**Límites**” donde vamos ir estableciendo los valores mínimos y máximos del programa ya que si el valor sobrepasa o esta menos de lo establecido nos dará error.

Para la opción de “**velocidad**” se implantan límites máximos y mínimos del agua en la conducción, que actúan a dos niveles:

- La velocidad máxima. - se suele trabajar entre 1,5 y 2 m/s, para evitar fenómenos de arrastre y ruidos, así como grandes pérdidas de carga.
- La velocidad mínima. - se trabaja con 0,5 m/s, ya que por debajo de 0,5 m/s existen procesos de sedimentación y estancamiento.

Para nuestra obra se trabajó con una velocidad máxima de 2 m/s y la velocidad mínima con 0,3 m/s que son datos específicos de la norma para las tuberías con la cual se trabaja en el Ecuador.

**Imagen 9:** Velocidad máxima y mínima.



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

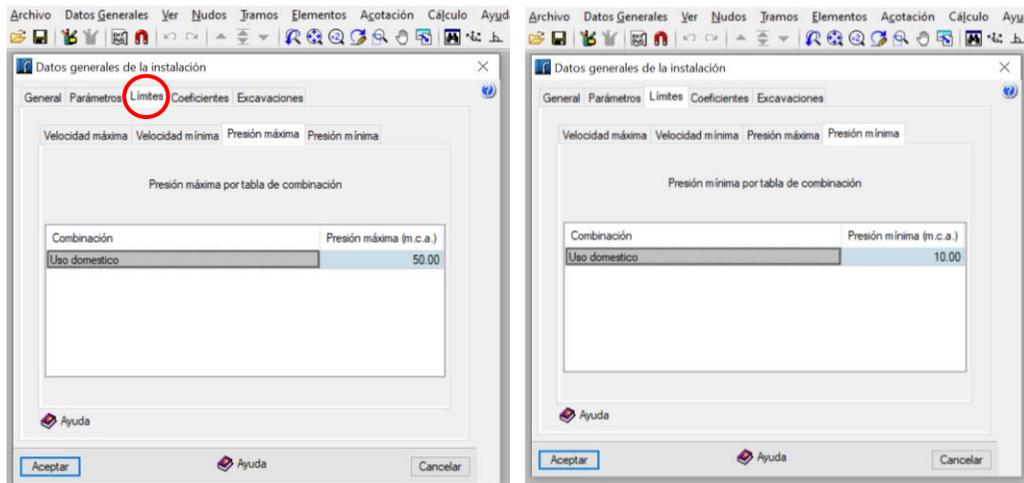
### **Los límites de presión mínima y máxima actúan de dos maneras diferentes:**

En el cálculo, actúan como alarmas de salida de rango de la presión, indicando en colores si en un nudo se ha rebasado la presión máxima o se ha quedado por debajo de la presión mínima.

A nivel de redimensionado, actúan como limitación de rango en la presión de los nudos, de forma que el programa busque la solución que permita un mayor número de nudos en dicho rango.

La presión máxima con la que se trabajó para nuestra obra es de 50 m.c.a y la presión mínima de 10 m.c.a. que vienen predeterminado en el programa.

**Imagen 10:** Presión máxima y mínima.



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.2.4. Pestaña de coeficientes.

En la pestaña de “**coeficientes**” Existe la posibilidad de utilizar dos coeficientes en los cálculos:

Coefficiente de simultaneidad, que permite, de forma general a toda la obra y en todas las combinaciones, aplicar un factor en tanto por uno a los consumos de agua para poder simular, por ejemplo, funcionamientos en diferentes momentos del día o cambios estacionales.

Coefficiente de mayoración de longitudes, que actúa como un porcentaje adicional sobre la longitud resistente de los tramos, de forma que puedan simularse pérdidas de carga debidas a elementos especiales, como válvulas, codos, derivaciones, este valor se establece por defecto en un 20%.

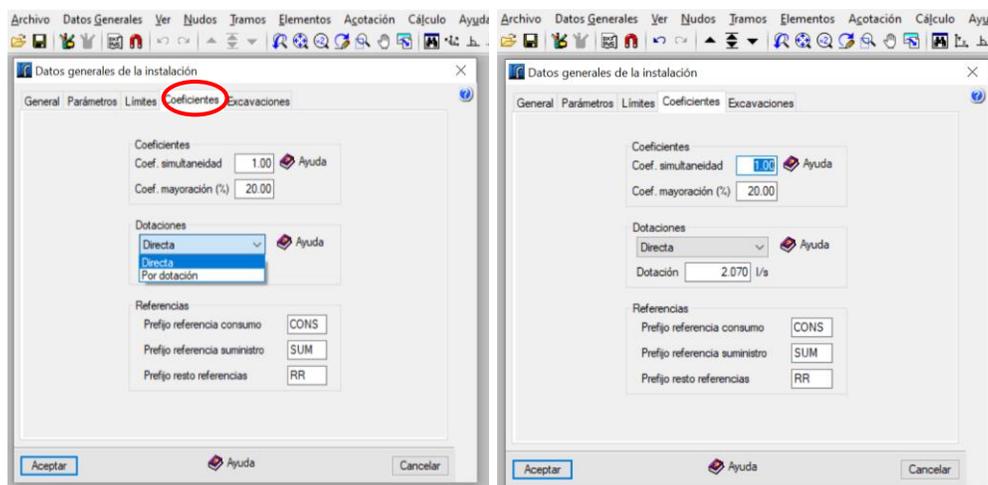
Estos coeficientes son opcionales, y si no se quieren considerar en el cálculo, debe utilizarse una simultaneidad igual a 1 y un coeficiente de mayoración del 0%.

De igual manera hay dos tipos de dotación que se pueden dar de forma directa y por dotación.

De forma directa estamos hablando que se realiza un precalculo que sabemos cuántas casas o cuanto consumo se va dar a un nudo y por dotación es que no existe un precalculo definido.

Para nuestra obra se trabajó con una dotación directa de 2.07 litros por segundo ya calculado anteriormente.

**Imagen 11:** Coeficientes de los datos generales de la instalación.



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.2.5. Pestaña de excavaciones.

En instalaciones de abastecimiento de agua pueden establecerse dos valores para el cálculo de excavaciones:

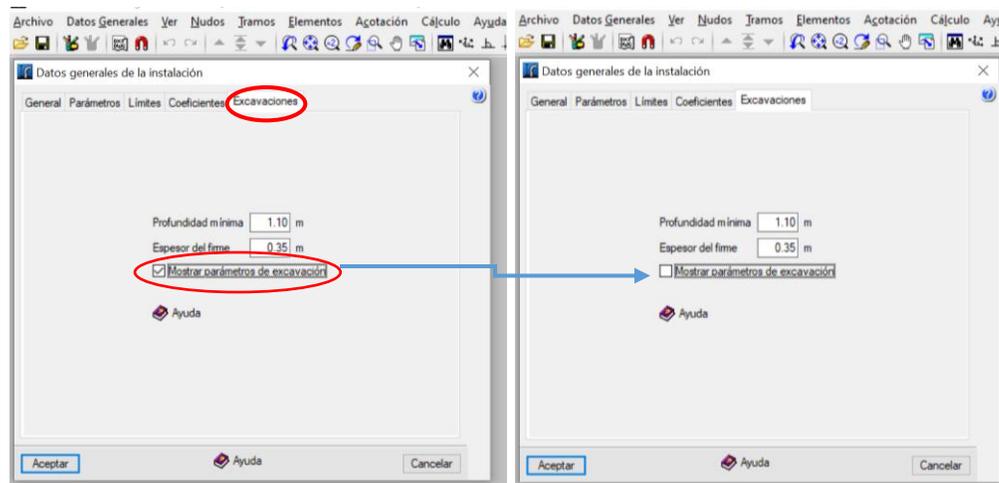
**Profundidad mínima**, la profundidad mínima se mide desde la cota rasante hasta la arista superior de la cara interior de la conducción. Automáticamente, cuando se crean nuevos tramos, se establece la profundidad de la conducción en el límite de cumplimiento de esta profundidad mínima. **Espesor del firme**, esta indica la distancia por defecto entre la rasante y el terreno modificado. Este valor se resta por defecto a la cota de rasante para obtener la cota del terreno sin

necesidad de teclearla. Adicionalmente, si se cambia la cota del terreno, se avisará de que no se cumple el espesor del firme establecido.

Para poder calcular los volúmenes de excavación de la instalación, es necesario tener definido al menos un terreno, así como proporcionar cotas y profundidades en los nudos. En caso de que no se desee introducir esta información, es posible desactivar esta opción quitando la marca de opción en “Mostrar parámetros de excavación”.

Para nuestra obra no introducimos esta información para no calcular la excavación y procedimos a desactivarla dando clic en 'Mostrar parámetros de excavación' señalados en la siguiente figura.

**Imagen 12:** Excavaciones de los datos generales de la instalación.



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.3. Importación del plano en DXF o DWG al CypeCad.

Para poder subir esta plantilla lo más cómodo es en DXF o DWG para facilitar la geometría de la estructura y para esto seguiremos los pasos a continuación:

Seleccionamos el icono “**Editar plantilla**” de la respectiva barra de herramientas de la misma.

