

Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL ACUEDUCTO  
VEREDAL DE DOIMA, LA MESA - CUNDINAMARCA.

Karen Nathalia Ortiz García Cod. 064132084

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director: Ing Mg Diana Carolina Ospina

Universidad Libre  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Ambiental Bogotá,  
febrero de 2020

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios,  
por ser mi motivación y guía principal para la realización de este proyecto.*

*A mi Madre, Faride Garcia y a mi padre, Francisco Ortiz, gracias por el apoyo Constante, por la confianza depositada y los valores inculcados, son una fuente de motivación para afrontar cada etapa de mi vida.*

*Ing. Mg Diana Carolina Ospina, Por su orientación y asistencia desde el inicio del proyecto hasta su culminación y por el tiempo que invirtió en cada asesoría, brindando su valioso conocimiento que me permitió el desarrollo del proyecto*

*Al ingeniero Fernando Ospina y la ingeniera Sonia Meneses por dedicar su tiempo a la lectura y corrección de este proyecto, además de sus contribuciones para la mejora del mismo.*

*A todas aquellas personas que intervinieron directa o indirectamente en toda mi etapa estudiantil, amigos, profesores, familiares que manifestaron su voz de aliento en los momentos más difíciles.*

*A la vida,  
por permitirme estar en este punto y poder afrontarlo con la mejor determinación e intensidad.*

*Gracias*

*Karen Nathalia Ortiz Garcia*

## TABLA DE CONTENIDO

Pág

1	INTRODUCCIÓN .....	7
2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
3	JUSTIFICACIÓN .....	12
4	OBJETIVOS .....	14
4.1	OBJETIVO GENERAL .....	14
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
5	MARCO REFERENCIAL .....	15
5.1	MARCO TEÓRICO .....	15
5.2	MARCO CONCEPTUAL .....	18
5.3	MARCO GEOGRÁFICO .....	26
5.4	MARCO LEGAL .....	29
6	METODOLOGÍA.....	33
7	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	40
7.1	CONTEXTO EXTERNO.....	40
7.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES LOCALES DE RIESGO PARA EL ACUEDUCTO VEREDAL DE DOIMA. ....	40
7.1.2	GEOLOGÍA DE LA VEREDA DE DOIMA.....	40
7.1.3	HIDROGRAFÍA .....	42
7.1.4	ASPECTOS CLIMÁTICOS .....	43
7.1.5	INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.....	47
7.1.6	Plan municipal de gestión del riesgo.....	55
7.2	CONTEXTO INTERNO.....	56
7.2.1	Recurso humano e infraestructura .....	56
7.3	CONOCIMIENTO DEL RIESGO.....	66
7.3.1	Amenazas. ....	66
7.3.2	Identificación de amenazas.....	76
7.4	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	80
7.4.1	Valoración de la vulnerabilidad.....	85

7.5	IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO .....	88
7.5.1	Clasificación del riesgo.....	90
7.5.2	Monitoreo del riesgo.....	90
7.5.3	Estimación de daños o pérdidas potenciales. ....	91
7.6	ESCENARIOS DE RIESGO MITIGABLE .....	93
7.7	ESCENARIOS RIESGO NO MITIGABLE .....	94
7.8	MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO SEGÚN LAS CONDICIONES FÍSICAS, ADMINISTRATIVAS Y AMBIENTALES DE LA VEREDA.....	95
7.8.1	Protección financiera.....	106
7.9	MEDIDAS PARA EL MANEJO DE LAS EMERGENCIAS ASOCIADAS A LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y REHABILITACIÓN. ..	106
7.9.1	Plan de contingencia.....	106
7.9.2	Articulación del plan de emergencia y contingencia.....	106
8	PLAN DE RECUPERACIÓN.....	108
8.1	Plan de inversiones.....	108
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	110
10	REFERENCIAS.....	112

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág</b>
Tabla 1 Coordenadas del mapa Acueducto veredal de Doima. ....	28
Tabla 2 Marco Normativo.....	29
Tabla 3 Números de entidades públicas. ....	65
Tabla 4 Historia sísmica en La Mesa Cundinamarca.....	67
Tabla 5 Identificación de amenazas.....	76
Tabla 6 Matriz de cruce de amenazas para el sistema de acueducto .....	80
Tabla 7 Sistema de acueducto obras civiles. ....	81
Tabla 8 Accesorios del acueducto. ....	82
Tabla 9 Estado de la tubería. ....	83
Tabla 10 Factor administrativo.....	84
Tabla 11 Vulnerabilidad para el factor físico. ....	85
Tabla 12 Criterios de valoración. ....	86
Tabla 13 Valor de la vulnerabilidad.....	87
Tabla 14 Vulnerabilidad. ....	88
Tabla 15 Matriz de Amenaza vs. Vulnerabilidad .....	89
Tabla 16 Matriz de Amenaza vs. Vulnerabilidad resultante. ....	90
Tabla 17 Clasificación del riesgo. ....	90
Tabla 18 Estimación de daños, movimiento sísmico. ....	91
Tabla 19 Estimación de daños, remoción en masa. ....	92
Tabla 20 Pérdidas indirectas.....	93
Tabla 21 Escenarios de riesgo mitigable. ....	93
Tabla 22 Medidas estructurales de reducción del riesgo. ....	96
Tabla 23 Medidas no estructurales de reducción del riesgo. ....	99
Tabla 24 Avance de las medidas de prevención y mitigación.....	102

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1 Ubicación municipio de La Mesa Cundinamarca. ....	27
Figura 2 Acueducto veredal de Doima. ....	28
Figura 3 Geología de la zona de estudio. ....	42
Figura 4 Histograma .....	44
Figura 5 Proyección a 2040 de aumento de precipitación en Cundinamarca. ....	45
Figura 6 proyección a 2040 de aumento de temperatura en Cundinamarca. ....	46
Figura 7 Sistema de distribución.....	52
Figura 8 Sistema de tratamiento de agua para el acueducto.....	54

Figura 9 Balance hídrico. ....	69
Figura 10 Respuesta pregunta número 1.....	72
Figura 11 Respuesta pregunta número 2.....	73
Figura 12 Respuesta pregunta número 3.....	74
Figura 13 Respuesta sobre amenazas. ....	75
Figura 14 Experiencias exitosas .....	75
Figura 15 Cruce componentes del acueducto con movimientos sísmicos. ....	78
Figura 16 Cruce componentes del acueducto con la remoción en masa.....	79

## LISTA DE FOTOS

	<b>Pág</b>
Foto 1 Rejilla. ....	48
Foto 2 Tanque de rebose.....	49
Foto 3 Tubería desde el tanque de rebose al desarenador. ....	50
Foto 4 Desarenador. ....	51
Foto 5 Planta potabilizadora. ....	53
Foto 6 Tanque de almacenamiento. ....	54
Foto 7 Taller "Cartografía social". ....	71

## ANEXOS

Anexo 1 Hidrografía
Anexo 2 Aducción y conducción.
Anexo 3 Localización de usuarios del acueducto veredal de Doima
Anexo 4 Amenaza sísmica.
Anexo 5 Remoción en masa
Anexo 6 INF. 20387B - AGUA SUPERFICIAL DOIMA - REMPLAZO
Anexo 7 INF. 20388 - GYC – SUPERFICIAL
Anexo 8 Cartografía social
Anexo 9 Acueducto Doima - LA ESPERANZA
Anexo 10 Formato para evaluación de daños.
Anexo 12 Protección financiera.
Anexo 13 Estado financiero del acueducto.

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento está dirigido al acueducto ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL COLECTIVO DE LAS VEREDAS DOIMA LA ESPERANZA<sup>1</sup> para que cumpla no solo con un requisito normativo, sino que logre ser una asociación que pueda contar con herramientas para la gestión del riesgo asociado a la prestación de su servicio. En el caso de esta asociación de usuarios, no existía claridad en el contenido mínimo ni el trabajo previo de recolección de información para la elaboración de al menos, un plan de emergencia y contingencia.

El plan de gestión del riesgo aquí presentado está basado en la propuesta de la “Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo”, entregada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, teniendo en cuenta las particularidades de la zona como Geología, Hidrografía, Aspectos climáticos y las particularidades del sistema como Cuencas abastecedoras, Infraestructura del sistema, otras redes instaladas, infraestructura administrativa, localización de usuarios entre otros.

Dentro del esquema del plan de gestión del riesgo, se formuló el plan de emergencia y contingencia (PEC) para los riesgos más significativos en el acueducto y poder contar con una respuesta oportuna ante cualquier tipo de emergencia y suministrar de manera eficaz dicho recurso a la comunidad.

En el capítulo 7 se encuentra la información general del plan de gestión del riesgo el cual incluye todo lo relacionado con el contexto interno y externo de la asociación, la descripción de las condiciones locales de riesgo para el acueducto, la amenaza y la vulnerabilidad resultante, su valoración y la estimación de daños y/o pérdidas

---

<sup>1</sup> Para efectos del documento la asociación se nombrará como Acueducto veredal de Doima.

potenciales con sus respectivas medidas de reducción del riesgo, además, se presenta el PEC, el cual se encuentra como un anexo del documento para facilitar su acceso; en el capítulo 8 se muestra el plan de recuperación y el plan de inversiones de la asociación.

Con este trabajo se espera que la asociación se vea fortalecida en los componentes de la gestión de riesgo de desastre que afecten su funcionamiento



## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El municipio de La Mesa es considerado como uno de los municipios intermedios de la geografía nacional y del Departamento de Cundinamarca; cuenta con 20 barrios en el sector urbano, 3 Inspecciones: San Joaquín (10 Veredas), San Javier (7 Veredas) y La Esperanza. (Rodríguez Gonzales, Mercedes, 2017)

La Esperanza, está conformada por 10 veredas en las cuales se encuentran: Alto Grande, Anatolí, Buenavista, Camposanto, Caviedes Honduras, San Pablo, Florián, Hospicio, Payacal y Doima. En esta última vereda está ubicada la oficina central del acueducto, cuya su razón social es ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL COLECTIVO DE LAS VEREDAS DOIMA LA ESPERANZA. En La Esperanza se localiza la planta de tratamiento de agua potable, en la cual, al momento de su construcción no se contemplaron medidas para la prevención de eventos, como no exponer la tubería al aire libre ni construcción de la estructura bajo parámetros sismorresistentes, lo cual causa que esté expuesto a daños en su infraestructura.

El acueducto veredal de Doima se abastece por gravedad, debido a que el Río Apulo, del cual se capta el agua, se ubica en una zona más alta; este tipo de distribución hace que el acueducto tenga problemas con la presión del agua, la cual en algunas ocasiones causa daños en las tuberías, lo que interrumpe el servicio de distribución de agua potable a los usuarios afectando su vida normal

Para tener certeza de todos los riesgos a los cuales se enfrenta el acueducto veredal de Doima, se consulta el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de La Mesa (PMGRD), en el cual se menciona que las veredas de El Palmar, Zapata, Campo Santo, Tolú, Santa Lucía y La Esperanza presentan movimientos en masa (Comité Municipal para la Gestión del Riesgo, 2014); y como se mencionó anteriormente, allí se encuentra la planta de tratamiento de agua potable y hacia Campo Santo se

encuentra un ramal de distribución. Adicionalmente, en el Plan de Gestión de riego del Municipio, menciona textualmente que el municipio ha sufrido de “amenaza sísmica temblores que a menor intensidad han sucedido con epicentro en este Municipio adicionalmente, las condiciones de vulnerabilidad de la población y de la infraestructura. Estos sucesos nos han demostrado que no estamos preparados para afrontar el riesgo, los desastres, ni el proceso de recuperación” (Comité Municipal para la Gestión del Riesgo, 2014).

Para comprobar si el acueducto veredal de Doima cumple con la presentación del plan de gestión de riesgo, se hace una revisión en página del SUI (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios), el cual a la fecha de revisión (Marzo 24 de 2019) no presenta el “Reporte de planes de contingencia y emergencia” (Plan de gestión de riesgos de Desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo) y al no contar con este documento se incumple con lo estipulado por la Ley 1523 de 2012 (Gobierno Nacional, 2012), Ley 142 de 1994 (Congreso de la República, 1994), la Resolución 0154 de 2014 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2014) y el Decreto 2157 de 2017. El no contar con un plan de gestión de riesgo y en caso de que se materialice un posible evento, hace que el acueducto no pueda anticiparse a los efectos que pueden producirse y dar rápida atención a estos. Por otra parte, dentro del marco de la Resolución 154 de 2014, se desarrolla un análisis a nivel veredal en Colombia, sobre los Planes de Emergencia y Contingencia (PEC) (los cuales están incluidos dentro de los planes de gestión del riesgo) presentados al Sistema Único de Información (SUI). Los resultados arrojan que para los acueductos que se encuentran ubicados fuera de la cabecera municipal, más del 65% de los departamentos del país se encuentran en el rango más bajo con respecto a los ubicados en las cabeceras, es decir, menos del 30% de los municipios que se encuentran fuera de la cabecera municipal ha realizado el reporte (Super Intendencia de Servicios públicos Domiciliarios, 2016), Esto se debe a que el 88% los municipios poseen problemas para incluir la totalidad de los

aspectos que establece la Resolución 0154 de 2014, e incumplen con al menos uno de los aspectos establecidos en la norma anteriormente nombrada, ya sean técnicos o por desconocimiento de la política que regula su contenido (Super Intendencia de Servicios públicos Domiciliarios, 2016), este último caso obedece al estado actual del acueducto veredal de Doima, el cual aún no cuenta con su plan de gestión de riesgo, haciéndolo más vulnerable ante una amenaza.

### 3 JUSTIFICACIÓN

Colombia al ser una región con una amplia diversidad climatológica, hidrológica y geológica, es una zona con alta probabilidad de riesgos potenciales (Banco Mundial Internacional de Reconstrucción y Fomento, 2012), es por esta razón, que se necesita conocer los riesgos a los que se enfrenta cada ciudad, departamento y municipio, para formular acciones encaminadas a reducir el riesgo y en caso de materializarse un evento, saber cómo afrontar dicha situación lo cual contribuye al desarrollo de cada una de estas.

Para contribuir con dicho desarrollo, el Municipio de La Mesa, en su PMGRD, hace referencia a que “por sus condiciones sociales y económicas, el municipio no es susceptible a sufrir daños asociados a la presencia de diversas amenazas de origen natural o antrópico accidental” y que sus principales riesgos se asocian a la dinámica tectónica (Comité Municipal para la Gestión del Riesgo, 2014). Sin embargo, al momento de analizar las amenazas, el Comité Municipal para la Gestión del Riesgo (CMGRD), lo hizo de una forma global y con muy poca información histórica, lo cual ratifica la importancia de realizar un análisis individual para la zona donde está el acueducto veredal de Doima, poder comprobar la existencia de los riesgos nombrados en el Plan Municipal y evidenciar si hay más amenazas a las que estarían expuestos.

Aun así, tomando la información global, el acueducto veredal de Doima, se encuentra en una zona donde presenta amenaza por remoción en masa y amenaza sísmica según la información de su Plan Municipal; por esta razón se ratifica la importancia de contar con el plan de gestión del riesgo para el servicio de acueducto, el cual debe estar encaminado a la protección de la infraestructura de, plantear acciones para la prevención, mitigación y control oportuno de desastres, a través de programas, planes y estrategias, para contar con medidas de reducción del riesgo, recuperación y rehabilitación de eventos y así lograr responder en el menor tiempo posible a la comunidad.

Adicionalmente, el acueducto debe cumplir con lo establecido en la Ley 1523 Artículo 40 que indica que

todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en este análisis diseñará e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento (Gobierno Nacional, 2012).

En este caso, la formulación de un Plan de Gestión de Riesgo para el acueducto veredal de Doima, es de suma importancia para seguir contribuyendo con el desarrollo y la mejora de la calidad de vida de las personas, evitando que la vereda se quede sin el servicio en caso de emergencia, y si llegase a ocurrir algún evento, se estaría arriesgando la seguridad de las personas, vulnerando sus derechos, al no contar con preparación para la atención y recuperación de estos, además, de estar faltando al cumplimiento de la normatividad anteriormente mencionada

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Formular el plan de gestión del riesgo para el acueducto veredal de Doima en La Mesa Cundinamarca.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las condiciones locales del riesgo sectorial (escenarios de riesgo).
- Definir las medidas de reducción del riesgo según las condiciones físicas, administrativas y ambientales de la vereda.
- Formular las medidas para el manejo de las emergencias asociadas a la prestación del servicio de acueducto y rehabilitación.

## 5 MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO TEÓRICO

El cambio climático es un tema controversial en la actualidad, debido a que se tienen diferentes puntos de vista. Según la norma de Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia Ley 1523 (Gobierno Nacional, 2012), el cambio climático es una “variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más)”. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) dice que dicho cambio es atribuido a la actividad humana y lo seguirá siendo. Su principal causa es el consumo de combustibles fósiles (petróleo y carbón) los cuales producen CO<sub>2</sub> y contribuyen con el efecto invernadero, es decir, estos gases se quedan en la atmósfera y no permiten que la radiación solar salga nuevamente ocasionando calentamiento en el suelo y los océanos, generando calor en forma de radiación infrarroja (Rodríguez Becerra & Mance, 2009)

Por otro lado, hay quienes opinan todo lo contrario, es decir, que el cambio climático se genera de manera natural, como **The Committee for Skeptical Inquiry**. Este es un grupo de científicos escépticos que plantean que dicho cambio climático es parte de un fenómeno natural de la tierra; se puede evidenciar su naturalidad debido a que el planeta se encuentra en permanente cambio, siendo un ejemplo de ello la evolución de las especies y las eras geológicas (Rodríguez Becerra & Mance, 2009).

De otra parte, la adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficioso. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (Pabón , y otros) . Según

la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres “En el caso de los eventos hidrometeorológicos la Adaptación al Cambio Climático corresponde a la gestión del riesgo de Desastres en la medida en que está encaminada a la reducción de la vulnerabilidad o al mejoramiento de la resiliencia en respuesta a los cambios observados o esperados del clima y su variabilidad” (UNISDR, 2009)

Por tanto, el hecho que esté esta definición en una Política Nacional de Gestión del Riesgo implica que el cambio climático es uno de los principales factores causantes de eventos adversos en el país, y, por tanto, afecta a todos los sectores de bienes y servicios del país.

Otro factor influyente para el acueducto veredal de Doima son el fenómeno climático de El Niño (cálido en el Pacífico) y la Niña (frío del Pacífico) los cuales que pueden ser repetitivos, pero no frecuentes, estos fenómenos los ocasionan los cambios en la temperatura de las aguas del mar y los vientos del océano pacifico ecuatorial, los cuales pueden ocasionar alteraciones en el clima a nivel local, regional y global, en los cuales se ven afectados los vientos la precipitación y la temperatura. (Sánchez, Vargas, Gonzalez, & Pabón, 2001)

Para el caso de Colombia El Niño se manifiesta con el incremento de la temperatura de la superficie del mar y déficit de precipitación durante la duración del evento lo que ocasiona que la humedad que se encontraba en el suelo se disminuya en gran parte del territorio Nacional, esputando el sur de la región pacífica puesto que allí se presentan lluvias persistentes e intensas. En cambio el fenómeno de La Niña disminuye la temperatura superficial del mar en donde se aumentan las precipitaciones y se aumenta la humedad del suelo especialmente en la región andina y caribe lo que desencadena deslizamientos, crecientes avalanchas, fenómenos de remoción en masa y esto a su vez genera daños materiales y en el medio ambiente (Sánchez, Vargas, Gonzalez, & Pabón, 2001)



Ahora, respecto de los componentes del Riesgo, la amenaza, según la Ley 1523 de 2012, se define como un “Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales” (Gobierno Nacional, 2012). Sin embargo, aún existen definiciones en las que se considera que la amenaza se manifiesta sólo cuando la vida de personas humanas se encuentra en riesgo. Por ejemplo, la UNESCO menciona que “las amenazas solo se convierten en desastres si los seres humanos se ven afectados” (UNESCO, 2014). Es decir, hay quienes afirman que no hay desastres naturales porque las amenazas se convierten en desastres solo cuando afectan las personas.

Por otro lado, según la (UNISDR, 2009) la emergencia es “una condición amenazante que requiere de la toma de acciones urgentes”, es por esto que una acción rápida de emergencia puede evitar que un evento escale hasta el punto de convertirse en un desastre, los cuales necesitan de una respuesta inmediata de las instituciones del Estado y que sea comunicada lo más pronto posible por los medios y en la comunidad.

Debido a esto, en los sistemas de acueducto se deben contemplar los diferentes eventos posibles que puedan ocurrir, como lo son el cambio climático y las amenazas ocurridas por diferentes orígenes, puesto que es de suma importancia examinar las afectaciones que se puedan originar y dejen sin el servicio de agua potable a la comunidad.

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

**Acueducto:** según el RAS 2000, un acueducto es un “sistema de abastecimiento de agua para una población”. (Resolución 1096, 2000); existen centros poblados en zonas rurales que durante un periodo prolongado han construido sus propios sistemas de abastecimiento cercanos a una fuente de nacimiento de agua, que se encuentre cerca a sus fincas y/o a los lugares que habitan, también pueden realizar el mismo proceso de forma colectiva cuando el caudal del río es mayor; para lograr la administración de estos acueductos, las personas se unen en asociaciones, de vecinos que pertenezcan al mismo sector, juntas administradoras, comités de acueductos de las Juntas de Acción Comunal o cooperativas, para lograr dar cumplimiento a las labores de mantenimiento del acueducto como: lavado de tanques, adecuación de redes domiciliarias, entre otras (Melo Morán & Salazar Valencia, 2009); el cual es el caso del caso del acueducto veredal en estudio.

**Análisis del riesgo:** según la NTC 31000, los métodos utilizados para el análisis de los riesgos pueden ser cualitativos, semicuantitativos o cuantitativos. El grado de detalle que se requiere dependerá de la aplicación particular, la disponibilidad de datos confiables de las necesidades para la toma de decisión de la organización. Algunos métodos y grado de detalle de análisis pueden estar prescritos por la legislación.

El análisis del riesgo consiste en la determinación de las consecuencias y sus probabilidades para los elementos de riesgo identificados, tomando en consideración la presencia (o no) y la eficacia de los controles existentes. Las consecuencias y sus probabilidades se combinan después para determinar un nivel de riesgo (ICONTEC, 2016)

**ANÁLISIS CUALITATIVO:** en el análisis cualitativo se utilizan escalas descriptivas para representar la magnitud de las potenciales consecuencias y la probabilidad de

ocurrencia. Dichas escalas pueden ser modificadas o se les puede realizar ajustes que se adapten a las diferentes para riesgos diferentes (Cáceres, 2003)

**ANÁLISIS SEMI-CUANTITATIVO:** en los análisis semicuantitativos se les asigna a las escalas cualitativas valores, estos valores asignados a cada descriptor necesariamente no guarda una relación específica con la magnitud real de las consecuencias y probabilidades, dichos números se pueden combinar en cualquier rango. Tipo de análisis usado en el proyecto.

“El objetivo es producir un ordenamiento de prioridades más detallado que el que se logra normalmente en el análisis cualitativo y no sugerir valores realistas para los riesgos tales como los que se procuran en el análisis cuantitativo” (Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, 2016)

**ANÁLISIS CUANTITATIVO:** en los análisis cuantitativos se utilizan valores numéricos para el impacto y la probabilidad (Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, 2016).

**Alerta:** Según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es el “estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las entidades y la población involucrada activen procedimientos de acción previamente establecidos” (Gobierno Nacional, 2012).

**Calamidad pública:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se refiere a los “eventos naturales causados accidentalmente por personas o de manera natural, los cuales generen pérdidas de bienes materiales, económicos, ambientales o humanos y se genere un cambio en el normal funcionamiento de la dicha población, en el cual el municipio tenga que tomar acciones para la rehabilitación y reconstrucción de dicha población, municipio o del territorio” (Gobierno Nacional, 2012)

**CAUSA:** Son los medios, circunstancias y agentes que generan los riesgos. (Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, 2016)

**Conocimiento del riesgo:** Según la (UNISDR, 2009), el riesgo es “la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas”. Y la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres dice que el conocimiento del riesgo es el monitoreo que se le hace a una zona determinada, identificando los escenarios de riesgo para tener conocimiento del peligro y poder mitigar sus impactos a futuro (Gobierno Nacional, 2012)

**Contexto interno:** según el Decreto 2157, el contexto interno corresponde al ambiente propio de las entidades públicas y privadas, las cuales buscan desarrollar sus objetivos con base a la gestión del riesgo, basados en sus propias actividades culturales, estructurales y estrategias que deben ir alineados con los objetivos de la organización y que generen confianza entre los trabajadores, usuarios y la comunidad cercana (República de Colombia, 2017).

**Contexto externo:** según el Decreto 2157, el contexto externo se refiere al ambiente exterior en el cual la organización busca cumplir sus objetivos organizacionales de compromiso, de credibilidad y de confianza que se debe generar con su entorno y con la comunidad del área de influencia de probable afectación, alineados con la gestión de riesgos (República de Colombia, 2017).

**Emergencia:** Según la (UNISDR, 2009) “una crisis o emergencia es una condición amenazante que requiere de la toma de acciones urgentes. Una acción eficaz de emergencia puede evitar que un evento escale hasta el punto de convertirse en un desastre mayor cambiando los hábitos de una comunidad, que fueron causados por un evento desfavorable, los cuales necesitan de una respuesta inmediata de las

instituciones del Estado y que sea comunicada lo más pronto posible por los medios y en la comunidad”.

**Exposición (elementos expuestos):** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, exposición hace referencia a los servicios ambientales, la presencia de personas, recursos económicos, recursos sociales, bienes culturales e infraestructura, que debido a su ubicación pueden verse afectados por la presencia de una amenaza, (Gobierno Nacional, 2012), para el caso del acueducto veredal de Doima, los elementos expuestos son los que conforman todo el sistema como: bocatoma, desarenador, planta potabilizadora, tubería, entre otros elementos.

**Gestión del riesgo:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, “es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible” (Gobierno Nacional, 2012)

**Intervención:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la intervención corresponde al “tratamiento del riesgo mediante la modificación intencional de las características de un fenómeno con el fin de reducir la amenaza que representa o de modificar las características intrínsecas de un elemento expuesto con el fin de reducir su vulnerabilidad” (Gobierno Nacional, 2012)

**Manejo de Desastres:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es “el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre,

la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entiéndase: rehabilitación y recuperación” (Gobierno Nacional, 2012)

**Mitigación del riesgo:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, “medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente” (Gobierno Nacional, 2012)

**Preparación:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, “es el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva y albergues y entrenamiento, con el propósito de optimizar la ejecución de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros” (Gobierno Nacional, 2012)

**Prevención de riesgo:** Según (Lavell), la prevención de riesgo es “Medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar o impedir que se presente un fenómeno peligroso o para evitar o reducir su incidencia sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente”

**Protección financiera:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la protección financiera se refiere a los “mecanismos o instrumentos financieros de retención intencional o transferencia del riesgo que se establecen en forma ex ante con el fin de acceder de manera ex post a recursos económicos oportunos para la atención de emergencias y la recuperación”. Otra definición que se encuentra acerca del tema es la de la Guía de Aseguramiento, Protección

financiera Ante Riesgo de Desastre, la cual hace referencia al tema como “mecanismos o instrumentos financieros de retención intencional o transferencia del riesgo que se establecen en forma ex ante con el fin de acceder de manera ex post a recursos económicos oportunos para la atención de la emergencia y la recuperación” (UNGRD, Guía de Aseguramiento, bienes Inmuebles y la transferencia del riesgo, Protección financiera ante riesgo de Desastres, 2016).

**Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca POMCA:** los POMCA son una herramienta utilizada para planear el uso del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna; además del debido manejo de la cuenca, con el fin de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico -biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico (MINAMBIENTE, 2019), para el caso del proyecto, se utilizó el POMCA del Río Bogotá, el cual incluye el manejo de la cuenca de estudio.

**Recuperación:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, son las “acciones para el restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción del área afectada, los bienes y servicios interrumpidos o deteriorados y el restablecimiento e impulso del desarrollo económico y social de la comunidad. La recuperación tiene como propósito central evitar la reproducción de las condiciones de riesgo preexistentes en el área o sector afectado” (Gobierno Nacional, 2012)

**Reducción del riesgo:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de la reducción de riesgo “está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de

subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera. (Gobierno Nacional, 2012)

**Respuesta:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es la “ejecución de las actividades necesarias para la atención de la emergencia como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación” (Gobierno Nacional, 2012)

**Riesgo de Desastres:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, “corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de Desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad” (Gobierno Nacional, 2012)

**Riesgo Tecnológico:** los riesgos tecnológicos son daños o pérdidas asociados eventos mayores, como transformación, producción o almacenamiento de residuos peligrosos, generados por el uso y acceso a la tecnología, provocadas de manera antrópica, natural, socio-natural u operacional (UNGRD, Por la cual se crea y conforma la comisión técnica Nacional asesora de riesgos tecnológicos, 2013)

**Sequia:** “deficiencia de precipitación durante un periodo de tiempo relativamente prolongado” (Marcos Valiente, 2001).



**Vulnerabilidad:** según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es la “susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos” (Gobierno Nacional, 2012)

### 5.3 MARCO GEOGRÁFICO

El municipio de La Mesa se encuentra a 65 kilómetros de Bogotá. La Mesa llegó a ser considerado como el eje comercial más importante del camino que comunicaba a Santa Fe (ahora Bogotá) con el sudoeste del país. Cuenta con una extensión total de 148 Km<sup>2</sup>, un área urbana de 2.75 Km<sup>2</sup>, área rural 145 Km<sup>2</sup>, y su cabecera municipal se encuentra a una altitud de aproximadamente 1200 m.s.n.m con una temperatura media de 22° C.

Limita al norte con los municipios de Quipile, Cachipay y Zipacón, por el este con Bojacá y Tena, por el sur con El Colegio y Anapoima y por el oeste con Anapoima y Quipile. Según la página web del municipio<sup>2</sup> de La Mesa al 2016 se cuenta con aproximadamente 30.250 habitantes.

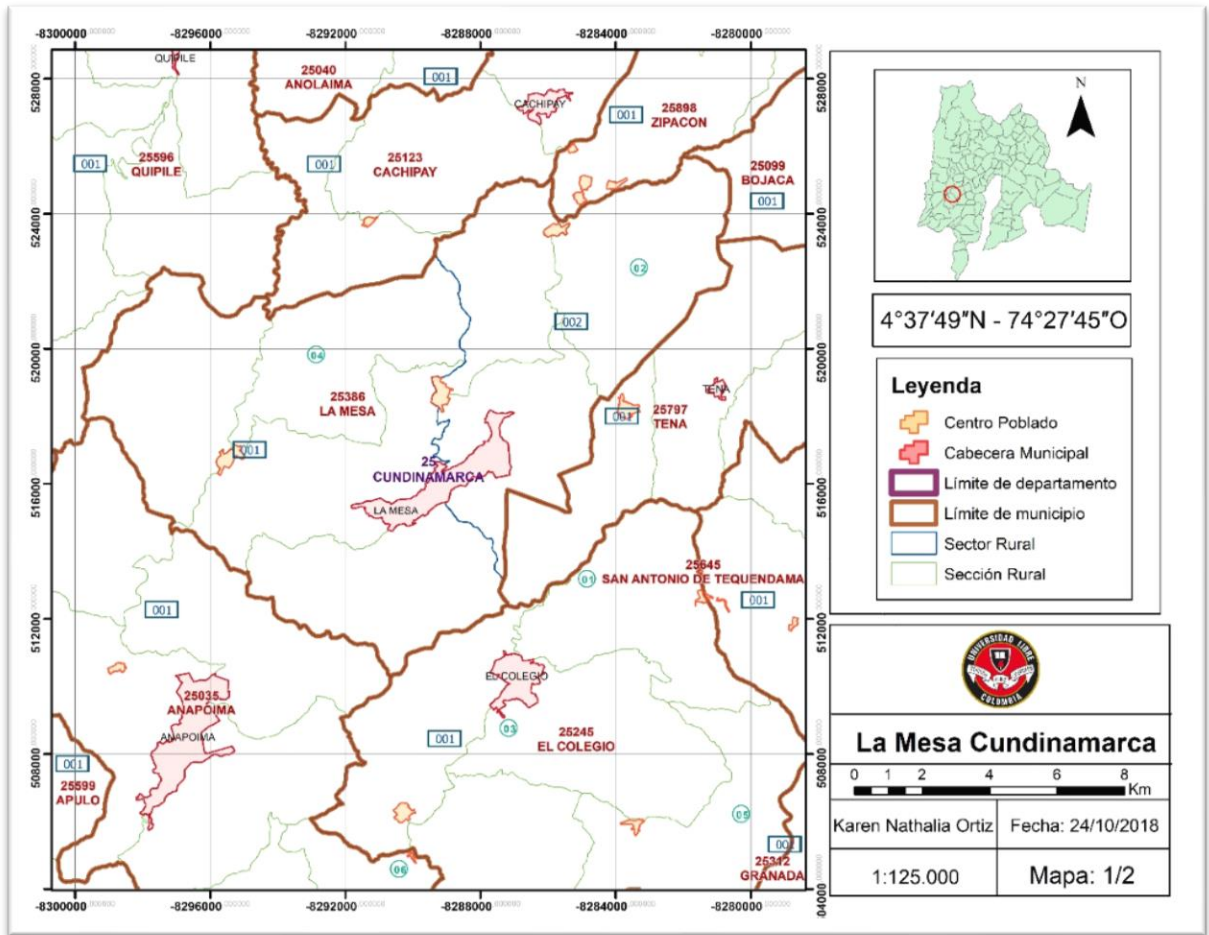
En la Figura 1 se señala el área geográfica de La Mesa Cundinamarca; este municipio cuenta con 20 barrios en el sector urbano, 3 Inspecciones (San Joaquín (10 Veredas), San Javier (7 Veredas) y La Esperanza, que se divide en diez veredas, que son: Alto Grande, Anatolí, Buenavista, Campo Santo, Caviedes Honduras, San Pablo, Florián, Hospicio, Payacal y Doima.