**Imagen 13: Importar plantilla.**

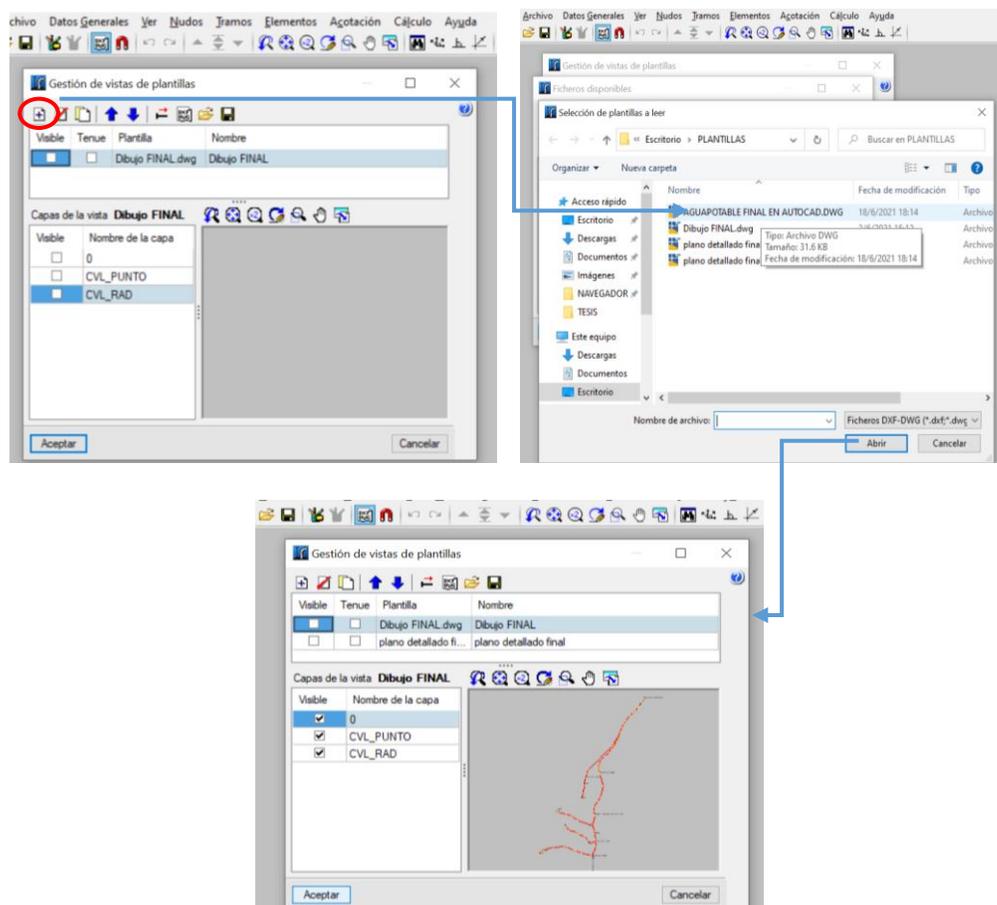


**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

Se abrirá una ventana de gestión de vistas de plantilla y damos clic en la opción + para añadir, buscamos la ruta donde guardamos la plantilla, damos clic en abrir y pulsamos aceptar.

**Imagen 14: Gestión de vista de plantilla.**



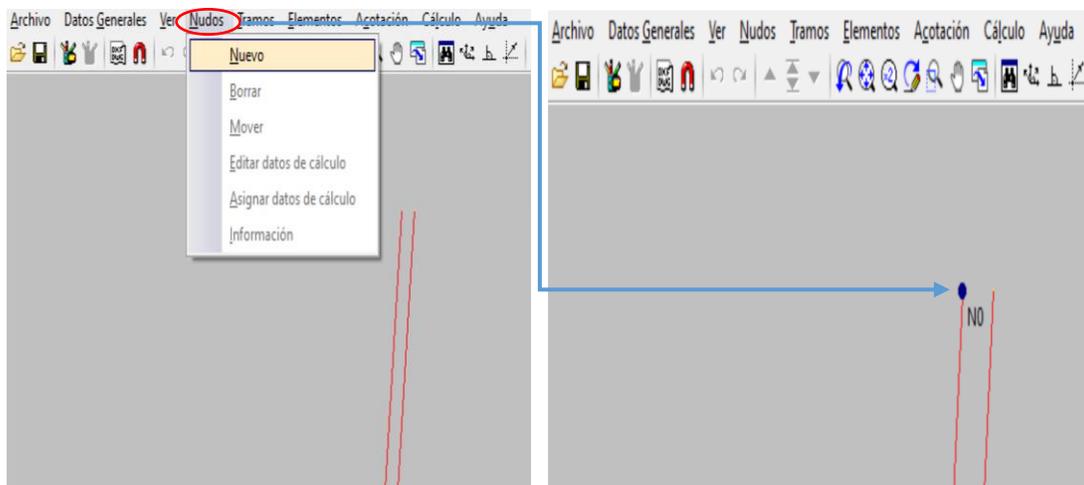
**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.4. Introducción de nudos y tramos para el sistema de agua potable.

Para colocar los nudos hacemos zoom con la rueda del mouse y damos en la opción “**Nudos**” de la barra de herramientas y seleccionamos nuevo, damos clic izquierdo y damos aceptar y se creara el nudo eso realizamos para cada uno de los nudos.

*Imagen 15: Inserción de Nudos.*



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

Una vez ingresado todos los nudos podremos ir a la opción de “**Nudos**” y dar clic en “**Editar datos de calculo**” y aremos clic sobre el nudo que editaremos.

Posteriormente se abrira una ventana de “**Edición del nudo**” donde nos dara opciones de tipos de nudo como: de consumo, de transicion, suministro general.

Los nudos se crean, si no se especifica lo contrario, como nudos de transición, es decir, nudos sin consumo que nos permiten realizar cambios de dirección conservando la unidad del tramo en el dimensionado. En el momento en que editamos un nudo, este pasa a ser un nudo de consumo. Para nudos de consumo pueden definirse: **Caudal consumido en el nudo**. Este puede introducirse para cada hipótesis de forma directa o bien indicando el número de unidades de una determinada dotación. La última columna nos muestra el caudal total.

**Cota del nudo**, es decir, la cota de la arista inferior en la cara interior de las tuberías en el entronque con el nudo.

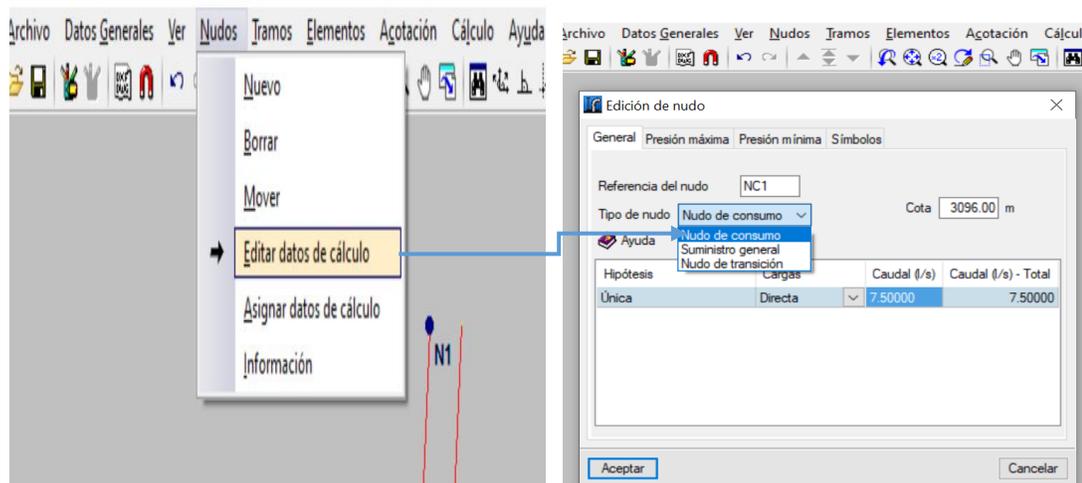
También puede cambiarse el tipo de nudo para pasarlo a nudo de suministro, en cuyo caso los datos solicitados son:

**Nivel de depósito**, o lo que es lo mismo, la presión disponible en el nudo de suministro. Este nivel puede especificarse para cada combinación, de forma que pueden simularse diferentes condiciones de funcionamiento de la instalación para diferentes alturas de suministro.

**Cota del nudo**, es decir, la cota de la arista inferior en la cara interior de las tuberías en el entronque con el nudo.

Se puede devolver un nudo a su estado original como nudo de transición, es decir, con consumo 0 y características especiales en los listados y planos, pero el programa determinará si por su situación resulta un nudo singular, después de llenar cada uno de los datos generales, presión que ya viene definido desde los datos generales damos en aceptar.

**Imagen 16:** Edición de datos de cálculo.

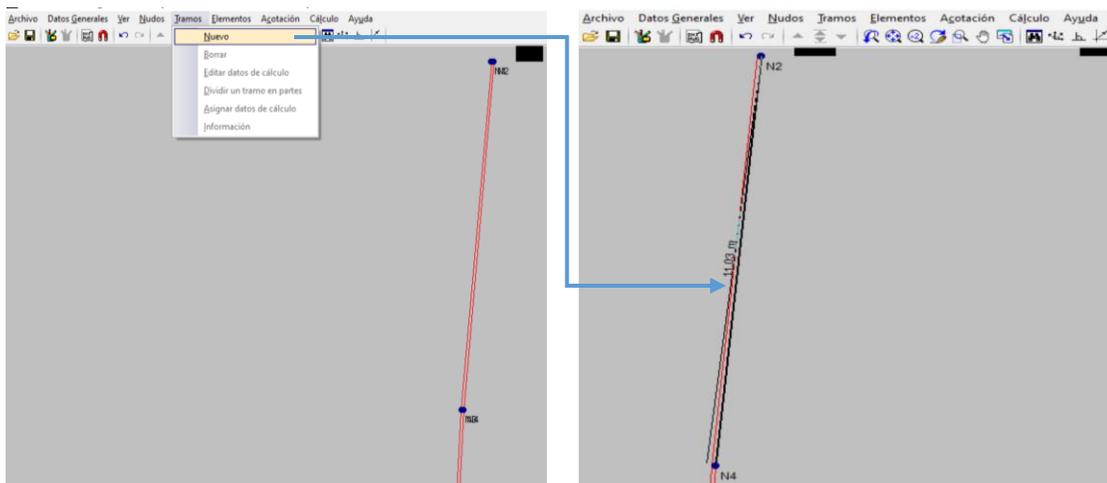


**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

Para colocar los tramos de nudo a nudo hacemos zoom con la rueda del mouse y damos en la opción “**Tramos**” de la barra de herramientas y seleccionamos nuevo, damos clic izquierdo y damos aceptar y se crea el tramo eso realizamos para todos los tramos.

*Imagen 17: Inserción de tramos.*



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

Una vez ingresado todos los nudos podremos ir a la opción de “**Tramos**” y dar clic en “**Editar datos de calculo**” y aremos clic sobre el nudo que editaremos.

Posteriormente se abra una ventana de “**Edición del tramo**” donde nos dara opciones como general, caudal, velocidad maxima y minima para cada tramos.

*Los tramos en instalaciones hidráulicas tienen los siguientes parámetros:*

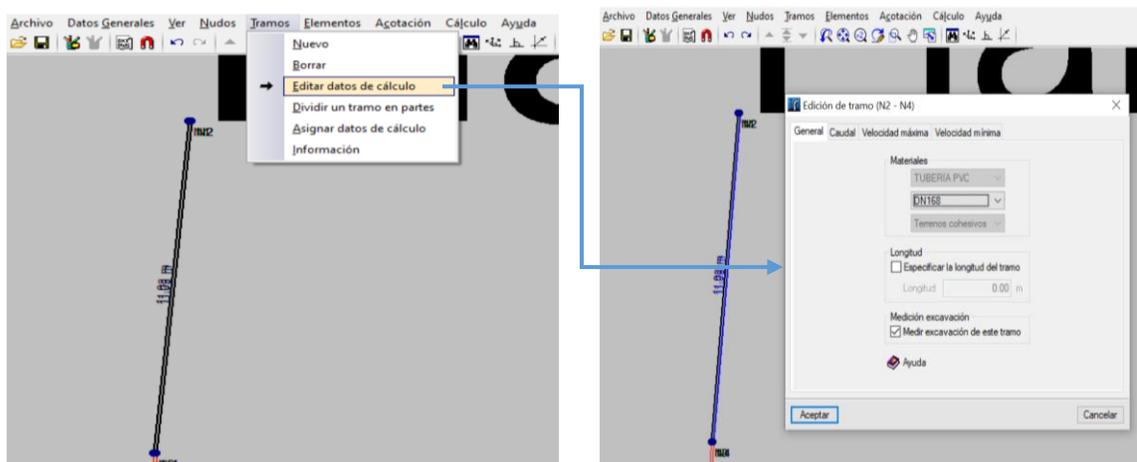
**Material del tramo:** que determina la serie de diámetros disponibles para ese tramo, tanto para su selección manual como para el predimensionado. Para nuestra obra se trabajo con las mediciones de las tuberías de 1, 2, 3, 4, 6 pulgadas puestas anteriormente en materiales de la pestaña de datos generales de la instalación.

**Diámetro del tramo:** que determina las principales características de cálculo del tramo. En el predimensionado se modifica el diámetro que mejor se ajuste a la red actual, dentro de los definidos para el material seleccionado en el tramo.

**Terreno del tramo:** es decir, el terreno donde se excava la zanja por la que discurre el tramo. Este parámetro no aparece si no se han seleccionado terrenos para la obra.

**Longitud del tramo.** El programa nos permite utilizar la longitud del tramo según el dibujo introducido. En este caso, se calcula la longitud del tramo en función de las coordenadas de los nudos de sus extremos (incluyendo su cota). En caso de desactivar la casilla 'Usar longitud calculada a partir del dibujo', nos solicitará un valor de longitud con la que se calculará ese tramo. Cualquier longitud menor o igual a 0 será ignorada y se empleará la longitud de dibujo.

*Imagen 18: Editar datos de cálculo.*



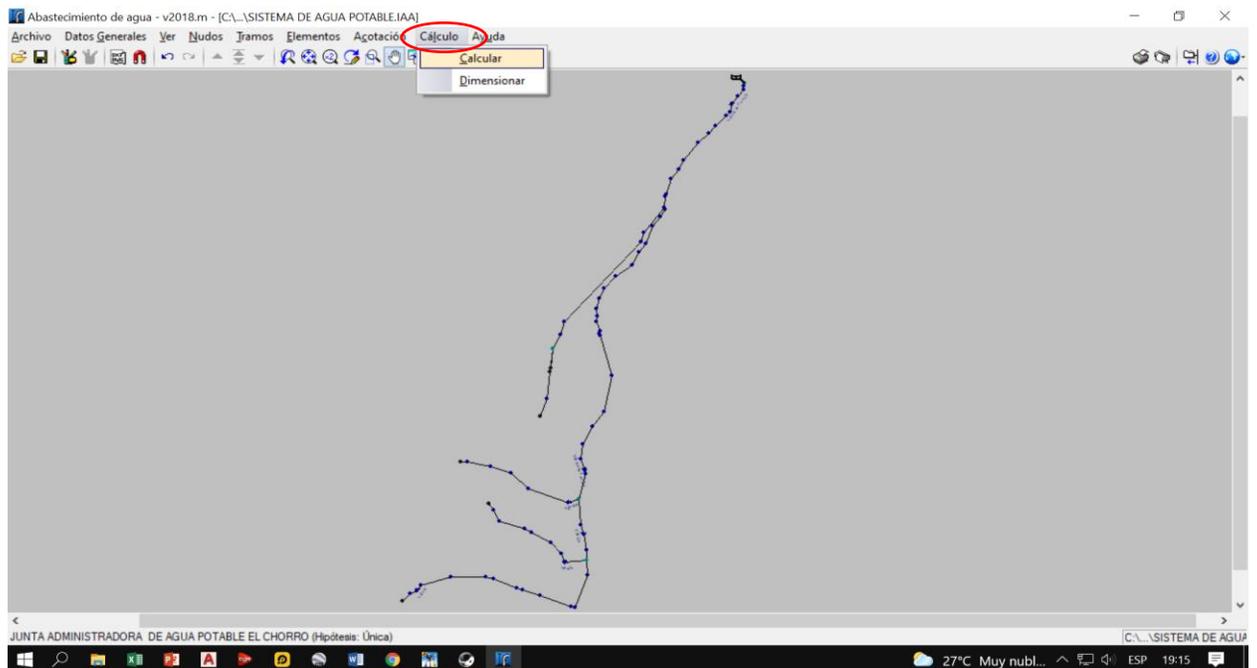
**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.5. Cálculo del sistema de agua potable.

Una vez creado y editado todos los nudos y tramos tendremos ya nuestro sistema de agua potable para poder calcular y así saber que nudos y tramos están fuera de especificación y cuales cumplen y no cumplen en nuestro sistema de agua potable de la junta administradora “El Chorro” Para ello nos dirigimos a la opción “Calcular” y aemos clic en calcular. Concluido el cálculo el programa muestra un mensaje con un resumen del cálculo como, número de tramos calculados, numero de nudos calculados, numero de nudos fuera de especificaciones y número de tramos fuera de especificaciones

*Imagen 19: Cálculo y resultados.*



Resultados de los cálculos

Vista preliminar Configuración Imprimir Buscar Compartir Exportar Cerrar

## Resultados de los cálculos

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

Resumen del cálculo (07:10 PM)

Red ramificada

Un suministro

Nº de tramos calculados: 94  
Nº de nudos calculados: 95

Uso domestico

Nº de nudos fuera de especificaciones.....: 3  
Nº de tramos fuera de especificaciones.....: 16

Existe la posibilidad de consultar los datos y resultados del cálculo por hipótesis, combinaciones y envolventes mediante el comando "Sig.hipótesis"(o Combinación o Envolverte). Es aconsejable que lo consulte, sobre todo si existen nudos o tramos que estén fuera de especificaciones. En la parte inferior izquierda de la pantalla se indica en código de colores las razones por las que la instalación no cumple. En la parte superior de la pantalla y en la línea de estado se indica la hipótesis, combinación o envolverte que se está visualizando en pantalla.

**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### 4.2.1.6. Análisis general del sistema de agua potable.

##### 4.2.1.6.1. Materiales empleados.

Los materiales utilizados en esta obra fueron tuberías de 1,2,3,4,6 pulgadas.

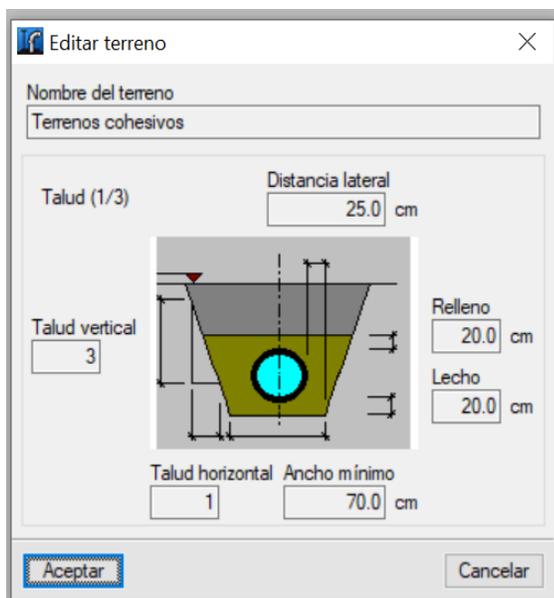
La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

El diámetro a utilizar se calculó de forma que la velocidad en la conducción no exceda lo velocidad máxima y supere la velocidad mínima ya establecidas en el cálculo.