Sus fuentes hídricas de mayor cauce son los Ríos Bogotá, y el Apulo; en el Río Bogotá desembocan las quebradas de Patio Bonito, San Andrés, San Agustín, Las Fortunas, La Negra, La Guayacana, Las Totumas y Zapata. En el Río Apulo desembocan las quebradas Quipilita, La Chambatá, el Calicha, La Carbonera, Río Curi, Río Bahamon, Quebrada El Tigre, y otras menores. Estas fuentes ayudan al riego agrario y alimentan los sistemas para el suministro de acueductos veredales. (Rodríguez Gonzales, Mercedes, 2017)

---

<sup>2</sup> "sitio oficial de La Mesa" ([http://www.lamesacundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.lamesacundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)) fecha de consulta. (24/05/2017)

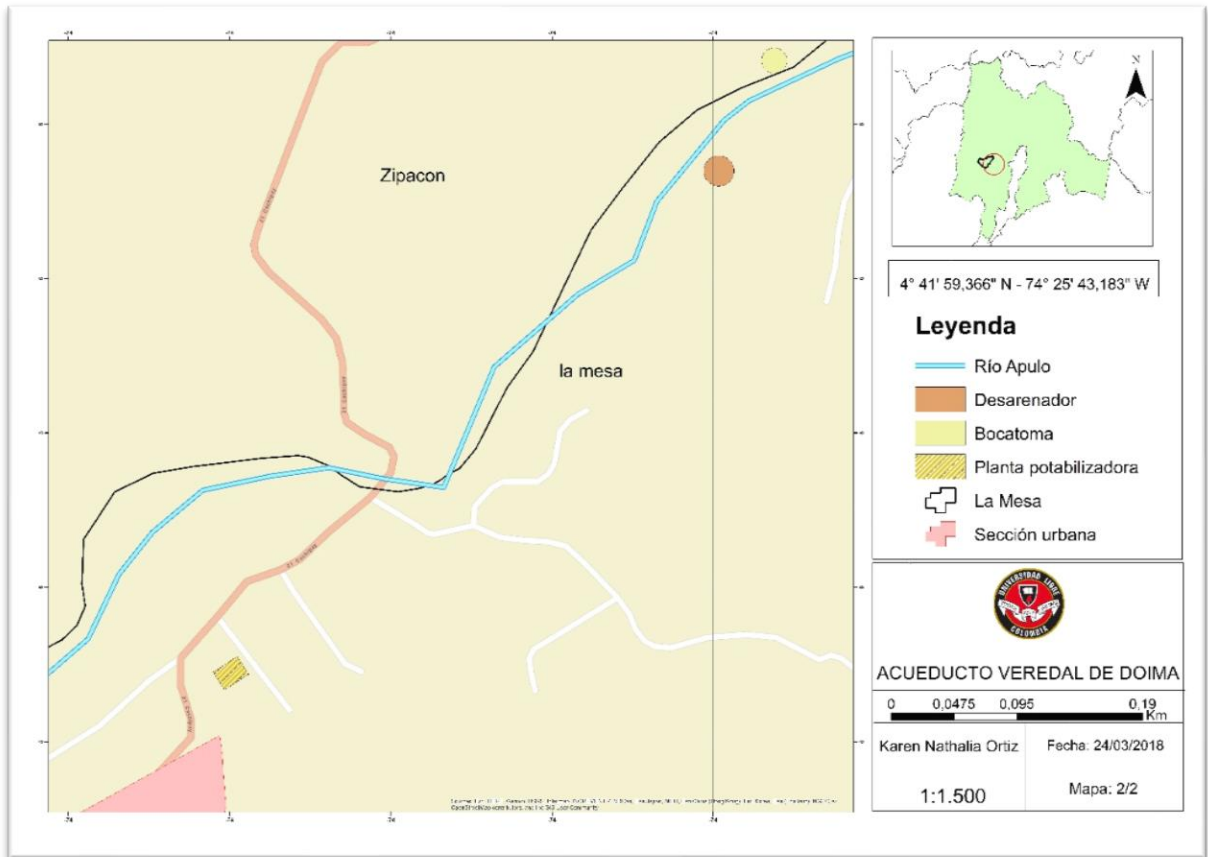
Figura 1 Ubicación municipio de La Mesa Cundinamarca.



**Fuente:** Ortiz, K; "La Mesa Cundinamarca". Bogotá, octubre de 2018. Modificado, ArcGIS [software GIS] Versión 10.3, Geoportal DANE (MGN) 2005

La cuenca del río Apulo, del cual se surte el Acueducto Veredal de Doima se encuentra en la jurisdicción de los municipios de Anolaima, Zipacón, Quipile, Apulo, Cachipay, y una parte de La Mesa y Anapoima. El río nace en el cerro Manjuá a 3000 msnm. En su recorrido de 46 kilómetros, recibe aguas del río Curí, en la zona alta de Anolaima; el río Bahamón, en la zona alta de Chachipay, y las aguas negras de Zipacón y desemboca en la margen derecha del Río Bogotá. En la Figura 2 se muestra una parte de la cuenca del Río Apulo, de donde se abastece el acueducto veredal del Doima, la ubicación de la planta potabilizadora, entre otros.

Figura 2 Acueducto veredal de Doima.



Fuente: Ortiz, K; "Acueducto veredal". Bogotá, marzo de 2018. ArcGIS [software GIS] Versión 10.3<sup>3</sup> Basemap [openStreetMap].

A continuación, se muestra en la Tabla 1, las coordenadas de cada punto ubicado en la Figura 2 Acueducto veredal de Doima.

Tabla 1 Coordenadas del mapa Acueducto veredal de Doima.

COORDENADAS		
Sistema de coordenadas	WGS 84	
Descriptor	Latitud	Longitud
<b>Planta de tratamiento</b>	4° 41' 59,366" N	74° 25' 43,183" W
<b>Desarenador</b>	4° 42' 11,765" N	74° 25' 31,300" W
<b>Bocatoma</b>	4° 42' 14,497" N	74° 25' 29,917" W

<sup>3</sup> La información para la construcción de este mapa fue levantada mediante GPS Marca GARMIN Etrex 20X el día 17 de marzo de 2018, con sistema de coordenadas WGS 84.

## 5.4 MARCO LEGAL

La siguiente tabla contiene la normatividad legal que aplica en las áreas de este proyecto

Tabla 2 Marco Normativo

<b>Marco Normativo</b>		
<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción de la norma</b>
Constitución Política de Colombia capítulo 3 Artículo 79	1991	Derechos colectivos y del medio ambiente, todas las personas tienen el derecho de gozar de un ambiente sano. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica.
CONPES 3810 Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural Numeral 4.3	2014	Fortalecer la planificación del sector a través de la incorporación de la gestión del riesgo y consideraciones de adaptación y mitigación al cambio climático.  Establecerá mecanismos de actuación en la generación de los procesos de conocimiento y reducción del riesgo que se deberán articular con los instrumentos de planificación territorial municipal.
Plan de Desarrollo Nacional	2018-2022	Promover el conocimiento en la comunidad sobre los riesgos de desastres y el cambio climático para tomar mejores decisiones en el territorio.  Implementaremos estrategias para prevenir y reducir el riesgo de desastres y lograr la adaptación al cambio climático.
Ley 142 Artículo 1	1994	Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente Ley, y a las actividades complementarias

<b>Marco Normativo</b>		
<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción de la norma</b>
		definidas en el Capítulo II del presente título y a los otros servicios previstos en normas especiales de esta Ley.
Ley 1523 Artículo 1 parágrafo 1	2012	La gestión de constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.
Artículo 40		<p>todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta</p> <p>y aquellos que se deriven de los daños de esta en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en este análisis diseñará e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento.</p>
Ley 388	1997	Se define el ordenamiento territorial como un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas. Disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización,

<b>Marco Normativo</b>		
<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción de la norma</b>
		transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.
POMCA de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá	2006	El Plan de Ordenamiento y Manejos de Cuencas Hidrográfica, muestra el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos, para el caso de la cuenca del Río Apulo se tienen unas áreas protegidas y otras a proteger tales como: Laguna Pedro Palo, Sector de la Palma, Peña Negra Cachipay, Laguna verde, Ronda de los ríos Apulo, Curí y Bajamón, respectivamente.
RAS Título B	2000	Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico el cual el Título B habla sobre sistemas de acueductos y dentro de este título se encuentra el análisis de la vulnerabilidad y gestión del riesgo.
Resolución 0330	2017	La Resolución reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.
Resolución 0154 y Resolución modificatoria 527 de 2018	2014	Por la cual se modifica la Resolución 0154 de 2014 y se dictan otras disposiciones
Resolución 1063	2016	Por la cual se establecen los requisitos de presentación, viabilización y aprobación de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que soliciten apoyo financiero de la nación, así como de aquellos

<b>Marco Normativo</b>		
<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción de la norma</b>
		que han sido priorizados en el marco de los planes departamentales de Agua y de los programas que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico y se dictan otras disposiciones.
Resolución 549	2017	Por la cual se adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2157	2017	"por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012"

**Fuente:** Elaboración propia



## 6 METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta Decreto 2157 de 2017 y las recomendaciones en el uso de la Norma ISO 31000, en la cual se establece que el análisis del riesgo "se puede realizar con diferentes grados de detalle y complejidad dependiendo (...) de la disponibilidad y la confiabilidad de la información y recursos disponibles"; además el documento establece "las técnicas de análisis que pueden ser cualitativas, cuantitativas o una combinación de éstas". Por lo anterior, no se aplica una metodología cuantitativa ya que se necesita de un histórico de datos el cual el acueducto veredal de Doima no posee.

Es por esto, que de acuerdo con las condiciones y características específicas de la organización, se crea una metodología que se adapte a las condiciones locales del acueducto veredal de Doima, con base en la información disponible tanto del acueducto como del Municipio, contemplando los riesgos asociados a la operación, administración y prestación del servicio domiciliario del acueducto veredal de Doima, teniendo en cuenta los criterios de contexto interno y externo establecidos en el Decreto 2157 de 2017.

Para la construcción de la metodología se tuvo en cuenta componentes como el análisis de riesgos por colores, que de manera cualitativa permite analizar la vulnerabilidad y las amenazas, implementada por el FOPAE (Fondo de Prevención Y Atención de Emergencias - FOPAE, 2012), y principalmente se siguió la metodología establecida por la Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo (MVCT - UNGRD, 2014), además de tener en cuenta componentes descritos en la ISO 31000, para el análisis cuantitativos, aunque no se toma en si una metodología de ese documento.

### **Objetivo específico 1**

Para el desarrollo del primer objetivo específico, el cual es conocer las condiciones locales del riesgo sectorial; teniendo en cuenta que cada municipio presenta unas condiciones diferentes que conforman el territorio, se establecieron diferentes actividades para el levantamiento de la siguiente información:

Para el levantamiento de la información Geológica de La Mesa, más específicamente en la zona donde se encuentra el acueducto, se consultaron documentos como el plan Básico de Ordenamiento Territorial e información que se encontraba en la página de la alcaldía Municipal de La Mesa, las cuales aportaron información sobre las fallas geológicas a las que está expuesto el acueducto, además, se consultó el mapa geológico del departamento de Cundinamarca del Ministerio de Minas y Energía, para corroborar las fallas que se ubican en este sitio. Por otro lado, para la recopilación de la Hidrografía, se construye un mapa del Río Apulo con sus respectivos drenajes y contribuyentes, esta información fue proporcionada por el IGAC con planchas digitales escala 1:25000 de la zona, además, se consultaron las cuencas abastecedoras para el acueducto veredal de Doima y se complementó la información con el PBOT Y POMCA del Municipio.

Por otro lado, las actividades que se establecieron para conocer los Aspectos climáticos fueron:

Por medio de la estación de La CAR (La Esperanza) se construyó un histograma con información de un periodo de 12 años acumulados desde el 2006 hasta el 2017, con la gráfica resultante se visualizaron los meses lluviosos y los meses secos demostrando un régimen bimodal en la zona, también, se tuvo en cuenta los escenarios de cambio climático, y las afectaciones que se podrían presentar en la zona, tal y como lo establece la Resolución 0330 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio., 2017) en el Artículo 48. Dentro de estos requisitos, y con el fin de mantener la disponibilidad de agua en el acueducto en estudio, se consultaron los

“Lineamientos desarrollados en las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático” y “*Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia*” elaborados por el IDEAM, tomando los componentes climatológicos los dos elementos más influyentes en la biosfera como la temperatura del aire y las precipitaciones; en estos elementos se observan los cambios que pueden llegar a ocurrir en Cundinamarca por el aumento de los mismos; también, se tuvieron en cuenta los fenómenos de El Niño y La Niña y su impacto sobre el acueducto veredal de Doima .

Así mismo, para conocer la Infraestructura de los sistemas de acueducto, localización de usuarios, infraestructura administrativa, y verificación de riesgos tecnológicos, se realizó una visita al acueducto veredal de Doima, para conocer su ubicación, saber cuántas personas trabajan allí, consultar planos y tomar fotografías de cada uno de los componentes del sistema, cabe resaltar que para el contexto interno y externo del acueducto se tuvo en cuenta lo establecido en el Decreto 2157 de 2017

Recopilada esta información y para la construcción de los **escenarios de riesgo** es necesario definir las amenazas y la vulnerabilidad a la que está expuesta el acueducto veredal de Doima; es por esto que el primer paso fue conocer las amenazas a las que puede estar expuesto el acueducto, para esto, se revisó en la página del Servicio Geológico Colombiano y se consultó el inventario histórico de eventos sísmicos, remoción en masa, fuentes sismogénicas, amenaza sísmica regional; y de ahí se obtuvieron los registros históricos e información espacial (shapes) para la realización de mapas de áreas susceptibles a fenómenos de remoción en masa y sísmica, por medio del software ArcGis, también se tuvo en cuenta el histórico de sequías e inundaciones de la zona, además, de la información de documentos como el plan Básico de Ordenamiento Territorial, el plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Así mismo, se conocieron los problemas de orden público de la zona y las posibles amenazas terroristas en el lugar, por medio de un taller social con la comunidad “cartografía social”, en este

taller además de los aspectos anteriormente mencionados, permitió recolectar información sobre las amenazas a las que están expuestos los usuarios del acueducto veredal de Doima, basados en las vivencias de cada usuario que hizo el taller, de ahí se obtuvo un mapa social (elaborado en ArcMap) e información sobre las amenazas de vereda. Otras amenazas que se tuvieron en cuenta fueron: amenaza volcánica, amenaza por incendios forestales, contaminación en la fuente abastecedora, las cuales no tienen incidencia sobre el acueducto.

Una vez conocidas las amenazas a las que está expuesto el acueducto, que en este caso fueron fenómenos de remoción en masa y sismos, se procede hacer un cruce de información por medio de análisis espacial, en donde se digitalizo todo el sistema de acueducto y se cruzó con los mapas anteriormente elaborados, en donde se pudo observar que grado de amenaza afectaba a cada componente del acueducto veredal de Doima. Recolectada y analizada esta información se aplicó *la Matriz para el Análisis de Exposición del Sistema de Acueducto ante Diferentes Amenazas* dada por la Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo (MVCT - UNGRD, 2014); la cual dio como resultado la recopilación del grado de amenaza de cada subcomponente del componente físico.

Con la información resultante de las amenazas, el segundo paso para determinar los escenarios riesgo fue establecer los factores de vulnerabilidad del sistema, los cuales se dividieron en: físico, institucional, operacional, técnico y económico; su valoración se realizó de manera semicuantitativa, manejando una escala del 1 a 3 en números enteros, facilitando el cálculo y la priorización de los riesgos, a estas escalas de números se les asignó un criterio para su respectiva evaluación y valoración, la cual fue específica para cada una de las variables.

Identificada la vulnerabilidad y las amenazas, se realizó la **identificación del riesgo**, por medio de la *Matriz de Amenaza vs. Vulnerabilidad*, la cual está basada en la matriz propuesta por la Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo (MVCT - UNGRD, 2014), Para el caso específico de este trabajo, la información del área de servicio de la asociación no se encuentra en la escala requerida para hacer un análisis del riesgo 100% cuantitativo, por lo que se decidió diseñar una metodología semi cuantitativa, con valoraciones para cada nivel (alto, medio y bajo) y se definió hasta donde se torna aceptable el riesgo. Por otra parte, se hizo una **estimación de daños** o pérdidas potenciales con base a los activos que tiene actualmente el acueducto, con respecto al costo que tendrían que asumir por la reparación de cada uno de los componentes en caso de presentarse el peor escenario posible para cada una de las amenazas resultantes, estos costos se toman basados en el inventario económico de activos del acueducto, asumiendo un costo de destrucción total de cada componente del sistema y se toma el valor más alto para su reconstrucción, además, se crea una tabla con pérdidas económicas potenciales que dejaría de percibir el acueducto en caso de que el nivel de riesgo sea alto, medio o bajo; es decir, se suman los costos administrativos (fijos) y operativos (variables) durante un año, se promedia este valor para después dividirlo en 12 meses y luego dividirlo en 30 días y así obtener el valor diario que dejaría de percibir el acueducto en caso de dejar de funcionar.

Con el cruce de información de las amenazas y vulnerabilidades del acueducto veredal de Doima, se establecen los escenarios de riesgo mitigable y no mitigable.

### **Objetivo específico 2**

Para el cumplimiento del segundo objetivo se proponen medidas para disminuir las condiciones de riesgo; para esto se crean dos tablas que contienen las medidas preventivas, medidas de mitigación, responsable de la ejecución, inicio y/o

frecuencia y el costo de la realización de la medida para los escenarios resultantes de riesgo, la suma de la ejecución de estas medidas corresponde al costo de implementación de El Plan de Gestión del Riesgo. Dichas medidas para reducir el riesgo se agruparon en medidas estructurales y no estructurales, con base en la determinación de los riesgos mitigables, los no mitigables de acuerdo con las condiciones administrativas, técnicas y financieras de la administración del acueducto, además, se propone un modelo de protección financiera para el acueducto veredal de Doima, el cual se adapta a sus necesidades y en caso de que se materialice un evento, tengan cómo responder de manera económica ante tal situación.

### **Objetivo específico 3**

Para la formulación de las medidas de manejo de las emergencias asociadas a la prestación del servicio de acueducto, se diseñó el plan de emergencia y contingencia en concordancia con la Resolución 154 de 2014 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2014) expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; que consiste en la elaboración de un documento específico para orientar a la persona prestadora de servicios públicos domiciliarios, para enfrentar posibles eventos, los cuales deben ser participativos, actuales, reales y objetivos.

En la elaboración del plan de emergencia y contingencia se le dio prioridad al análisis y tratamiento de los riesgos de mayor probabilidad de ocurrencia con base en cuatro aspectos fundamentales:

1. La ocurrencia misma del evento.
2. Los requerimientos institucionales, los recursos físicos y humanos para atender los posibles impactos causados por un evento.
3. La secuencia coordinada de acciones que deben realizar el prestador de servicio y las autoridades municipales o regionales, para responder ante los impactos causados por el evento.

4. El análisis posterior al evento para conocer si las acciones realizadas tuvieron el impacto previsto.

Todos estos datos fueron consignados en las tablas de inventario, basadas en la Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

Además, se cuenta con acciones claras en la Respuesta ante algún evento, el cual consiste en aplicar todo el plan de emergencia desde el momento en que ésta se presenta, desarrollando un paso a paso de las acciones establecidas en dicho plan.

Y por último para la normalización de la operación del acueducto y restablecimiento del servicio, se realiza una evaluación de daños y reparaciones inmediatas con el fin de movilizar y utilizar los recursos disponibles de la Asociación de usuarios del acueducto rural colectivo de las veredas Doima La Esperanza, el cual incluye.

Análisis de: Pérdidas relacionadas con los daños físicos generados por la emergencia, costos sectoriales que implican la ejecución del plan municipal de recuperación, menores ingresos en el corto y mediano plazo por reducción de la capacidad de pago de los usuarios, disminución en las utilidades el patrimonio y capital de la persona prestadora, generados además por los daños propios y a terceros, considerar las pérdidas asociadas a la operación del negocio como son disminución en la productividad y pérdida de información (MVCT - UNGRD, 2014).

## **7 RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Dentro del marco del Decreto 2157 de 2017, establecimiento del contexto, y bajo los lineamientos de la ley 1523 de 2012, se desarrolla lo pertinente para la construcción del sistema de gestión de riesgo del acueducto veredal de Doima. Se presenta a continuación, la información general de la actividad (República de Colombia, 2017)

La razón social del acueducto es ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL COLECTIVO DE LAS VEREDAS DOIMA LA ESPERANZA. El acueducto está ubicado en la inspección la esperanza, la cual limita al norte Zipacón; su vía de acceso principal es la gran vía, tomando hacia Cachipay por la variante, su actividad principal según el código CIU es 9499 “actividades de otras asociaciones ncp” y se encargan de la administración y control del agua potable que se distribuye a los 200 usuarios que lo conforman.

El acueducto veredal de Doima cuenta con un área total construida de 230 m<sup>2</sup> aproximadamente, incluyendo la oficina, que es de un solo piso y la planta de tratamiento y un área total de 720 m<sup>2</sup>.

### **7.1 CONTEXTO EXTERNO**

La siguiente información corresponde al contexto externo del acueducto.

#### **7.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES LOCALES DE RIESGO PARA EL ACUEDUCTO VEREDAL DE DOIMA.**

La siguiente información fue recolectada del documento técnico, Plan Básico de Ordenamiento Territorial, municipio de La Mesa.

#### **7.1.2 GEOLOGÍA DE LA VEREDA DE DOIMA**

El área de La Mesa es una gran terraza aluvial, depositada en forma discordante sobre las formaciones del suelo de tipo erosional. También se encuentran



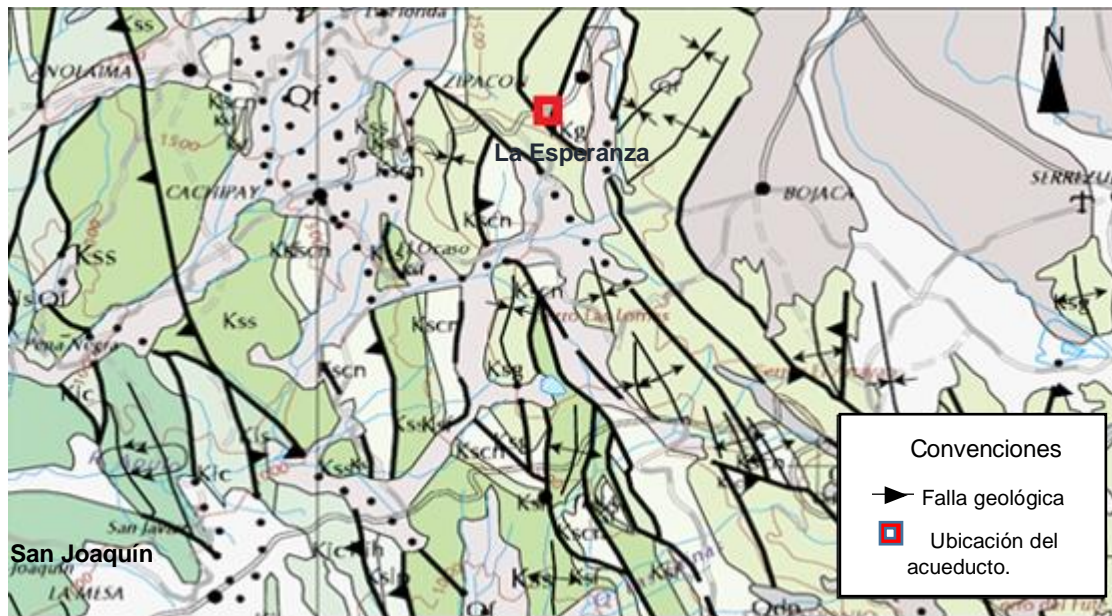
recientes depósitos aluviales sobre el cauce del Río Apulo y algunos cauces de las quebradas que lo circundan (Alcaldía Municipal de La Mesa, 2000).

Los depósitos de coluvión se originaron por desintegración de los escarpes rocosos y dentro de estos depósitos se pueden reconocer algunos deslizamientos activos a medida que va siendo socavados por los ríos y quebradas. Adicionalmente, en el municipio se encuentran las siguientes formaciones geológicas: al Noreste de la inspección de La Esperanza la FORMACIÓN CONEJO Y FORMACIÓN SIMIJACA, y al oriente la FORMACIÓN FRONTERA (Alcaldía Municipal de La Mesa, 2000).

- Formación Conejo: sucesión de arcillolitas y lodolitas, algo calcárea con esporádicas capas medias de limolita, arenita de cuarzo de grano fino y biomicrítica (Alcaldía Municipal de La Mesa, 2000).
- Formación Simijaca: compuesta de arcillolitas y lodolitas negras a gris oscuro, con esporádicas intercalaciones arenita de cuarzo de grano fino (Alcaldía Municipal de La Mesa, 2000).

El acueducto veredal de Doima se encuentra en la formación Conejo (Kscn) anteriormente descrita (ver Figura 3 recuadro rojo), con valles de suaves relieves, también se encuentra una falla definida al oriente del acueducto (Ministerio de Minas y Energía, 2002).

Figura 3 Geología de la zona de estudio.



Fuente: Mapa geológico de Cundinamarca 2007.

Además, en la margen de río Apulo se encuentra inestabilidad de las vertientes, las cuales ayudan a los movimientos en masa, localizados en el noreste y sureste de la inspección San Joaquín y La Esperanza, lo cual causa que estas zonas sean más propensas a riesgo de deslizamientos en el sector de Doima y San Lorenzo.

### 7.1.3 HIDROGRAFÍA

El municipio cuenta con dos corrientes de primer orden que son: el río Apulo y el río Bogotá; el drenaje del río Apulo es de tipo redondeado y se puede asumir que es rectilíneo. En el anexo 1 se observa espacialmente esta descripción.

El río Apulo, que es la fuente de abastecimiento del acueducto veredal Doima, recorre los municipios de Anolaima, Zipacón, La Mesa, Cachipay, Quipile Apulo y Anapoima. Se ubica al sur de la Sabana de Bogotá y hace parte de la cuenca media del río Bogotá; el área total de la cueca es de 481.5 Km<sup>2</sup> y su cauce principal tiene una longitud de 55.7Km (CAR, 2014).

Según datos de la estación Limnimétrica Puente Peatonal de la CAR, aguas abajo del Río Apulo, con coordenadas 1010900 N, 960100 E, ubicada a 0.90 Km de la bocatoma aproximadamente, muestra los caudales mensuales medios, mínimo y máximo son los siguientes para el Río Apulo respectivamente: 2.40 m<sup>3</sup>/seg, 0,07 m<sup>3</sup>/seg y 11 m<sup>3</sup>/seg.

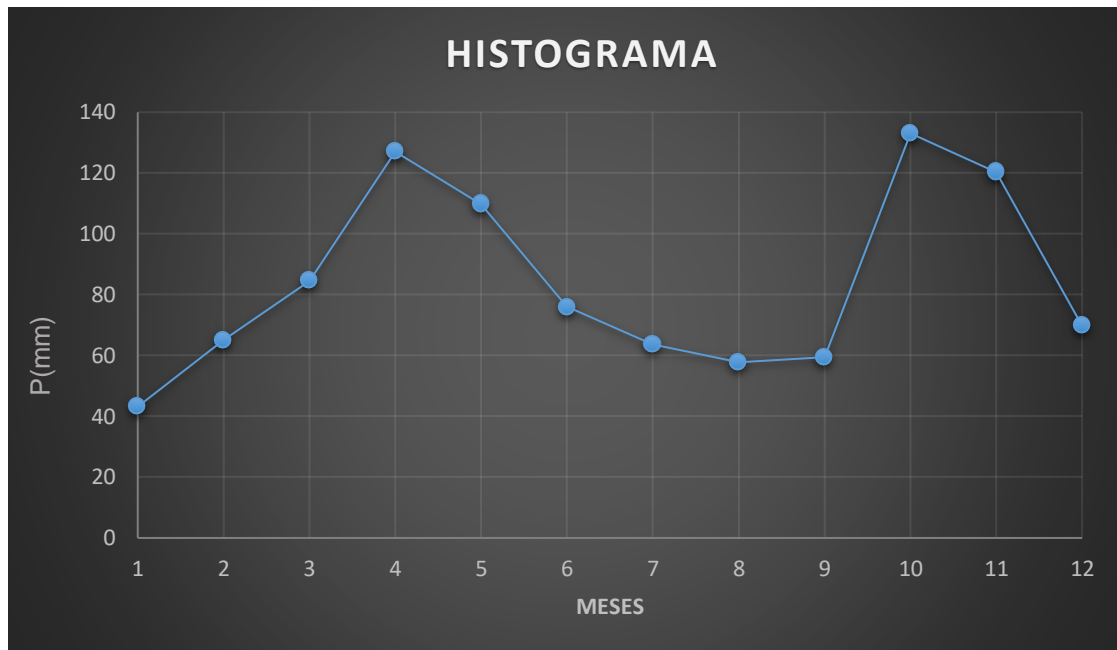
Dentro del POMCA del Río Apulo, los municipios de Cachipay, Curi y Quipile, plantean acciones para el manejo integral y protección de la cuenca mediante convenios entre estos municipios; adicionalmente el municipio de Zipacón crea programas de reforestación y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, para evitar que la contaminación llegue directa a, Río (ver información adicional sobre programa de recuperación de cauce finalizando la sección 7.8).

Es de importancia esta información, ya que el Río Apulo es la cuenca abastecedora del acueducto objeto de estudio.

#### **7.1.4 ASPECTOS CLIMÁTICOS**

La distribución de la lluvia es de régimen bimodal, con época lluviosa en los meses de marzo- abril y octubre- noviembre y dos épocas menos lluviosas en los meses de enero y julio- agosto. En la Figura 4 se muestra el histograma con los valores promedio de precipitación (mm) de lluvias desde el año 2006 hasta el año 2017, dentro del histograma el mes de enero se encuentra como 1 hasta llegar al 12 que es el mes de diciembre. Estos datos fueron tomados de la estación de La Esperanza, de la CAR, con coordenadas 1012750 N y 961000 E para esta región (CAR, 2015).

Figura 4 Histograma



El intervalo de años tomados para esta gráfica fue de 2006 hasta 2017.