##### 4.2.1.6.2. Terrenos.

El tipo de terreno con la que trabajamos fueron “**terrenos cohesivos**” con un lecho, y relleno de 20 cm. Un ancho mínimo de 70 cm. Y una distancia lateral de 25 cm.

*Imagen 20: Detalles del terreno.*



Fuente: CypeCad.

Elaborado por: Segundo Quingaguano y Fabricio Chata

#### 4.2.1.6.3. *Combinaciones y formulación.*

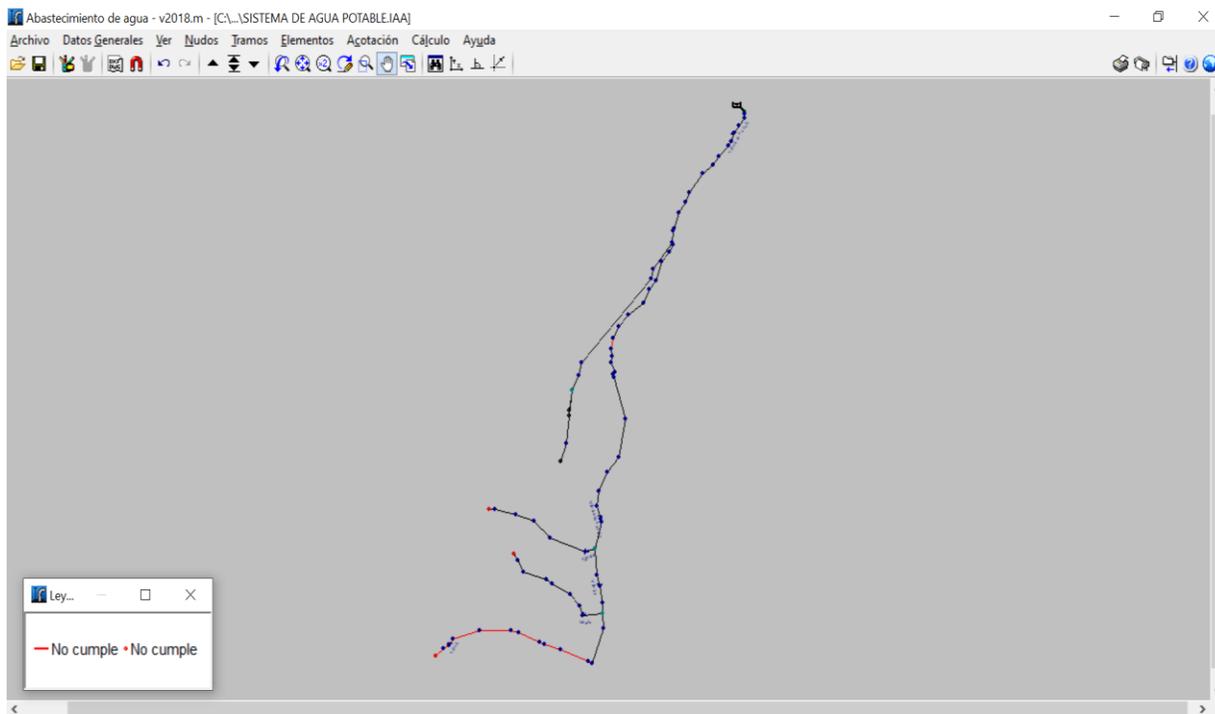
Para las combinaciones se trabajó con una sola que es la hipótesis única de uso doméstico ya que no se detalla el consumo por uso comercial e institucional en la junta administradora “El Chorro”

También la formulación matemática que se utiliza para esta obra en el programa es la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White.

#### 4.2.1.6.4. *Nudos y tramos.*

Los resultados obtenidos al calcular nuestra obra 3 nudos y 16 tramos no cumplen de 95 nudos y 94 tramos.

**Imagen 21:** *Resultados de nudos y tramos.*



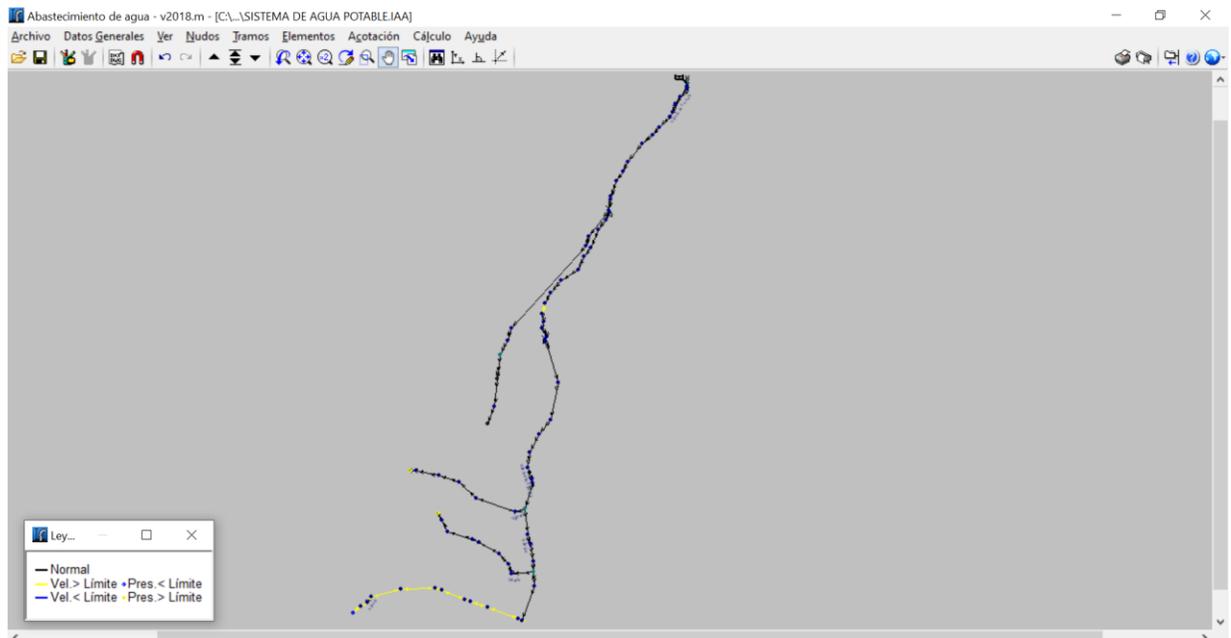
**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

3 de 95 nudos no cumplen por motivo de que la presión es mayor a lo especificado por lo que podría provocar rotura de tuberías en aquellos nudos en las partes bajas.

16 de 94 tramos no cumplen por motivo de que 4 tramos la velocidad es menor a lo especificado, esto quiere decir que no hay mucha caída o la tubería es muy grande y tendríamos que disminuir el diámetro para que cumpla la velocidad ya establecida. En cuanto a los 12 tramos restantes la velocidad es mayor al límite es que la tubería es muy pequeña en la parte de abajo y que tendríamos que aumentar el diámetro de la tubería para que cumpla estos tramos.

**Imagen 22:** Resultados de velocidad y presión.



**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

#### **4.2.1.7. Análisis PNUD y CypeCad en abastecimiento de agua.**

De acuerdo a las matrices de vulnerabilidad físico-estructural de redes vitales del documento “propuesta metodológica, análisis de vulnerabilidad a nivel municipal” del PNUD y SGR ante un evento sísmico el cual nos ayuda a desarrollar un sostenimiento en la sociedad donde estudiamos el abastecimiento de agua potable, para el análisis de esta vulnerabilidad parte de dos enfoque principales, siendo una de ellas las redes físicas, lo cual se orienta como una concepción físico-estructural entendiendo las debilidades que tiene ante la ocurrencia de las amenazas

sísmicas. También al ser un sistema de oferta de servicios, recursos y bienestar es necesario tener las vulnerabilidades desde lo funcional esto nos da a conocer: ¿que si la red deja de funcionar?, ¿cómo garantizar el correcto funcionamiento?