Otro aspecto para tener en cuenta para el acueducto veredal de Doima son los escenarios de **cambio climático**. Según la investigación de los escenarios del cambio climático que realizó el IDEAM en el año 2015

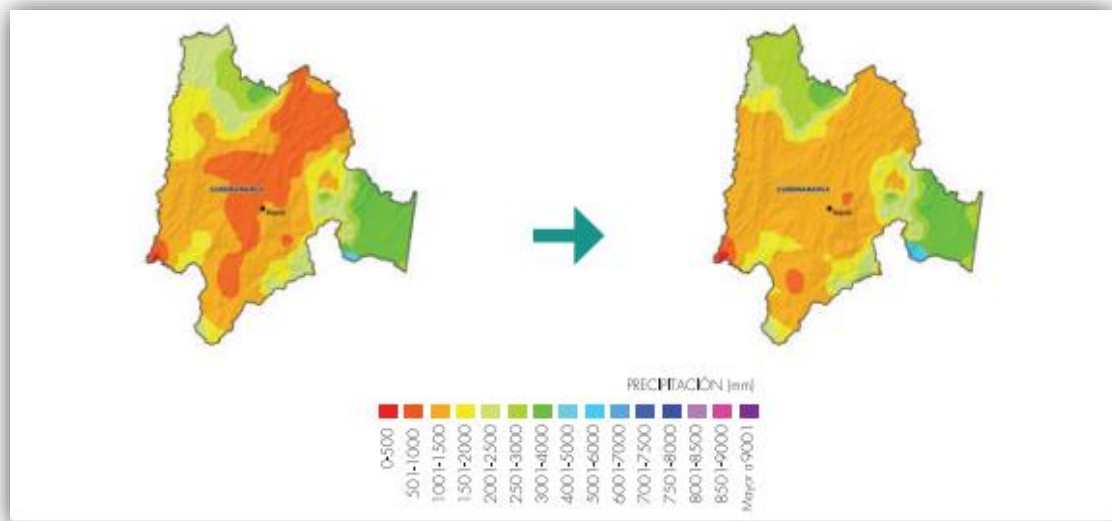
“se calculó, para Colombia, un aumento de la temperatura media del orden de 0.13°C/década para 1971-2000 y, el ensamble multimodelo de los escenarios de cambio climático proyectan que la temperatura promedio del aire en el país aumentará con respecto al período de referencia 1971-2000 en: 1.4°C para el 2011-2040, 2.4°C para 2041-2070 y 3.2°C para el 2071-2100. A lo largo del siglo XXI, los volúmenes de precipitación decrecerían entre un 15% y 36% para amplias zonas de las regiones Caribe y Andina y existirían incrementos de precipitación hacia el centro y norte de la Región Pacífica. La humedad relativa disminuiría especialmente en La Guajira, Cesar, Tolima y Huila” (IDEAM, 2015) También se proyecta que para finales

del siglo XXI más o menos en el año 2100 la temperatura media para Colombia habrá aumentado en 2.14°C.

Para el departamento de Cundinamarca, objeto de estudio del proyecto, la temperatura media y la precipitación proyectada al año 2040, se representan en la Figura 5 y en la Figura 6; en esta imagen se toma como referencia el promedio de 1976 a 2005 para proyectarlo a 2040.

En donde la precipitación para la zona en donde se ubica el acueducto se encontrará entre 1,000 a 1,500 mm, lo que significa un cambio del 7.99% en la precipitación, lo cual es un cambio medio bajo, según lo indica el IDEAM.

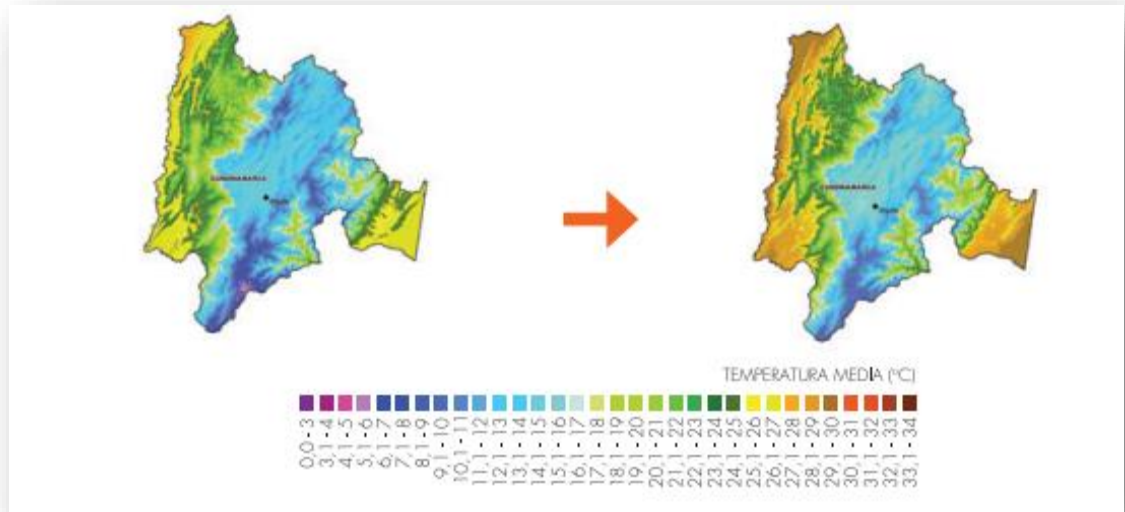
Figura 5 Proyección a 2040 de aumento de precipitación en Cundinamarca.



Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia, IDEAM.

En cuanto la temperatura, la zona donde se ubica el acueducto se encontrará entre 15,1 a 16 °C, lo que significa un cambio de temperatura alrededor de 0,8%, lo cual, para esta zona es un cambio medio bajo según lo indica el IDEAM.

Figura 6 proyección a 2040 de aumento de temperatura en Cundinamarca.



Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia, IDEAM.

- **Influencia del Fenómeno El Niño y La Niña según escenarios de cambio climático:** según el IDEAM el cambio progresivo de las precipitaciones y la temperatura pueden ocasionar que los fenómenos de El Niño y La Niña tengan un mayor impacto en el territorio. “Se espera que la temperatura a fin del siglo aumente cerca de 2°C para cada departamento que la conforma, incluyendo la región de estudio (La Mesa), siendo Norte de Santander, Santander, Eje Cafetero, los departamentos con mayor aumento de temperatura. Para las precipitaciones en esta región los departamentos más afectados por su aumento serán: Caldas, Antioquia, núcleos alejados de Cundinamarca y Boyacá y por su disminución: un núcleo del departamento de Norte de Santander al igual que en Antioquia” (IDEAM, 2015)

Por tanto, el acueducto veredal de Doima, al encontrarse en la región Andina podría presentar los mismos cambios descritos, además de efectos negativos sobre de Río Apulo, como disminución en el caudal

debido a las altas temperaturas y baja precipitación lo cual podría afectar la captación y el suministro de agua afectando a los usuarios, además, como se mencionó anteriormente, la margen del Río Apulo presenta inestabilidad en las vertientes y el cambio en la temperatura y la precipitación podrían agravar esta situación.

#### **7.1.5 INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.**

A continuación, se describen las partes del sistema del acueducto veredal de Doima, que podrían resultar afectados en caso de materializarse un evento.

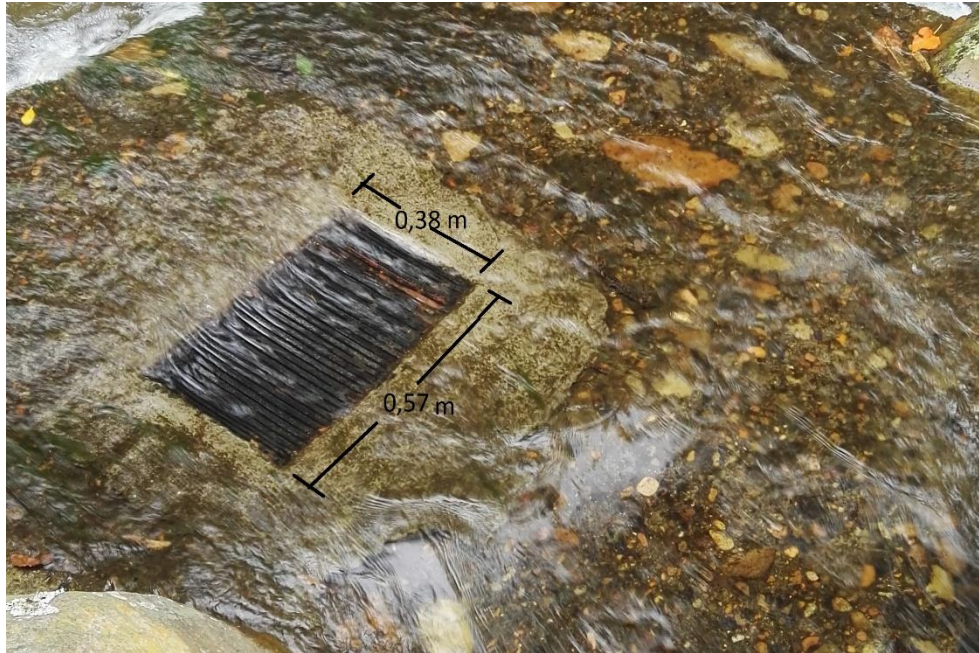
##### **7.1.5.1 Captación.**

**Bocatoma:** está ubicada en la cuenca de río Apulo a 0,58 Km de distancia aproximadamente. Fue construida en 1980, con concreto de 3000 PSI, con arena de río, cemento y varilla; tiene 0,105 m de largo y 0,75 m de ancho, la captación se realiza con una bocatoma de fondo. Está construida en un punto de baja pendiente en el cual el recorrido es relativamente recto. Se utilizó como caudal de diseño el valor de 1,49 L/seg.

- **Rejilla:** las medidas de la rejilla son 57 cm de largo y 38 cm de ancho, cuenta con 38 varillas redondas de 3/2" de diámetro y están separadas 1" entre sí. El nivel del agua por encima de la bocatoma es aproximadamente de 3cm. La Foto 1 muestra la rejilla que se utiliza para la retención de sólidos en la captación de agua.



Foto 1 Rejilla.



- **Tubería de la bocatoma al tanque de rebose:** la tubería que va al tanque de rebose desde la bocatoma se encuentra enterrada y mide aproximadamente 10 m y tiene un diámetro de 3".
- **Tanque de rebose:** el diámetro de la tubería de entrada y salida del tanque de rebose es de 3", tiene un ancho de 0,6 m, de largo 1m y una altura total de 1,32 m los cuales 0,17 son de una base de recebo, 0,15 m de una placa de concreto y 1 m ladrillo tolete pañetado.



Foto 2 Tanque de rebose.



- **Tubería del tanque de rebose al desarenador:** la tubería que va desde el tanque de rebose al desarenador mide aproximadamente 90m, y tiene un diámetro 3", es de PVC, en la Foto 3 se observa una parte de esta.

*Foto 3 Tubería desde el tanque de rebose al desarenador.*



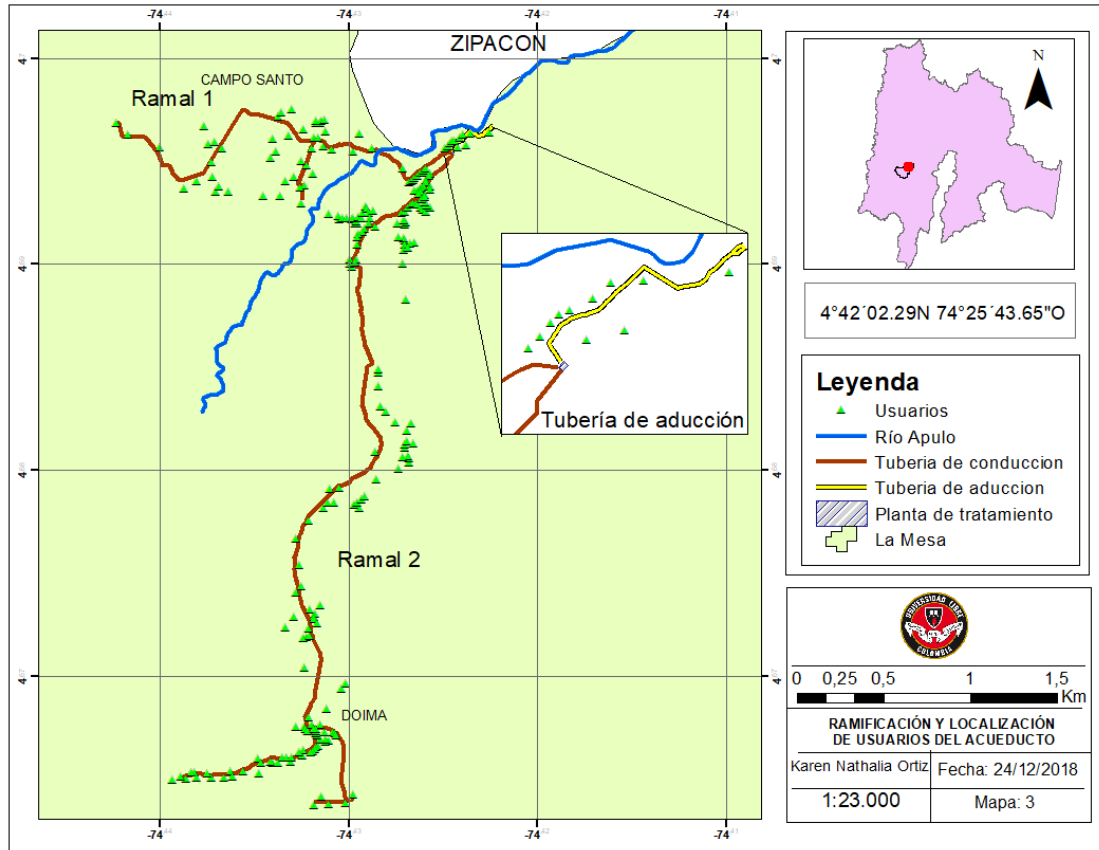
- **Desarenador:** está construido en concreto, es de flujo horizontal, retiene partículas discretas de aproximadamente 0,005 cm de diámetro. Tiene una entrada de tubería de 3", una altura total de 1,65 m, de los cuales 0,15 m son una placa de concreto para la base y el restante es la altura construida en ladrillo tolete pañetado. Además, tiene una tapa 0,08 m en concreto prefabricado. La Foto 4 muestra el desarenador. Además, la estructura permanece cubierta con tejas de zinc para evitar la caída de material vegetal de la zona.

Foto 4 Desarenador.



- **Distribución de agua cruda:** el material de la tubería es de PVC, tienen un diámetro de 3", el año instalación fue en 1980. Tiene una longitud de 1,5 km en total, va desde la bocatoma hasta la planta de potabilización ver Figura 7 o anexo 2.
- **Sistema de distribución:** a partir de la planta potabilizadora se desprenden dos ramales uno de 2" que recorre 1,2 Km hacia Campo Santo y otro de 3" con un recorrido de 4 km aproximadamente, hacia Doima estos a su vez tienen desprendimientos en ramales más pequeños, con diámetro de 1",  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ " en los domicilios, ver Figura 7.

Figura 7 Sistema de distribución.



**Fuente:** Ortiz, K; "La Mesa Cundinamarca". Bogotá, febrero de 2019. Modificado, ArcGIS [software GIS] Versión 10.3, apartir de Esri.

### 7.1.5.2 Sistema de tratamiento del acueducto

El acueducto cuenta con una planta potabilizadora, la cual realiza las siguientes operaciones.

- Sistema para adición y mezcla de productos químicos como hipoclorito de sodio al 15%, sulfato de aluminio tipo A, Cal industrial y soda en escamas. Este proceso se realiza en el cono de mezcla, la dosificación es automática y se hace con tres aparatos hidráulicos para graduar la carga constante de los productos para el tratamiento.



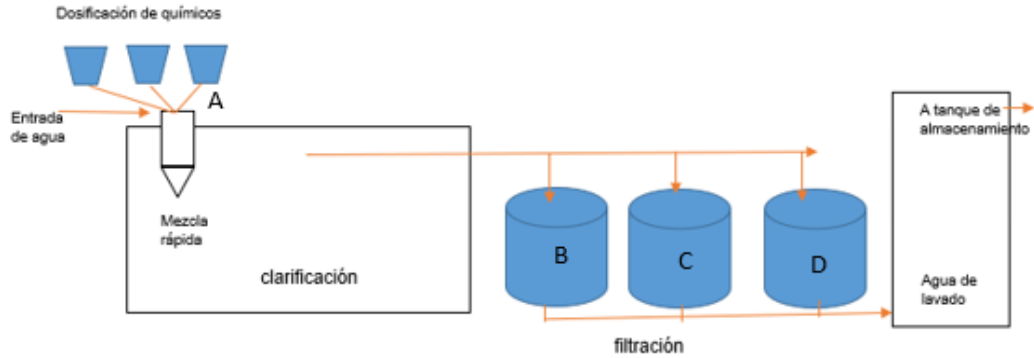
El proceso de clarificación se hace mediante coagulación-floculación; se retiran los sólidos suspendidos en el agua con un coagulante, el cual es Sulfato de aluminio, lo que permite que se unan a otras partículas para hacerse más grandes y finalmente sedimentarse por acción de la gravedad en el fondo del tanque. Para la filtración, la planta de potabilización cuenta con tres filtros, de flujo descendiente y lavado en contraflujo, tienen lecho dual grava y arena, Figura 8, el flujo promedio es de 150-180 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-día, estos filtros están ubicados dentro de la caseta blanca, Foto 5, y por fuera se ve la tubería (B, C y D) que va hacia dichos filtros transportando el agua proveniente del tanque A, la cual viene previamente clarificada.