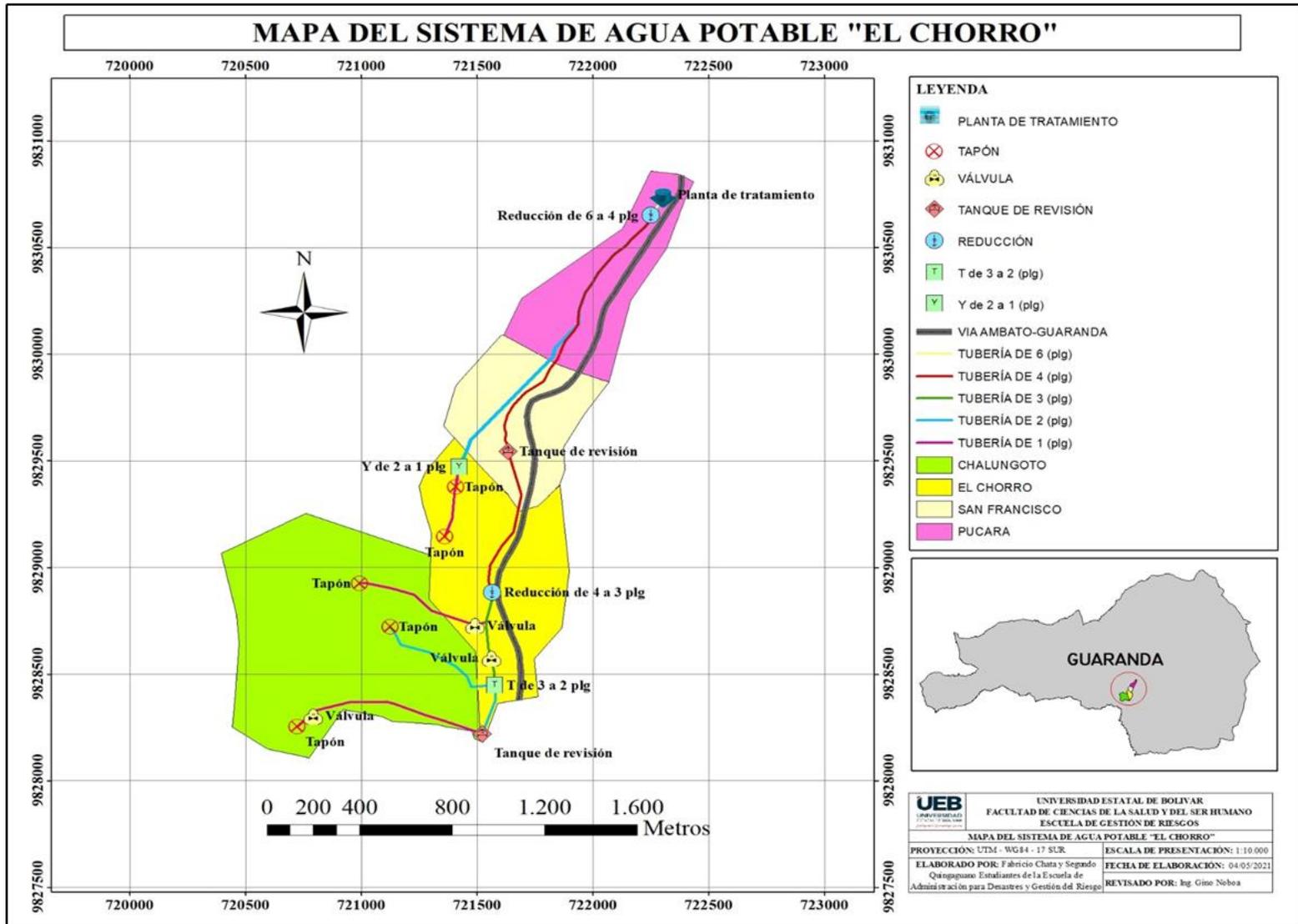
En cuanto al programa CypeCad nos ayuda con el cálculo, diseño y dimensionamiento de las redes de suministro de agua.

Una vez realizado el siguiente trabajo tanto en las matrices del PNUD como en el programa CypeCad podemos constatar que los resultados obtenidos son similares, ya que nos hace ver que el tipo de construcción tanto de la captación, tratamiento, conducción y distribución, se ven afectado por el tipo de material, años de construcción, y los estándares de diseño, comprobando que existe un nivel de vulnerabilidad **ALTA** ya que hay tramos y nudos en la obra que están fuera de especificaciones y no cumplen, los cuales no son los adecuados para el consumo humano de este líquido vital.

#### **4.3. Resultados según objetivo 3: Establecer zonas propensas a riesgos sísmicos en el lugar de estudio del sistema de agua potable.**

Mediante el programa ArcGIS 10.8 y con la ayuda de la herramienta GPS, se elaboró el mapa de riesgo sísmico del sistema de agua potable de las comunidades Pucara, San Francisco, El Chorro y Chalungoto pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro”, por el cual identificamos las propiedades para evaluar el estado de los sistemas en que las comunidades conviven y dependen de ella, antes, durante y después de una situación de emergencia.

Mapa 1: Mapa Del sistema de agua potable “El Chorro”.



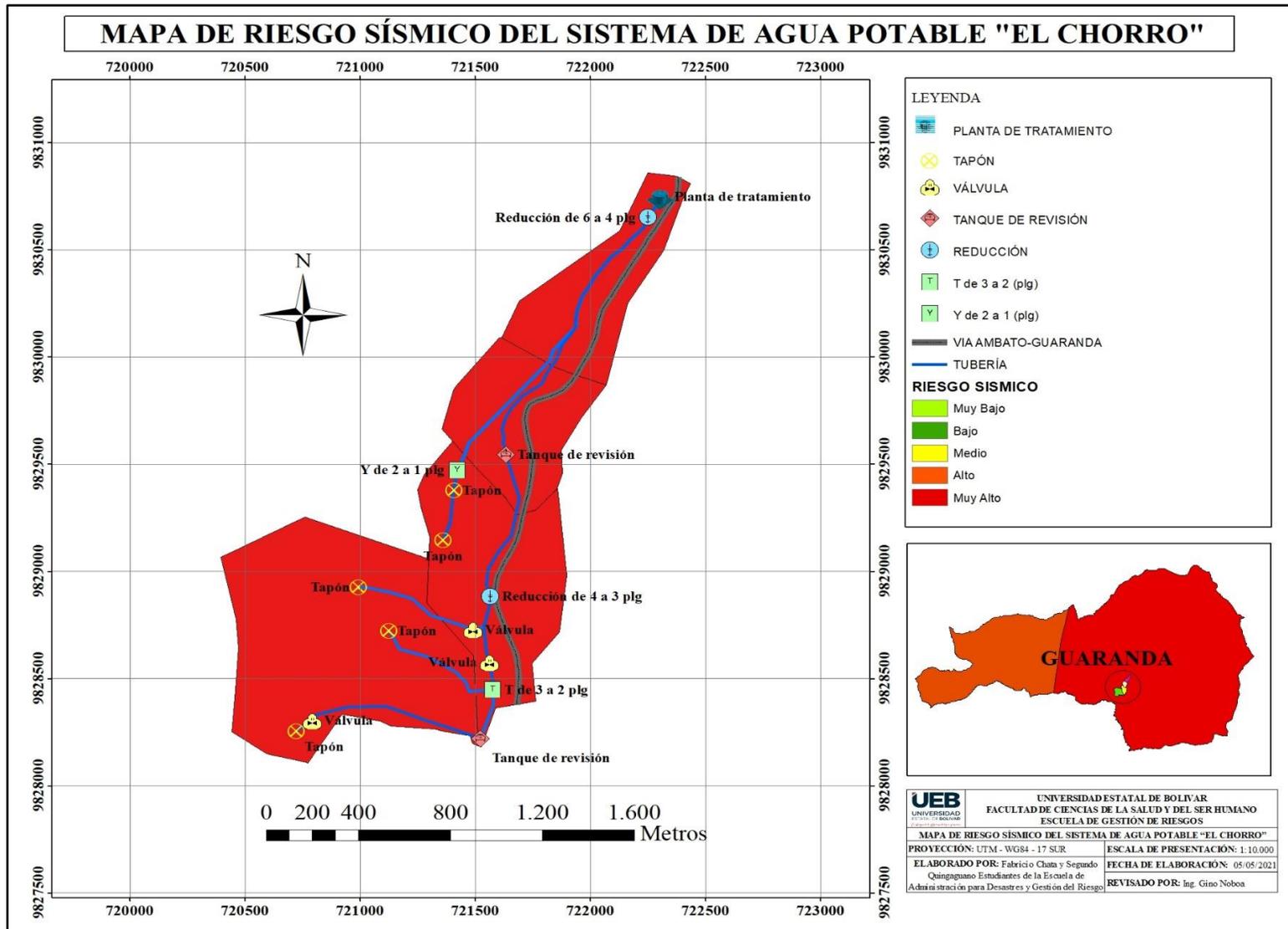
Fuente: ArcGIS 10.8

Elaborado por: Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

**Análisis:**

En este mapa se da a conocer la ubicación y el recorrido exacto de las redes principales y secundarias del sistema de agua potable, de igual manera se puede observar el tamaño en pulgadas y hasta donde llega cada una de ellas, también se da a detalle los implementos por los cuales se encuentra conformada toda la línea del sistema.

Mapa 2: Mapa de riesgo sísmico del sistema de agua potable "El Chorro"



Fuente: ArcGIS 10.8

Elaborado por: Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

**Análisis:**

Desarrollando el recorrido con personal de la Junta Administradora de Agua Potable “EL Chorro” por la zona donde se encuentran ubicadas las tuberías, tanto de conducción y distribución se logró determinar que toda la zona es muy vulnerable a eventos sísmicos donde se encuentra las redes principales y secundarias del sistema de agua potable.

De igual manera se logró identificar que las redes principales y secundarias de captación, conducción, tratamiento y distribución se encuentra en un nivel de vulnerabilidad **MUY ALTO** frente a eventos sísmicos que causarían daños severos en las redes del sistema de agua potable produciendo daños y pérdidas materiales, ya que algunas tuberías están a 1 metro de profundidad bajo el suelo y otras en forma aérea.

## CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones.

- En la actualidad el alcance del servicio de agua potable tiene una cobertura del 96% de las comunidades Pucará, San Francisco, El Chorro y Chalungoto, ya que se analizó que existen viviendas que no hacen uso del recurso hídrico de la junta ya que estas cuentan con agua subterráneas o de otras juntas aledañas para el consumo humano. El caudal hoy en día es de 36.8 l/s en la captación, existiendo un déficit hídrico en la Fuente de un 73%, con respecto al aforo en el año 1996 que fue de 50.54 l/s.
- En la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” se evaluó la captación, conducción, tratamiento, mediante las matrices de vulnerabilidad de redes vitales, obteniendo como resultado un valor máximo de **87,5** en la captación, **73** en la conducción, y **52,5** en la de tratamiento, con un nivel de vulnerabilidad **ALTA - MEDIA** frente a un evento sísmico.
- En la Junta Administradora de Agua Potable “El Chorro” se evaluó y se obtuvo como resultados finales que la vulnerabilidad funcional posee un nivel **MODERADO**, de acuerdo a las matrices de redes vitales frente a un evento sísmico.
- Realizando el mapa sísmico se logró identificar que las redes del Sistema de captación, conducción, tratamiento y distribución se encuentran en un nivel de vulnerabilidad **MUY ALTO** frente a eventos sísmicos, donde se produciría daños

y pérdidas materiales en la red vital, ya que los sistemas no cumplen normas de diseño para sistemas de agua potable.

- Las instalaciones e infraestructuras de la línea del Sistema de agua potable se encuentran en malas condiciones debido a su estado, antigüedad, mantenimiento, materiales de construcción y la falta de estándares de diseño, lo cual, con estas deducciones, no es seguro que la junta cuente siempre con este recurso vital frente a un evento sísmico.
- Con el programa CypeCad se agilitó el cálculo y la comprobación de los resultados obteniendo así datos confiables y aceptables demostrando que tenemos 95 nudos y 94 tramos de las cuales 3 nudos y 16 tramos se encuentran fuera de especificaciones (no cumple).

## 5.2. Recomendaciones.

- Desarrollar proyectos que generen ingresos e identificar el uso de la red vital ya sea para uso doméstico o comercial y así ampliar la cobertura del servicio de agua potable según la necesidad del usuario.
- Fortalecer las estructuras de captación, conducción, tratamiento y distribución, aplicando las normas de diseño para sistemas de agua potable, y así reducir pérdidas materiales ya que toda la zona donde se encuentra ubicado el sistema es muy vulnerable a riesgos sísmicos.
- Fortalecer la planta de agua potable como un componente vital, aplicando medidas legales, basándose en la Constitución de la República del Ecuador, fundamentados en los artículos 389 y 390 con el propósito de minimizar la condición de vulnerabilidad.
- Desarrollar funciones de mantenimiento planificado, en las instalaciones de las redes del sistema de agua potable para evitar el rápido deterioro de las mismas.
- Es necesario que en la actualidad hagan uso de programas más actualizados que existen en nuestro medio para garantizar el cálculo de la estructura del sistema de agua potable.
- Se recomienda plasmar un análisis y diseño sismo-resistente de cualquier red vital ya que los eventos sísmicos en nuestro territorio son concurrentes y repentinos.

## BIBLIOGRAFÍA

Cardenas Jaramillo, D. L. (2010). *ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.*

ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE. (23 de Octubre de 2008).

<https://saraemor.wordpress.com/>. Obtenido de

[https://saraemor.wordpress.com/componentes-de-un-sistema-de-](https://saraemor.wordpress.com/componentes-de-un-sistema-de-abastecimiento/#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20tuber%C3%ADas,el%20hogar%20de%20los%20usuarios.)

[abastecimiento/#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20tuber%C3%ADas,el%20hogar%20de%20los%20usuarios.](https://saraemor.wordpress.com/componentes-de-un-sistema-de-abastecimiento/#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20tuber%C3%ADas,el%20hogar%20de%20los%20usuarios.)

Arteaga Galarza, D., & Ordóñez Arízaga, J. (1 de Diciembre de 2019). *Banco Interamericano de Desarrollo.* Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18235/0002038>

BBC News Mundo. (20 de Abril de 2016). <https://www.bbc.com/mundo>. Obtenido de

[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160416\\_ecuador\\_terremoto\\_magnitud\\_colombia\\_peru\\_bm](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160416_ecuador_terremoto_magnitud_colombia_peru_bm)

Bello, M. A., & Pino, M. T. (2000). *Medicion de presion y caudal.*

Cardenas Jaramillo, D. L., & Patino Guaraca, F. E. (2010). <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>.

Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>

DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL. (1 de Diciembre de 2015). Obtenido de

<http://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/el-salvador/C1-CONCEPTOS-BASICOS-DE-GRD.pdf>.

EL UNIVERSO. (8 de Enero de 2017). <https://www.eluniverso.com/>. Obtenido de

<https://www.eluniverso.com/noticias/2017/01/08/nota/5984680/mas-320-km-tuberia-se-cambian-danos-sismo>

Espíndola Castro , V. H., & Pérez Campos, X. (30 de Octubre de 2020). *http*

*//www.revistaciencia.amc.edu.mx*. Obtenido de

<https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-69-numero-3/389-que-son-los-sismos-donde-ocurren-y-como-se-miden>.

Ezpeleta, A. (1993). *http://www.ciifen.org*. Obtenido de

[http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es)

Geoportal; Instituto Geográfico Militar. (2017). *Geoportal*. Obtenido de

<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>

Hernández , E. D. (8 de Agosto de 2016). *http://www.ptolomeo.unam.mx*. Obtenido de

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12197/Tesis.pdf?sequence=1>.

ISOTools EXCELLENCE. (27 de Enero de 2016). *https://www.isotools.org*. Obtenido de

<https://www.isotools.org/2016/01/27/algunos-conceptos-para-entender-la-gestion-de-riesgos/>

Jiménez Terán, J. M. (1 de Septiembre de 2013). Obtenido de

<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>.

Martínez, M., & Arellano Barragán, Á. G. (1 de Febrero de 2013). *REPOSITORIO DIGITAL*

*UEB*. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/627>

Medina Robalino, W. S., & Zambrano Valverde, M. F. (1 de Enero de 2009). *REPOSITORIO*

*UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2957>

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. (1998). <https://ec.europa.eu/>. Obtenido de

[https://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex\\_files/PAHO/PAHO1%20-%20MitigCompleto.pdf](https://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex_files/PAHO/PAHO1%20-%20MitigCompleto.pdf)

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. (1 de Junio de 2004).

<https://www.paho.org/en>. Obtenido de

[https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3551:emergencies-and-disasters-in-drinking-water-and-sewerage-systems-guidelines-for-an-effective-response&Itemid=924&lang=es](https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=3551:emergencies-and-disasters-in-drinking-water-and-sewerage-systems-guidelines-for-an-effective-response&Itemid=924&lang=es)

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA SANITARIA

PANAMERICANA, REGIONAL DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA

SALUD. (1 de Julio de 1990). <http://bvssper.paho.org/>. Obtenido de

<http://bvssper.paho.org/share/ETRAS/AyS/bvsacd/scan/025657/025657IV.pdf>

Pardón, M., & Poncelet, J. (1994). <http://cidbimena.desastres.hn>. Obtenido de

<http://helid.digicollection.org/en/d/Js8246s/1.html>

PNUD, SNGR. (2012). *PROPUESTA METODOLÓGICA, Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal*. Quito: AH/editorial.

Ramos Benavides, M. F., & Jarrín Albán, L. A. (1 de Febrero de 2020). *REPOSITORIO*

*DIGITAL UEB*. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3503>

Red Sismologica Nacional. (23 de Enero de 2019). <https://rsn.ucr.ac.cr/>. Obtenido de

<https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/sismologia/2504-cual-es-la-diferencia-entre-magnitud-e->



SGR. (16 de Mayo de 2016). <https://www.gestionderiesgos.gob.ec>. Obtenido de

<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-n%C2%B065-especial-16-05-20161.pdf>

Sistema Nacional de Información. (1 de Mayo de 2017). <https://sni.gob.ec/>. Obtenido de

<https://sni.gob.ec/coberturas>

SNGRE. (2019). <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>. Obtenido de

<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/recomendaciones-en-caso-de-sismos/#:~:text=Los%20sismos%20son%20movimientos%20vibratorios,s%C3%AD%20y%20producen%20el%20sismo.&text=%C2%BFQu%C3%A9%20hacer%20antes%3F&text=Si%20va%20a%20construir%20una%20vivienda%20aseg%>

Soria, L. (s.f.). *academia.edu*. Obtenido de

[https://www.academia.edu/14055455/ORIGEN\\_DE\\_LOS\\_SISMOS\\_ORIGEN\\_DE\\_LOS\\_SISMOS\\_Tect%C3%B3nica\\_de\\_Placas](https://www.academia.edu/14055455/ORIGEN_DE_LOS_SISMOS_ORIGEN_DE_LOS_SISMOS_Tect%C3%B3nica_de_Placas)

T13. (4 de Noviembre de 2019). <https://www.t13.cl/>. Obtenido de

<https://www.t13.cl/noticia/nacional/diferencias-entre-las-escalas-richter-y-mercalli-durante-un-sismo>

Torres, M. (30 de Abril de 2014). <https://www.edu.xunta.gal/>. Obtenido de

[https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/5\\_condiciones\\_de\\_las\\_estructuras.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/5_condiciones_de_las_estructuras.html)

UNAM. (2018). *unam.mx*. Obtenido de <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/sismos>

UNISDR . (2004). <https://www.unisdr.org/>. Obtenido de

<https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page8-spa.pdf>

Vidal Sánchez, , F. (1994). Obtenido de <https://Dialnet-LosTerremotosYSusCausas-2767747.pdf>

## ANEXOS.

*Anexo 1: Matriz de diagnóstico.*

<b>MATRIZ A. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
Provincia:		Cantón:			
Localidad:		Nº de Habitantes:			
Tipo:					
Gravedad:		Bombeo:		Mixto:	
<b>CORDENADAS GEOGRAFICAS DE LA PRINCIPAL COMUNIDAD SERVIDA</b>					
Norte:		Este:		Altitud:	
Año de construcción del sistema:					
Estado de funcionamiento:					
Vías de acceso:					
Caudal:		Producción:			
Tratamiento:		Distribución:			
<b>COMUNIDADES SERVIDAS</b>					
Tiene afectación por desastres:					
SI		NO			
<b>Describir las principales amenazas (Naturales y Antrópicas):</b>					
<b>Observaciones:</b>					