*Foto 5 Planta potabilizadora.*



La Figura 8 muestra el diagrama del tratamiento realizado en la planta potabilizadora del acueducto veredal de Doima.

Figura 8 Sistema de tratamiento de agua para el acueducto.



**Fuente:** elaboró Karen Ortiz, basado en el manual de operación y mantenimiento planta compacta modelo aquavid-me-3

- **El tanque de almacenamiento y distribución:** elaborado en concreto, cuenta con una capacidad de 107 m<sup>3</sup> aproximadamente, es superficial y está ubicado en la planta de tratamiento.

Foto 6 Tanque de almacenamiento.



### 7.1.5.3 Otras redes instaladas.

Dentro de la evaluación de los riesgos tecnológicos, el acueducto veredal de Doima no cuentan con red de gas natural solo se cuenta con el servicio eléctrico brindado por Enel Codensa en la oficina ubicada en Doima, pero dentro de la planta de tratamiento de agua potable no cuentan con electricidad ni gas.

#### **7.1.5.4 Localización de usuarios.**

Los usuarios se encuentran distribuidos en 5 veredas del municipio de La Mesa: así: Campo Santo, La Salada, La Esperanza, Vereda Doima, sector Sabaleta, sector El Escondite, sector Lamparilla, sector Patio Brujas, sector Cacahual, sector Ferrocarriles y sector San Miguel. Con un total de 200 usuarios. En el anexo 3 se encuentra la relación de los usuarios uno a uno y en el anexo 2 se encuentra la ubicación de los usuarios ubicados espacialmente.

#### **7.1.6 Plan municipal de gestión del riesgo**

El Plan Municipal de Gestión del Riesgo de La Mesa, se divide en tres secciones: introducción, componente de caracterización general de escenarios de riesgo y contenido programático.

En el segundo componente *“caracterización general de escenarios de riesgo y contenido programático”* cuenta con 5 capítulos, el primer capítulo comienza con una identificación y priorización de escenarios de riesgo, basados en hechos históricos con muy poca profundización en las zonas de ocurrencia, además, no cuentan con mapas ni registros de utilidad para el presente proyecto, más bien se encargan de hacer una pequeña descripción del territorio, acompañado de conceptos que tienen relación con el riesgo.

en su desarrollo nombran que el Municipio de La Mesa por sus “condiciones geográficas y naturales, como por sus condiciones sociales y económicas, no es susceptible de sufrir daños asociados a la presencia de diversas amenazas de origen natural, o antrópico accidental. Los principales riesgos del municipio son a causa de condiciones climáticas asociadas a la dinámica tectónica (sismos) con orígenes antrópicos accidentales (colapsos estructurales, accidentes e incendios forestales etc.)”. Adicionalmente, ponen textualmente dentro de su plan “estos sucesos nos hacen saber que no estamos preparados para afrontar el riesgo, los desastres ni el proceso de recuperación”, lo cual

demuestra que el documento no es lo suficientemente bueno como para ejecutarlo en de materializarse un desastre.

Para la información relacionada con el área de estudio, La Mesa “puede estar expuesto a deslizamientos por movimientos masales” en donde más de 2.000 personas pueden verse afectadas especialmente en el sector urbano y la parte oriental (Comité Municipal para la Gestión del Riesgo, 2014), pero aún con esta información el Plan de Gestión de Riesgo carece de valoración por vereda.

## **7.2 CONTEXTO INTERNO**

La siguiente información corresponde al contexto interno del acueducto veredal de Doima

### **7.2.1 Recurso humano e infraestructura**

El contexto interno para el acueducto es el siguiente:

#### **7.2.1.1 Gobierno, estructura organizacional, funciones y responsabilidades.**

Se cuenta con una oficina en la “Finca Buenavista” ubicada en la vereda Doima en el municipio de La Mesa, para atención al público, donde reposan todos los documentos de la Asociación de usuarios del acueducto rural colectivo de las veredas Doima La Esperanza. A continuación, se describe la distribución de la Sociedad.

- **Presidenta y/o Representante Legal:** Blanca Miryam Vargas Méndez.
- **Nombre de la organización:** Asociación de usuarios del acueducto rural colectivo de las veredas Doima La Esperanza.

#### **Funciones del presidente:**

- a. Llevar la representación legal de la Asociación ante cualquier autoridad, persona natural o jurídica.
- b. Responsabilizarse del cumplimiento de las funciones y atribuciones de la Junta Administradora.



- c. Convocar y presidir las sesiones ordinarias y extraordinarias a la Junta administradora y a la asamblea general y mantenerla informada de la marcha, la administración y operación del sistema. Coordinar las acciones con el organismo Asesor y Técnico.
- d. Dar trámite a las nuevas solicitudes del servicio, siempre y cuando hayan sido aprobadas por la Junta Administradora y cuando las circunstancias a si lo permitan.
- e. Ordenar el registro de los suscriptores del Acueducto.
- f. Vigilar el manejo de los dineros y bienes del Acueducto y autorizar gastos hasta por el monto autorizado por la junta.
- g. Visar todo comprobante de pago.
- h. Firmar junto con el secretario, las actas de reuniones de la junta, en las cuales deberá hacerse constar explícitamente los acuerdos que se aprueban.
- i. Aprobar informes y balances mensuales de tesorería.
- j. Ejecutar los acuerdos de la Junta Administradora y las proposiciones aprobadas en la Asamblea.
- k. Mantener informado sobre el estado de la cuenta de cada uno de los suscriptores y el movimiento de los fondos de tesorería, a fin de vigilar el buen recaudo y manejo de estos.
- l. Resolver cuando corresponda, los reclamos y quejas de los suscriptores.
- m. Al finalizar el periodo reglamentario de los miembros de la Junta Administradora, convocar a la asamblea general para presentar los informes de las labores desarrolladas por la Junta, del estado financiero y técnico del sistema y proceder a convocar a la elección de la nueva junta, administrador tesorero y del Fiscal.
- n. Autorizar con su firma la correspondencia y demás asuntos de su competencia.

- o. Elaborar junto con el Administrador Tesorero, el informe narrativo mensual y un balance sobre la administración del sistema.
  - p. Las demás funciones que le asigne la Junta Administradora y la Asamblea General.
- 
- **Vicepresidente:** Arturo Huertas Ceballos.

**Funciones del vicepresidente:**

- a. Reemplazar al presidente en el ejercicio de su cargo, en los casos de ausencia temporal o definitiva mientras se pronuncia la asamblea general.
  - b. Participar de las reuniones de la Junta Administradora con voz y voto
  - c. Las demás Funciones que le asigne la Junta y la Asamblea General.
- 
- **Fiscal:** José del Carmen Ahumada Herrera.

**Funciones del Fiscal:**

- a. Asegurar que las actividades de la Asociación se ejecuten de conformidad con las decisiones de la Asamblea General, la Junta Administradora, los Estatutos, la Ley 142 de 1994 y sus decretos reglamentarios.
- b. Revisar periódicamente los balances y los movimientos contables de tesorería.
- c. Verificar que los actos de los órganos de administración se ajusten a las prescripciones legales, a los estatutos y reglamentos.
- d. Convocar a sesiones extraordinarias a la junta Administradora y a la Asamblea General, cuando así lo estime conveniente.
- e. Rendir informes de sus actividades a la Asamblea.

- f. Aprobar los documentos cuando estén de acuerdo a las normas vigentes.
- g. Denunciar las anomalías cuando puedan presentarse.
- h. Iniciar acción penal contra alguno de los miembros de la Junta, cuando las circunstancias así lo requieran.
- i. Ejercer control permanente sobre los dineros y bienes del Acueducto.
- j. Denunciar ante la Asamblea General de Suscriptores, las irregularidades de la Junta Administradora.
- k. Supervisar la legalidad de la Junta Administradora y de sus funcionarios.

Artículo 53. Inhabilidades para ser fiscal: No pueden ejercer el cargo de fiscal:

- a. Los parientes de Directivos, Administrador Tesorero, contador de la asociación dentro del tercer grado de consanguinidad, segundo de afinidad o primero civil.
  - b. Los asociados que hayan sido sancionados por faltas contra los principios y el patrimonio de la asociación.
- **Tesorero:** Jorge Enrique Cifuentes López.

Administrador Tesorero: El Administrador Tesorero debe ser suscriptor del Acueducto y será nombrado por la Junta Administradora por un periodo de cuatro años, para el efecto se postularán los candidatos, y se optará para la elección el sistema que estime la Asamblea previsto en el presente estatuto.

PARÁGRAFO. El Administrador Tesorero será responsable del grupo de colaboradores o trabajadores que se contraten por la asociación. El Administrador Tesorero tendrá derecho a intervenir en las deliberaciones de la Asamblea General y la Junta Administradora sin derecho a voto.

**Funciones del Administrador Tesorero:**

- a. Constituir fianza a favor de la asociación para responder por los dineros y bienes que se le han encomendado por la cuantía que determine la Asamblea General.
- b. Ejecutar el presupuesto aprobado por la Junta Administradora.
- c. Cumplir y hacer cumplir las decisiones de la Junta Administradora y el presente reglamento.
- d. Efectuar los gastos que exija el funcionamiento del sistema previamente acordados en el nivel de competencia. Pedir autorización de gastos a la Junta Administradora cuando lo determine la Asamblea General.
- e. Dirigir y supervisar el trabajo del personal que sea nombrado o contratado para realizar las labores de Administración, operación y mantenimiento del sistema.
- f. Asistir a las sesiones de la Junta Administradora con derecho a voz.
- g. Planear, organizar, dirigir y evaluar las actividades administrativas propias de la Asociación.
- h. Recaudar, vigilar y responder por todos los fondos y bienes de la Asociación cualquiera que sea la procedencia, entregados bajo su custodia.
- i. Diligenciar y efectuar los pagos ordenados por el presidente de la Junta. correspondientes a gastos ocasionados por el acueducto.
- j. Firmar los cheques que se giren por concepto de pagos del acueducto.
- k. Cumplir y hacer cumplir las disposiciones legales relacionadas con la prestación de servicios públicos y las que le corresponden de acuerdo con la naturaleza de su cargo.
- l. Organizar, mantener al día y responsabilizarse por los registros y la contabilidad de la asociación, la cual constará de los libros necesarios, que como mínimo deben ser los siguientes: Kardex o tarjetas de

suscriptores. Libro de Caja. Libro de bancos. Libro de inventario. Presupuesto anual. Libro de caja menor.

- m. Organizar y manejar una caja menor en cuantía hasta por un valor de tres (3) salarios mínimos mensuales vigentes, la cual será autorizada por la Junta Administradora.
- n. Expedir los recibos de pago que por cualquier concepto ingresen a favor de la Asociación en los formularios oficialmente diseñados para tal efecto.
- o. Consignar oportunamente los recaudos en la cuenta abierta para el efecto, en una entidad bancaria.
- p. Rendir mensualmente un informe sobre el estado de tesorería a la Junta Administradora y anualmente a la Asamblea General cuando estos organismos se reúnan y elaborar junto con el presidente de la Junta Administradora, el informe narrativo sobre la administración del sistema.
- q. Dar por escrito al personal operativo las órdenes para nuevas conexiones, suspensiones de servicios, reconexiones, reparaciones con el visto bueno del presidente de la Junta en su calidad de ordenador.
- r. Presentar mensualmente los libros informes de tesorería exigidos por el reglamento ante el fiscal.
- s. Elaborar y mantener al día el Inventario valorado de la entidad suministrando a los funcionarios competentes cuando requieran los informes del caso.
- t. Permitir a los miembros de la Junta, al fiscal y demás funcionarios del orden nacional, departamental y municipal, el acceso a los libros de la contabilidad y conocer el estado de tesorería, cuando lo soliciten.
- u. Garantizar la disponibilidad de suministros básicos para operar y mantener en buen estado el sistema de acueducto, así como los demás suministros generales para la administración contable, de oficina, de

facturación de servicios y demás, necesarios para la prestación eficiente de los servicios, previa orden del presidente.

- v. Atender las reclamaciones y quejas de los suscriptores y asociados e igualmente resolver los recursos de reposición que interpongan, que sean de su competencia.
- w. Informar a cada suscriptor del valor de la tarifa a pagar mensualmente, las fechas y el lugar donde deben cancelarse.
- x. Coordinar con las autoridades competentes la aplicación en su jurisdicción de las normas legales sobre control y protección de las fuentes, la calidad del agua de consumo y la adecuada disposición de las aguas residuales domésticas.
- y. Las demás que sean asignadas por la Junta Administradora.

- **Secretaria:** Londra Astrid Mendoza Cortés.

## **FUNCIONES**

- a. Convocar a reuniones de la Asamblea y de la Junta Administradora, en cumplimiento a lo ordenado por el presidente.
- b. Pasar a consideración de la Junta las nuevas solicitudes de afiliación como suscriptores del Acueducto.
- c. Llevar el libro de actas, de reuniones, tanto de la Junta Administradora como de la Asamblea.
- d. Tramitar la correspondencia y llevar los archivos.
- e. Firmar con el presidente las actas de reuniones.
- f. Las demás que le imponga la Junta Administradora y la Asamblea General.

- **Vocal:** Daniel Rojas Briceño.

**Funciones del Vocal:**

- a. Llevar la vocería de los suscriptores ante la Junta Administradora con voz y voto.
- b. Comunicar a los suscriptores sobre los diferentes acuerdos y decisiones de la Junta.
- c. Colaborar con la administración, operación y mantenimiento del sistema.
- d. Las demás funciones

**7.2.1.2 Políticas, objetivos y estrategias diseñadas para la implementación del plan de gestión del riesgo.**

Dentro del manejo interno de la ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL COLECTIVO DE LAS VEREDAS DOIMA LA ESPERANZA no hay ningún antecedente ni otras iniciativas que contemplen que la gestión del riesgo debe hacer parte de las políticas objetivos y estrategias de la organización. A continuación, se propone los siguientes aspectos para que sean adoptados por la asociación:

**Objetivo**

“Unificar la gestión del riesgo, en la prestación de servicio del acueducto veredal de Doima, como una estrategia para optimizar la ayuda y asegurar la continuidad del servicio, en caso de presentarse un posible desabastecimiento de agua y/o su interrupción del servicio en una emergencia”.

**Alcance**

“Este plan es aplicable en todos los procesos, actividades y/o servicios que se desarrollen por parte de la empresa, además de las partes interesadas, tanto internas como externas”.

### **7.2.1.3 Capacidades (Recursos disponibles, conocimiento).**

Al momento de presentarse un daño técnico en el acueducto veredal de Doima, cuenta con una persona que se encarga de ir a revisar el problema; lo primero que se hace es llamar a la señora Blanca, quien es la presidenta del acueducto, para informarle sobre el daño que se ha presentado, ella da aviso al “todero” quien se encarga de ir a verificar el daño y de tomar las acciones correctivas según corresponda.

En cuanto los recursos disponibles, el acueducto realiza el cobro de las facturas a los usuarios cada dos meses, por un valor de \$1.570 metro cubico pesos según lo establecido en el marco tarifario par el año 2019, el pago se realiza consignando a una cuenta bancaria, este dinero cubre los gastos de operación del acueducto y para los gastos administrativos, “teniendo en cuenta los valores dados en el Índice de Precio al Consumidor el valor para los costos medios administrativos para cada usuario es de \$8.333” (Acta n°63; junta directiva). Aun no se cuenta con un presupuesto destinado únicamente para la gestión del riesgo.

El acueducto veredal de Doima cuenta con tres macro medidores, uno a la entrada de la planta y dos a la salida del tanque de distribución y cada usuario cuenta con un micromedidor, de esa forma se realiza el cobro a cada usuario.

### **7.2.1.4 Normas, directrices y modelos adoptados por la organización.**

El acueducto veredal de Doima, no cuenta con directrices ni modelos para dar respuesta a los desastres que puedan presentarse.

### **7.2.1.5 Relaciones con las partes involucradas. Sistemas de información existentes.**

La Tabla 3 muestra el listado de entidades relevantes, a quien llamar en caso de presentarse un evento.



Tabla 3 Números de entidades públicas.

ENTIDAD	NÚMERO
Alcaldía municipal de La Mesa	(1) 8472225 - 221
Inspección de La Mesa	3189766352
Personero	3125649350
Blanca Miryam Vargas Méndez, presidenta.	3125293187
Línea única de atención de emergencias	123
Bomberos	3006793588
Policía (Gran vía)	3134645067
Cruz Roja	132

En cuanto a la relación con las partes involucradas, el Acueducto veredal de Doima es visible ante dichas autoridades, puesto que para su funcionamiento se requería presentar cierto tipo de documentación.

Por otra parte, los sistemas de información que maneja el acueducto veredal de Doima son los siguientes:

- Se maneja un cuaderno en donde se registran todos los daños técnicos ocurridos a lo largo del sistema.
- Se maneja un grupo con la comunidad en donde se le informa a la persona prestadora del servicio, sobre los incidentes que ocurren en la zona; estos son reportados en las reuniones mensuales que se hacen dentro de las instalaciones de la oficina.

Estos sistemas de información se manejan con el fin de controlar y tener registro de sus actividades ocurridas en el acueducto veredal de Doima.

#### **7.2.1.6 Descripción de las principales actividades, procesos, métodos operativos y zonas del establecimiento/actividad que estén expuestas a afectaciones/daños.**

El servicio de agua potable se puede ver interrumpido por daños en las tuberías del acueducto. Existen dos tipos de daños en las tuberías que se presentan con más frecuencia y son:

- Debido a que en el acueducto algunos tramos no están enterrados, como el del tanque de rebose al desarenador, del desarenador a la planta (en un tramo) y a la llegada de la tubería de algunas fincas, hace que sean susceptibles a daños como rupturas por pisadas de animales, por tropiezos de las personas o por contacto con algún material que puede dañar la tubería.
- Cuando se presentan deslizamientos y movimiento de tierra en la zona, la tubería del acueducto sufre daños.

Además, en algunas ocasiones la presión del acueducto es tan fuerte que daña las llaves al final de las tuberías, dentro de las casas de los usuarios.

### **7.3 CONOCIMIENTO DEL RIESGO**

#### **7.3.1 Amenazas.**

Las amenazas que se identificaron para el acueducto Veredal de Doima fueron las siguientes.

##### **7.3.1.1 Amenaza sísmica.**

La Tabla 4 muestra la historia sísmica en La Mesa -Cundinamarca. Estos datos fueron registrados por el Servicio Geológico Colombiano durante los años de 1925, 1967, 2013 y 2015.

Tabla 4 Historia sísmica en La Mesa Cundinamarca

No.	Fecha del sismo	Hora local	Latitud	Longitud	Autor epicentro	Area epicentral	Magnitud	Tipo magnitud	Autor magnitud	Profundidad (km)	Autor profundidad	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Maxima EMS-98	Int. Sitio (MM)	Intensidad Maxima MM
1	1925/06/07	18:41	4.02	-76.07	Engdahl, E., Villaseñor, A	Tuluá, Valle	6.8	MS	Engdahl, E., Villaseñor, A	120	Engdahl, E., Villaseñor, A	4	7/8	4	8
2	1967/02/09	10:24	2.93	-74.83	International Seismological Centre	Colombia, Huila	7	MW	International Seismological Centre	36	International Seismological Centre	6	10	6	10
3	2013/02/09	09:16	1.11	-77.56	Red Sismológica Nacional de Colombia	Guaitarilla, Nariño	7	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	162	Red Sismológica Nacional de Colombia	4	7	-	-
4	2016/10/30	19:20	3.405	-74.636	Red Sismológica Nacional de Colombia	Colombia, Huila	5.2	ML	Red Sismológica Nacional de Colombia	13.2	Red Sismológica Nacional de Colombia	3	6	3	7

**Fuente:** Servicio Geológico Colombiano, Consultado en enero 2019

Por consiguiente y con base en los datos obtenidos del mapa de amenazas del Servicio Geológico Colombiano (anexo 4), el acueducto veredal de Doima se encuentra en un nivel de amenaza intermedia, es decir, es una región donde existe la probabilidad de alcanzar valores pico efectiva mayores de 0,10 g y 0,20 g las cuales corresponden a las aceleraciones horizontales del sismo.

Por esta razón, se cree que el acueducto podría presentar daños estructurales en la bocatoma, desarenador, principalmente, lo cual representa vulnerabilidad para el acueducto al no tener las estructuras reforzadas.

Otro factor que se puede ver afectado es la calidad del agua, debido a que, la remoción en masa por los sismos causa turbiedad en la misma, generando sólidos suspendidos y taponamientos.

### 7.3.1.2 Amenaza por remoción en masa.

Según información brindada por el personal del acueducto, la remoción en masa causa daños en la infraestructura. Con base en el control de daños llevado por el personal administrativo del acueducto, se registra que, durante los primeros cuatro meses del año 2019, del 100% de los daños en el acueducto el 2% ha sido por deslizamientos de tierra y el 15,2% es por movimientos de tierra. Según la categorización que le da el personal que trabaja en el acueducto veredal de Doima, cuando una tubería se daña por deslizamientos, es porque

fracciones de tierra y roca caen encima de las tuberías que están descubiertas dañándolas y cuando se dañan por movimientos de tierra es porque al estar enterrada la tubería, ocurre un movimiento que la fractura. Estos daños se presentaron en tuberías de diferentes diámetros a lo largo de los ramales de la red de distribución; no se aporta información de los puntos exactos donde ocurrieron las rupturas por parte del personal del acueducto veredal de Doima.

Por otra parte, con la información del Servicio Geológico Colombiano se realizó un cruce con la ubicación del acueducto veredal de Doima y se concluye que el grado de amenaza que presenta se encuentra en un nivel medio y alto de remoción en masa (anexo 5).

#### **7.3.1.3 Amenaza por inundaciones.**

Según información brindada por el personal del acueducto, a la fecha de consulta (07/04/2019) no se han registrado inundaciones graves que afecten el funcionamiento del acueducto.

#### **7.3.1.4 Amenaza por crecidas o avenidas torrenciales.**

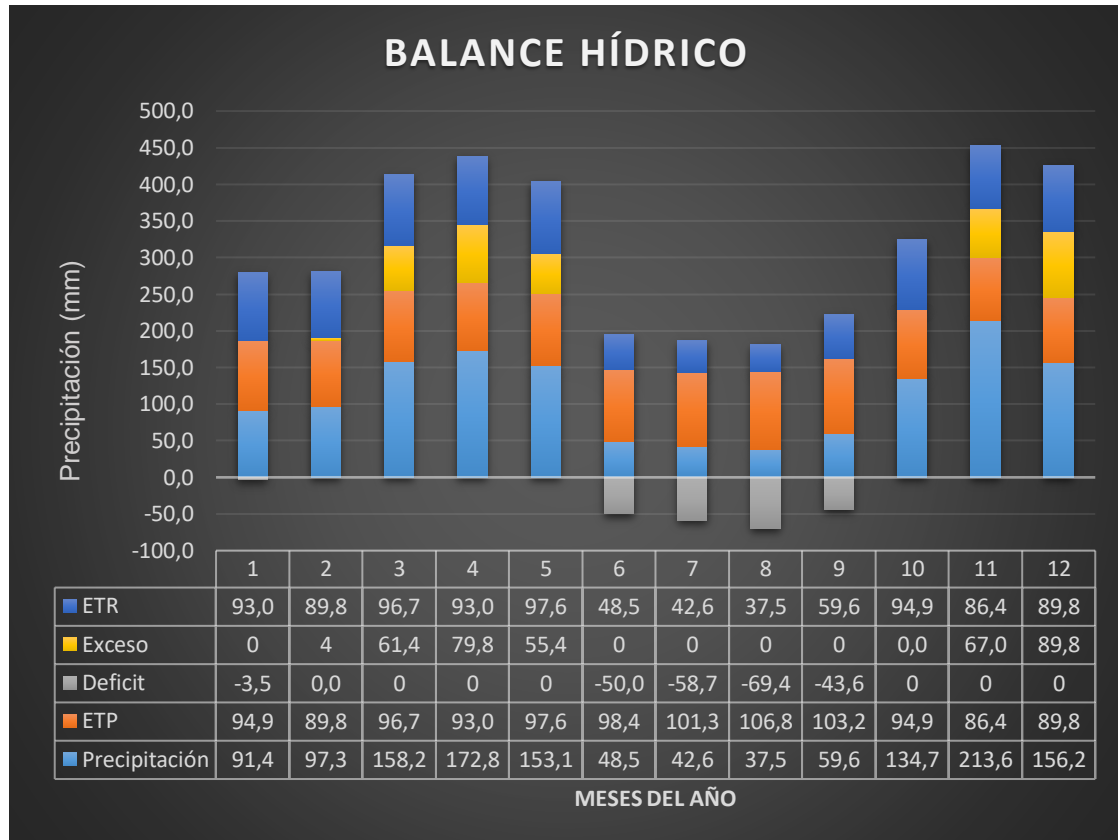
Según información brindada en el acueducto en el 2010, se presentó una crecida del río Apulo, la cual dañó la bocatoma, dejando sin servicio a los usuarios durante tres días, a partir de esa fecha el acueducto no ha vuelto a presentar inconvenientes por crecidas en el río Apulo.

#### **7.3.1.5 Amenaza por sequía.**

Según información brindada por el personal del acueducto, a la fecha (20/12/2018) no se cuentan con registros de sequías en la vereda que afecten el funcionamiento del acueducto.

Con los datos de evapotranspiración potencial (ETP), precipitación y temperatura medios mensuales de la estación La Mesa con coordenadas 1003360N y 957190E de la CAR, durante los años 2006 a 2017, se realiza un balance hídrico.

Figura 9 Balance hídrico.



En la Figura 9 se observa un déficit de humedad que comienza en el mes junio y termina en septiembre, también se registra un periodo de excedente de lluvias iniciando en marzo hasta mayo y otro en noviembre y diciembre, lo que hace que aumenten las reservas disponibles del suelo, y empieza a disminuir a medida que avanza el déficit.

En general la precipitación es mayor a la evapotranspiración lo que ayuda a evitar que el acueducto veredal de Doima tenga inconvenientes por la falta de

agua, no obstante, se debe mantener un control durante los meses junio, julio y agosto, que son los más bajos en lluvias.

#### **7.3.1.6 Amenazas por incendios forestales.**

El área de prestación de Servicio del acueducto veredal de Doima, no ha presentado incendios forestales según información brindada por los usuarios y el personal del acueducto veredal de Doima y tampoco en zonas aledañas a la cuenca (punto de captación del acueducto).

#### **7.3.1.7 Amenaza volcánica.**

No se encuentran volcanes en el departamento de Cundinamarca, ni registros históricos que demuestren afectaciones en esta región debido a la presencia de volcanes vecinos. Con base a la información anteriormente expuesta se considera que el municipio de La Mesa no presenta amenaza volcánica.

#### **7.3.1.8 Amenaza por contaminación en la fuente abastecedora.**

Aguas arriba del río Apulo existen actividades productivas, las cuales potencialmente generan contaminación al agua que es tomada por el acueducto. Por esta razón que el personal a cargo del acueducto decide tomar una muestra del agua para observar sus características y el laboratorio “ASEIBOL” realizó los análisis. El 2 de febrero de 2018 se realiza el muestreo y los resultados arrojados concluyen que el agua que se capta en ese punto no sobrepasa los niveles máximos permitidos en la Resolución 1594/84, (anexo 6), además, se realiza un estudio al agua superficial y los resultados son comparados con la Resolución 2115/07, en donde la muestra analizada, no tiene factor de riesgo para potabilización según los resultados arrojados por laboratorio, (anexo 7). Sin embargo, los análisis no incluyeron medición de pesticidas, por lo que puede ser una amenaza que no está identificada.

### **7.3.1.9 Amenaza antrópica y terrorista.**

Según información brindada por los usuarios de acueducto, no se han presentado amenazas terroristas en la zona. Esta información se corrobora con la cartografía social realizada a los usuarios, anexo 8.

### **7.3.1.10 Cartografía social**

Adicionalmente, para el reconocimiento de las amenazas y la exposición, se realizó un taller de “cartografía social” donde se hicieron algunas preguntas a los usuarios (anexo 11), que sirvieron para recolectar la información anteriormente mencionada y saber a qué estaban expuestos los usuarios del acueducto, basados en las vivencias personales.

Los siguientes son los resultados a las preguntas elaboradas y el mapa de amenazas resultante de la información aportada por los usuarios del acueducto, en total 20 personas estuvieron en el taller, esto es, un 10% del total de usuarios.

*Foto 7 Taller "Cartografía social".*



### 1. ¿Presenta intermitencia con el servicio de agua del acueducto?

Doce de las veinte personas encuestadas, manifiestan que el servicio presenta intermitencias durante el día, mientras se realizan arreglos en alguna tubería, pero el servicio no dura suspendido más de medio día.

Figura 10 Respuesta pregunta número 1.



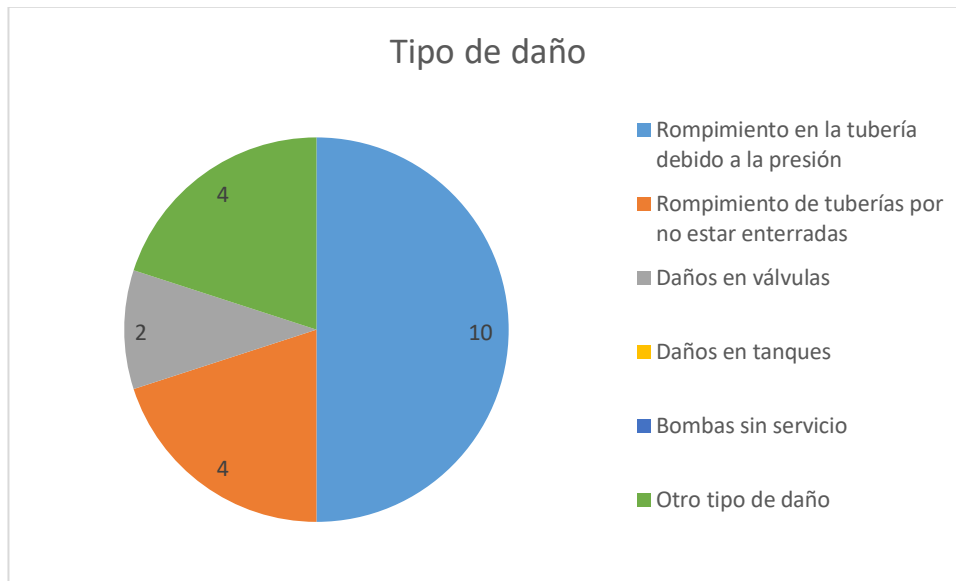
Fuente: elaboración propia.

### 2. ¿Ha visto daños en el sistema de acueducto?

Diez de los usuarios encuestados, expresan que los daños técnicos más significativos en el acueducto son daños en la tubería debido a la presión que se presenta en esta, y 4 usuarios dicen que se presentan daños en la tubería por no estar enterrada.



Figura 11 Respuesta pregunta número 2.

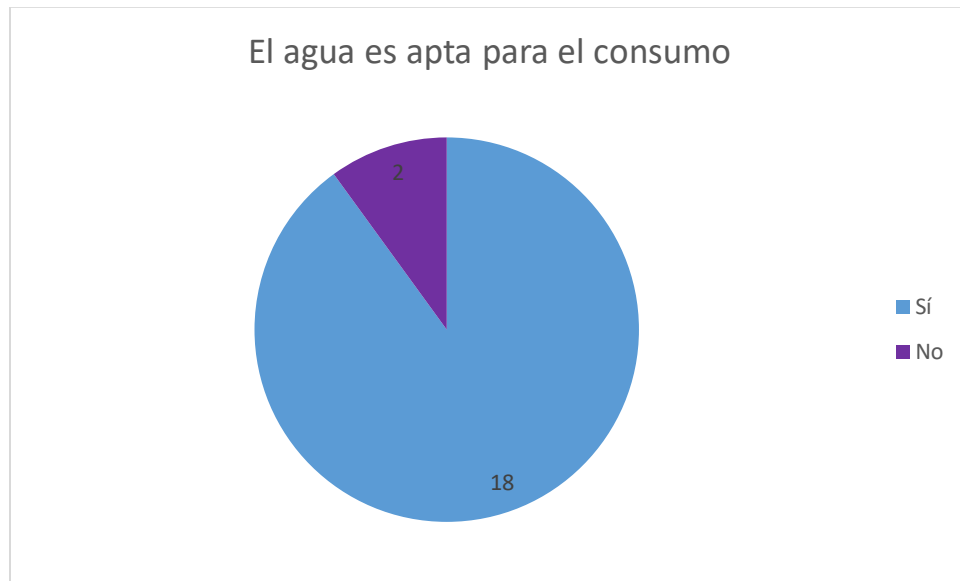


Fuente: elaboración propia.