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.  
**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Anexo 2: Descripción del componente del sistema de captación.*

<b>MATRIZ A1: DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.</b>				
<b>CAPTACIÓN</b>				
Coordenadas:				
Norte:				
Este:				
Altitud:				
<b>Tipo</b>	<b>Material</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Equipos</b>	<b>Estado</b>
<b>Vías de acceso:</b>				
<b>Daños producidos por desastres:</b>				

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Anexo 3: Descripción del componente del sistema de conducción.*

<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
Coordenadas:				
Norte:				
Este:				
Altitud:				
<b>Tramo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Material</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Estado</b>
<b>Daños producidos por desastres:</b>				

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Anexo 4: Descripción del componente del sistema de tratamiento.*

TRATAMIENTO				
Coordenadas:				
Norte:				
Este:				
Altitud:				
Descripción	Equipo	Accesorios	Estado	Observación
<b>Daños producidos por desastres:</b>				

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Anexo 5: Descripción del componente del sistema de distribución.*

<b>RED DE DISTRIBUCION</b>				
Coordenadas:				
Norte:				
Este:				
Altitud:				
<b>Tramo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Material</b>	<b>Estado</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Daños producidos por desastres:</b>				

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Anexo 6: Matrices de vulnerabilidad. "E1"*

<b>MATRIZ E1: SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
<b>COMPONENTE</b>	<b>Antigüedad</b>	<b>Material de construcción</b>	<b>Estado actual</b>	<b>Estándares de diseño</b>	<b>Mantenimiento preventivo</b>
CAPTACIÓN					
CONDUCCIÓN					
TRATAMIENTO					

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Anexo 7: Matrices de vulnerabilidad. "E2"*

<b>MATRIZ E2: SISTEMA DE AGUA POTABLE FUNCIONAL.</b>				
<b>COMPONENTE</b>	<b>Cobertura de servicios</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Alternativas (redundancia)</b>	<b>Capacidad de control</b>
CAPTACIÓN				
CONDUCCIÓN				
TRATAMIENTO				

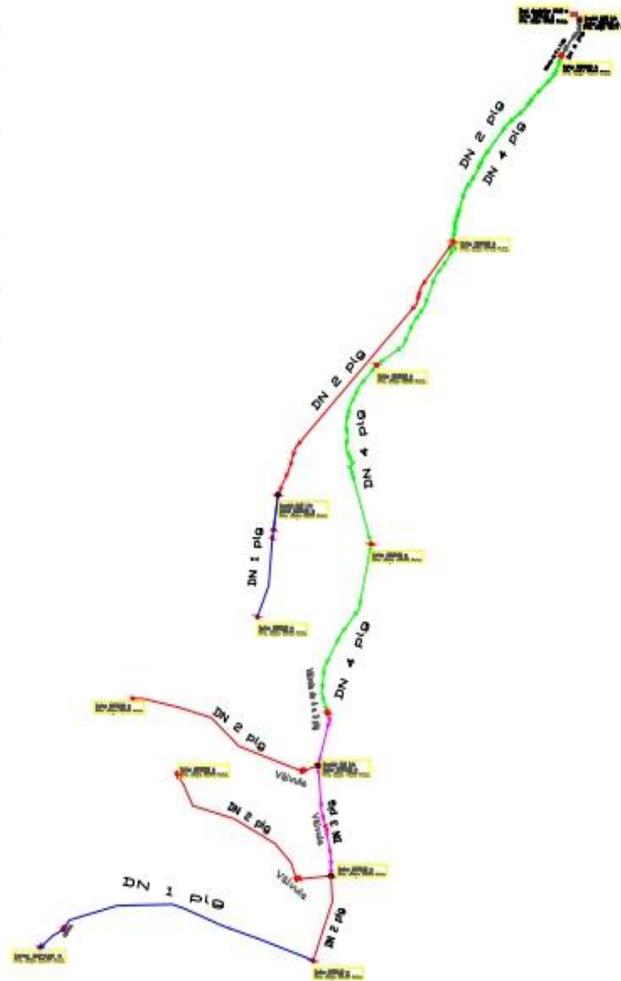
**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

Cuadro de información de mediciones

Materiales	Descripción	Longitud (m)
TUBERÍA PVC	DN 1 plg	1354.51
TUBERÍA PVC	DN 2 plg	3005.60
TUBERÍA PVC	DN 3 plg	446.87
TUBERÍA PVC	DN 4 plg	1993.12
TUBERÍA PVC	DN 6 plg	117.87



 <p>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR</p>	UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL DESEMPEÑO	
	PLANO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE "EL CHORRO"	
CARRERA: Ingeniería en Ingeniería y Construcción de Obras	ESCALA DE PRESENTACION 1:10000	
ELABORADO POR: Fabrice Cordero Segundo Quintanilla	FECHA DE ELABORACION 20/04/2021	
	TUTOR: Ing. César Torres	

## Anexo 9: Listado general de las instalaciones en CypeCad.



### Listado general de la instalación

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

#### 1. DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDRÁULICA

- Título: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO
- Dirección: Vía "El Chorro"
- Población: 1785
- Fecha: 19/05/2021
  
- Viscosidad del fluido:  $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Nº de Reynolds de transición: 2500.0

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

#### 2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

TUBERÍA PVC - Rugosidad: 0.00250 mm

Descripción	Diámetros mm
DN 1 plg	30.2
DN 2 plg	54.6
DN 3 plg	80.4
DN 4 plg	103.4
DN 6 plg	152.2

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

#### 3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

#### 4. FORMULACIÓN

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu_s}$$



## Listado general de la instalación

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

$$f_l = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 \cdot \log \left( \frac{K}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot (ft)^{1/2}} \right)$$

donde:

- h es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f es el factor de fricción
- L es la longitud resistente en m
- Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s
- g es la aceleración de la gravedad
- D es el diámetro de la conducción en m
- Re es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo
- v es la velocidad del fluido en m/s
- $\nu_s$  es la viscosidad cinemática del fluido en m<sup>2</sup>/s
- $f_l$  es el factor de fricción en régimen laminar ( $Re < 2500.0$ )
- $f_t$  es el factor de fricción en régimen turbulento ( $Re \geq 2500.0$ )
- k es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando  $f_l$  o  $f_t$  según sea necesario para calcular la caída de presión.

Se utiliza como umbral de turbulencia un n° de Reynolds igual a 2500.0.

## 5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Única
Uso domestico	1.00

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Listado de nudos



## Listado general de la instalación

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

Combinación: Uso domestico

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
CONS2	3051.00	1.03500	3073.49	22.49	
CONS3	2970.00	1.66000	3033.28	63.28	Pres.> 50 m.c.a.
CONS4	2935.00	1.66000	3031.31	96.31	Pres.> 50 m.c.a.
CONS5	3053.00	0.00000	3094.40	41.40	
CONS6	3054.00	1.03500	3096.43	42.43	
CONS7	2874.00	1.66000	2842.66	-31.34	Pres.< 10 m.c.a.
RR38	3055.00	---	3105.51	50.51	
RR42	2995.00	---	3041.07	46.07	
RR55	3094.00	---	3136.00	42.00	
RR56	2969.00	---	3038.92	69.92	
SUM1	3096.00	-7.05000	3136.00	40.00	

### 6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinaciones: Uso domestico

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
CONS2	RR023	90.83	DN 1 plg	-1.03500	-8.64	-1.44	
CONS3	RR005	29.58	DN 2 plg	-1.66000	-0.38	-0.71	
CONS4	RR0013	36.17	DN 2 plg	-1.66000	-0.47	-0.71	
CONS5	RR023	128.99	DN 1 plg	1.03500	12.27	1.44	
CONS5	RR38	116.88	DN 1 plg	-1.03500	-11.11	-1.44	
CONS6	RR38	95.52	DN 1 plg	-1.03500	-9.08	-1.44	
CONS7	RR54	50.70	DN 1 plg	-1.66000	-11.21	-2.32	Vel.> 2 m/s
RR1	RR2	18.06	DN 6 plg	4.98000	0.01	0.27	Vel.< 0.3 m/s
RR1	RR55	11.23	DN 6 plg	-4.98000	-0.01	-0.27	Vel.< 0.3 m/s
RR01	RR02	18.06	DN 2 plg	2.07000	0.35	0.88	
RR01	RR55	11.24	DN 2 plg	-2.07000	-0.22	-0.88	
RR001	RR002	197.73	DN 2 plg	1.66000	2.56	0.71	
RR001	RR42	49.47	DN 2 plg	-1.66000	-0.71	-0.71	
RR2	RR3	44.69	DN 6 plg	4.98000	0.03	0.27	Vel.< 0.3 m/s
RR02	RR03	44.68	DN 2 plg	2.07000	0.86	0.88	
RR002	RR003	111.30	DN 2 plg	1.66000	1.44	0.71	
RR3	RR4	41.89	DN 6 plg	4.98000	0.04	0.27	Vel.< 0.3 m/s
RR03	RR04	41.90	DN 2 plg	2.07000	0.80	0.88	
RR003	RR004	98.19	DN 2 plg	1.66000	1.27	0.71	
RR4	RR5	40.17	DN 4 plg	4.98000	0.17	0.59	
RR04	RR05	40.17	DN 2 plg	2.07000	0.77	0.88	
RR004	RR005	109.91	DN 2 plg	1.66000	1.43	0.71	
RR5	RR6	24.43	DN 4 plg	4.98000	0.11	0.59	
RR05	RR06	24.43	DN 2 plg	2.07000	0.47	0.88	
RR6	RR7	72.20	DN 4 plg	4.98000	0.31	0.59	
RR06	RR07	72.21	DN 2 plg	2.07000	1.39	0.88	



## Listado general de la instalación

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
RR7	RR8	46.24	DN 4 plg	4.98000	0.20	0.59	
RR07	RR08	46.23	DN 2 plg	2.07000	0.89	0.88	
RR007	RR008	47.01	DN 2 plg	1.66000	0.61	0.71	
RR007	RR56	102.83	DN 2 plg	-1.66000	-1.40	-0.71	
RR8	RR9	65.44	DN 4 plg	4.98000	0.28	0.59	
RR08	RR09	65.45	DN 2 plg	2.07000	1.26	0.88	
RR008	RR009	69.12	DN 2 plg	1.66000	0.90	0.71	
RR9	RR10	111.89	DN 4 plg	4.98000	0.48	0.59	
RR09	RR010	111.90	DN 2 plg	2.07000	2.15	0.88	
RR009	RR0010	106.54	DN 2 plg	1.66000	1.38	0.71	
RR10	RR11	49.36	DN 4 plg	4.98000	0.21	0.59	
RR010	RR011	49.36	DN 2 plg	2.07000	0.95	0.88	
RR0010	RR0011	33.75	DN 2 plg	1.66000	0.44	0.71	
RR11	RR12	56.64	DN 4 plg	4.98000	0.24	0.59	
RR011	RR012	56.64	DN 2 plg	2.07000	1.09	0.88	
RR0011	RR0012	123.04	DN 2 plg	1.66000	1.60	0.71	
RR12	RR13	76.57	DN 4 plg	4.98000	0.33	0.59	
RR012	RR013	76.56	DN 2 plg	2.07000	1.47	0.88	
RR0012	RR0013	63.14	DN 2 plg	1.66000	0.82	0.71	
RR13	RR14	13.99	DN 4 plg	4.98000	0.06	0.59	
RR013	RR014	14.00	DN 2 plg	2.07000	0.27	0.88	
RR14	RR15	52.51	DN 4 plg	4.98000	0.23	0.59	
RR014	RR015	52.51	DN 2 plg	2.07000	1.01	0.88	
RR15	RR16	10.49	DN 4 plg	4.98000	0.05	0.59	
RR015	RR016	156.10	DN 2 plg	2.07000	3.00	0.88	
RR16	RR17	39.89	DN 4 plg	4.98000	0.17	0.59	
RR016	RR017	44.42	DN 2 plg	2.07000	0.85	0.88	
RR17	RR18	59.79	DN 4 plg	4.98000	0.26	0.59	
RR017	RR018	526.20	DN 2 plg	2.07000	10.10	0.88	
RR18	RR19	89.08	DN 4 plg	4.98000	0.38	0.59	
RR018	RR019	61.47	DN 2 plg	2.07000	1.18	0.88	
RR19	RR20	53.88	DN 4 plg	4.98000	0.23	0.59	
RR019	RR38	74.98	DN 2 plg	2.07000	1.44	0.88	
RR20	RR21	68.85	DN 4 plg	4.98000	0.30	0.59	
RR21	RR22	93.94	DN 4 plg	4.98000	0.40	0.59	
RR22	RR23	77.11	DN 4 plg	4.98000	0.33	0.59	
RR23	RR24	56.91	DN 4 plg	4.98000	0.24	0.59	
RR24	RR25	51.99	DN 1 plg	4.98000	84.14	6.95	Vel. > 2 m/s
RR25	RR26	34.08	DN 4 plg	4.98000	0.15	0.59	
RR26	RR27	30.46	DN 4 plg	4.98000	0.13	0.59	
RR27	RR28	46.38	DN 4 plg	4.98000	0.20	0.59	
RR28	RR29	13.52	DN 4 plg	4.98000	0.06	0.59	
RR29	RR30	14.49	DN 4 plg	4.98000	0.06	0.59	
RR30	RR31	200.97	DN 4 plg	4.98000	0.86	0.59	
RR31	RR32	177.43	DN 4 plg	4.98000	0.76	0.59	
RR32	RR33	88.92	DN 4 plg	4.98000	0.38	0.59	



## Listado general de la instalación

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE EL CHORRO

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Pérdid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
RR33	RR34	97.13	DN 4 plg	4.98000	0.42	0.59	
RR34	RR35	71.59	DN 4 plg	4.98000	0.31	0.59	
RR35	RR36	58.76	DN 4 plg	4.98000	0.30	0.59	
RR36	RR37	16.72	DN 3 plg	4.98000	0.24	0.98	
RR37	RR42	128.60	DN 3 plg	4.98000	1.85	0.98	
RR39	RR40	48.87	DN 3 plg	3.32000	0.39	0.65	
RR39	RR42	122.87	DN 3 plg	-3.32000	-0.86	-0.65	
RR40	RR41	79.71	DN 3 plg	3.32000	0.55	0.65	
RR41	RR56	50.10	DN 3 plg	3.32000	0.35	0.65	
RR43	RR44	170.13	DN 2 plg	1.66000	2.21	0.71	
RR43	RR56	69.19	DN 2 plg	-1.66000	-0.90	-0.71	
RR44	RR45	19.94	DN 1 plg	1.66000	4.41	2.32	Vel.> 2 m/s
RR45	RR46	155.19	DN 1 plg	1.66000	34.32	2.32	Vel.> 2 m/s
RR46	RR48	86.45	DN 1 plg	1.66000	19.12	2.32	Vel.> 2 m/s
RR47	RR48	28.19	DN 1 plg	-1.66000	-6.23	-2.32	Vel.> 2 m/s
RR47	RR49	115.88	DN 1 plg	1.66000	25.63	2.32	Vel.> 2 m/s
RR49	RR50	36.69	DN 1 plg	1.66000	8.11	2.32	Vel.> 2 m/s
RR50	RR51	161.55	DN 1 plg	1.66000	35.73	2.32	Vel.> 2 m/s
RR51	RR52	145.28	DN 1 plg	1.66000	32.13	2.32	Vel.> 2 m/s
RR52	RR53	32.50	DN 1 plg	1.66000	7.87	2.32	Vel.> 2 m/s
RR53	RR54	37.92	DN 1 plg	1.66000	8.39	2.32	Vel.> 2 m/s
RR55	SUM1	2.00	DN 6 plg	-7.05000	-0.00	-0.39	

## 7. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

TUBERÍA PVC		
Descripción	Longitud m	Long. mayorada m
DN 1 plg	1354.51	1625.41
DN 2 plg	3005.60	3606.72
DN 3 plg	446.87	536.24
DN 4 plg	1993.12	2391.74
DN 6 plg	117.87	141.44

Se emplea un coeficiente de mayoración en las longitudes del 20.0 % para simular en el cálculo las pérdidas en elementos especiales no tenidos en cuenta en el diseño.

**Fuente:** CypeCad.

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

**FOTOGRAFIAS.***Foto 1: Sitio de captación.*

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 2: Infraestructura en malas condiciones.*

**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 3: Rotura de tubería por Mayor presión de agua.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 4: Tubería colgante.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 5: Tuberías en forma aéreas.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 6: Tanque repartidor.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 7: Análisis y pruebas del agua.*



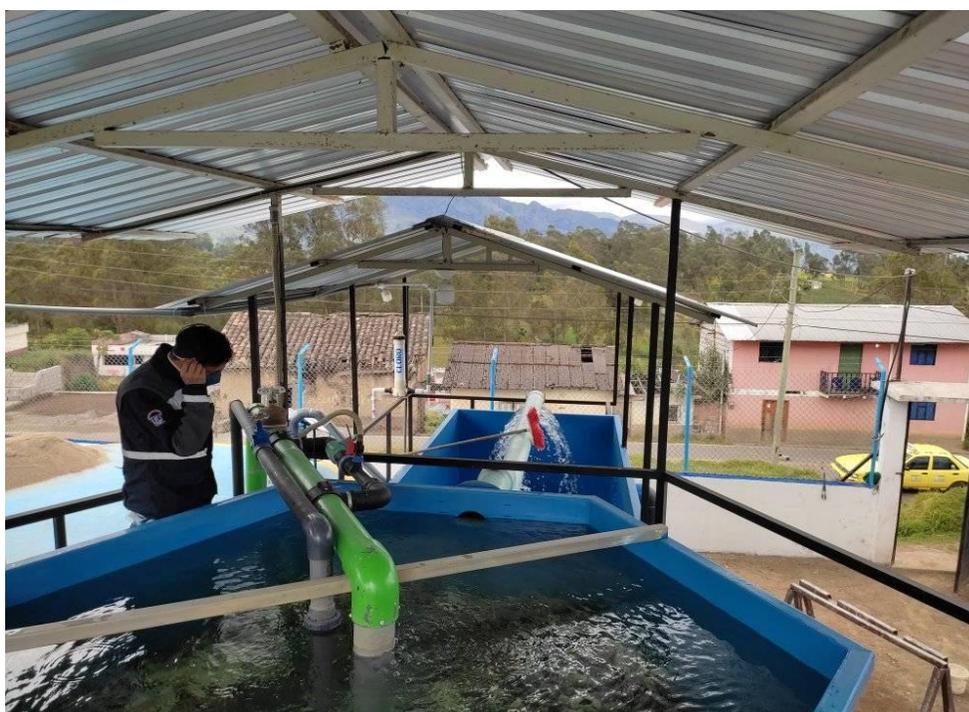
**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 8: Observación y obtención de datos en la Planta de tratamiento.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 9: Tanque de químicos.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 10: Tanque potabilizador.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 11: Mantenimiento de tuberías.*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 12: Tanque de revisión..*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.

*Foto 13: Infraestructura de la Junta Administradora "El Chorro"*



**Elaborado por:** Segundo Quingaguano y Fabricio Chata.