### 3. El agua que llega a su casa, directo de la llave, ¿considera que es apta para el consumo?

Diecinueve usuarios manifiestan que el agua que llega a la casa es apta para cocinar, pero durante el ejercicio, manifestaron que no tomaban el agua directo de la llave cuando es época invernal porque el agua no presenta las mismas características. Sólo una persona manifiesta que el agua no la utilizaba para la elaboración de alimentos.

Figura 12 Respuesta pregunta número 3.



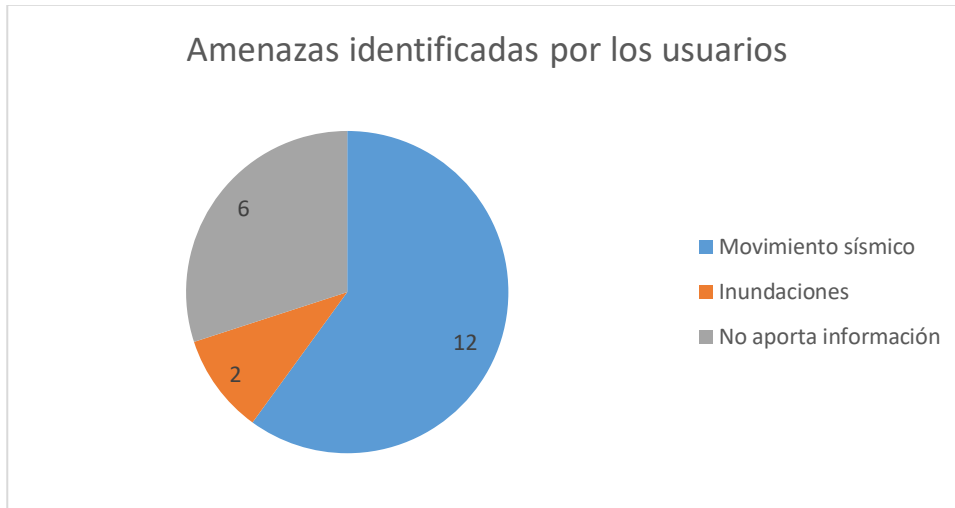
**Fuente:** elaboración propia.

El anexo 8 contiene la cartografía social final, con las personas que realizaron el taller. Cabe resaltar que la ubicación de la finca no fue aportada por todas las personas lo que hizo que en el mapa no se encuentren el total de los encuestados.

Las amenazas fueron analizadas dentro del mapa dado a los usuarios del acueducto veredal de Doima; se habló con cada uno sobre las amenazas que presentaban en sus fincas como movimiento sísmico, inundaciones, sequía, incendios y amenazas terroristas.

La amenaza a la que la mayoría de los usuarios están expuestos, es el movimiento sísmico, seguido de las inundaciones, las cuales se presentan debido a que las dos personas afectadas, viven al lado de una quebrada.

Figura 13 Respuesta sobre amenazas.



Fuente: elaboración propia.

A todos los usuarios se les pregunto por las amenazas que se encuentran en la Tabla 5; los que no aportan la información, fue debido a que en sus hojas no marcaron nada a pesar de que se les explico como debia ser todo el procedimiento y se estuvo presente durante el desarrollo del taller.

Por otro lado, se realizo una grafica para saber las experiencias previas con respecto a los planes de emergencia y contingencia reportados.

Figura 14 Experiencias exitosas



Fuente: Sistema Único de Información de la SSPD.

en donde el 40% de los prestadores de servicio de acueducto, aun no han subido la información a la página del SUI y el 60% restante ya presento la informacion.

### 7.3.2 Identificación de amenazas

Con base en la información anteriormente recolectada se realiza la identificación de amenazas descritas en Tabla 5. Metodología para hacer la identificación de amenaza como llegue a la conclusión

*Tabla 5 Identificación de amenazas.*

AMENAZA	SÍ	NO
Inundaciones		X
Fenómenos de remoción en masa	x	
Avenidas torrenciales		X
Sequías		X
Sismos	x	
Erupciones volcánicas		X
Incendios		X
Desertificación		X
Contaminación		X
Acciones violentas		X

**Fuente:** Basado en la Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Como se puede evidenciar, las amenazas identificadas en las que se debe trabajar, sobre el área de prestación del servicio son: fenómenos de remoción en masa y sismos.

Con base en la información de la Tabla 5, se realiza la superposición del acueducto con las dos amenazas resultantes por medio de análisis espacial

para ver el nivel de exposición, el cual arroja los criterios para definir si se encuentra en amenaza alta, media o baja.

La Figura 15 muestra el cruce de los componentes del acueducto con el movimiento sísmico y la Figura 16 el cruce con la remoción en masa.

Figura 15 Cruce componentes del acueducto con movimientos sísmicos.

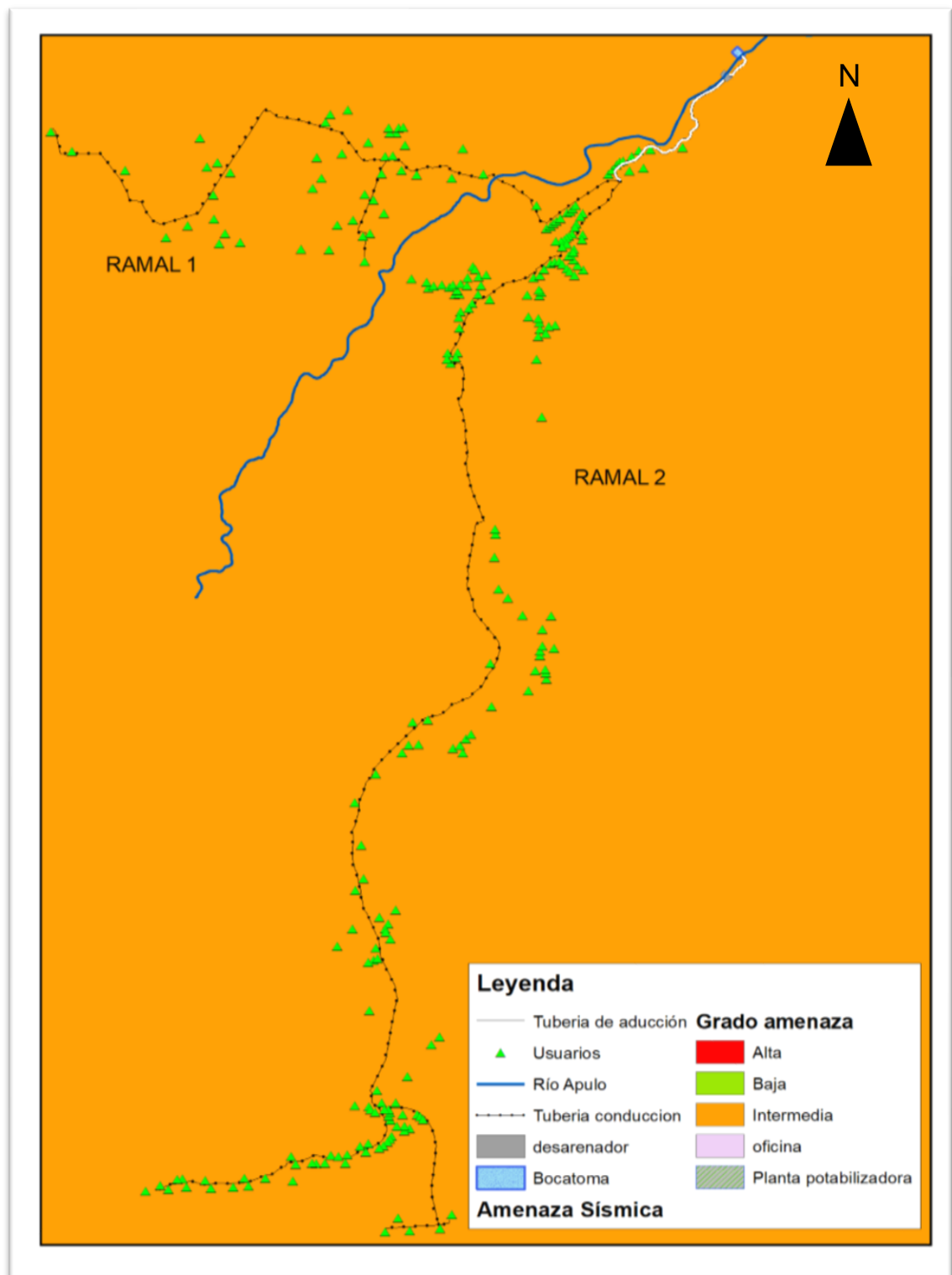
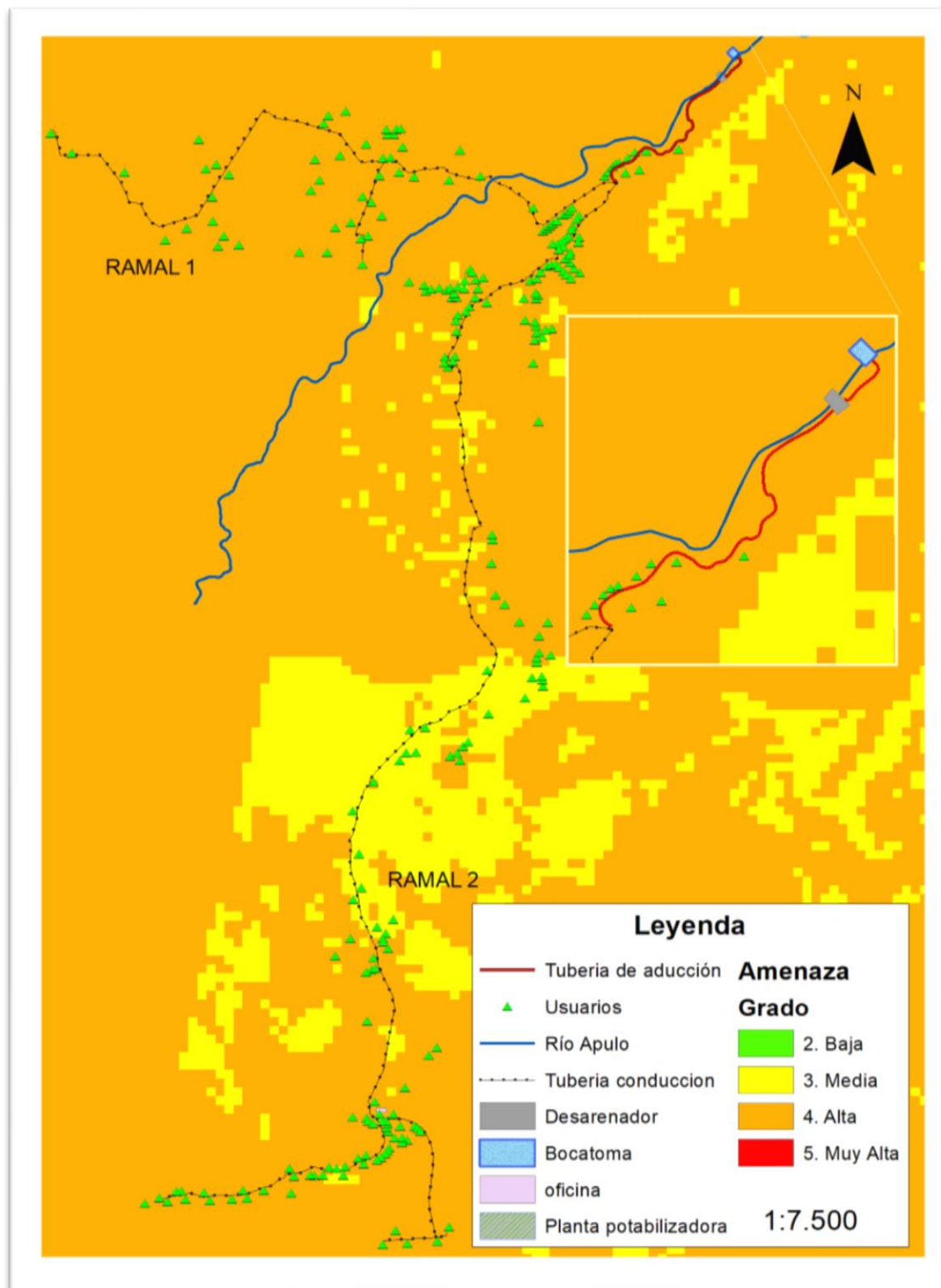


Figura 16 Cruce componentes del acueducto con la remoción en masa.



Con base al análisis espacial realizado, en la Tabla 6 se muestra nivel de amenaza que puede comprometer el sistema de acueducto en cada uno de los componentes del acueducto.

Tabla 6 Matriz de cruce de amenazas para el sistema de acueducto

<b>SISTEMA DE ACUEDUCTO</b>		
<b>Componente</b>	<b>Amenaza</b>	
	<b>Sismos</b>	<b>Fenómenos de remoción en masa.</b>
Bocatoma	Alta	Media
Aducción	Alta	Media
Tanque de rebose	Alta	Media
Desarenador	Alta	Media
Planta de potabilización	Alta	Media
Tanque de almacenamiento	Alta	Media
Red de distribución.	Alta	Media
Oficina del acueducto	Alta	Media

**Fuente:** Basado en Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

#### **7.4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD**

Para realizar la evaluación de la vulnerabilidad del acueducto veredal de Doima, se identificaron los siguientes factores, operacional, físico, institucional, comunicación y económico. los cuales de evaluaron individualmente.

Según lo explicado en el capítulo 6, la evaluación de la vulnerabilidad del factor físico no se pudo realizar de manera cuantitativa, debido a que, como se mencionó anteriormente, el acueducto no lleva registros históricos detallados de las fallas y accidentes que se presentan en los componentes del sistema, es por esto, que para la evaluación de este factor se desglosaron los componentes que conforman todo el sistema y se evaluó de la siguiente manera: se da un valor de 1 a 3 en números enteros donde si el estado es bueno = 1 = amenaza baja, si el estado es regular = 2 = amenaza media y si el estado es malo = 3 =



amenaza alta, además, se establece un criterio para definir el estado del componente el cual es el siguiente:

- Bueno = óptimas condiciones, no afecta el funcionamiento.
- Regular = daño parcial, afecta el funcionamiento.
- Malo = no funciona.

La Tabla 7 muestra la evaluación para el factor Físico, con respecto a las obras civiles.

*Tabla 7 Sistema de acueducto obras civiles.*

Componente	Tipo de material	Estado	Año de construcción	Descripción	Vulnerabilidad
Bocatoma	Concreto, varilla,	Bueno=1	1ª bocatoma 1980 Bocatoma actual (por crecientes) 2011	- Reja de varillas redondas de ¾" de diámetro, separadas libremente entre sí 1", en este caso se retira material mayor a 1". -rejilla= 0.50 X 0.75 m. en varilla de ¾" con espacio 0.3 cm.	Bajo
Desarenador	Concreto. Varilla	Bueno=1	1980	Dimensiones L: 6.50m. w=Zn h= 1,50m Desarenador convencional de flujo horizontal para retener partículas discretas, (arena 0=0.005 cm.)	Bajo
Tanque rebose	de Concreto, varilla	Bueno=1	1980	0.80 m X 1 m y 0.80 m de profundidad	Bajo

Componente	Tipo de material	Estado	Año de construcción	Descripción	Vulnerabilidad
Laboratorio	Ladrillo, cemento. Varilla, arena	Bueno=1	2018	Construcción de 2.7 m. X 2.25 m. muros de 15 cm y columnas de 25 cm, con caja de inspección en el laboratorio de 0.50 m. X 0.50m., puertas de 0.89 m X 2.01 m;	Bajo
Baño	Ladrillo, varilla, cemento, arena	Bueno=1	2018	Construcción de 2.7 m. X 2.25 m. muros de 15 cm y columnas de 25 cm Puerta de 0.86 m X 2.01 m	Bajo
Cuarto de Almacenamiento de insumos.	Ladrillo, varilla, cemento. Arena	Bueno=1	2018	Construcción de 2.7 m. X 2.25 m. muros de 15 cm y columnas de 25 cm. Puerta de 0.89 m X 2.01 m	Bajo
Planta potabilizadora		Bueno=1	1980	Se realiza mantenimiento cada 6 meses a la planta.	Bajo

**Fuente:** elaboración propia, con base en la información aportada por el acueducto veredal de Doima.

La Tabla 8 muestra la relación de los accesorios presentes en el acueducto veredal de Doima.

*Tabla 8 Accsesorios del acueducto.*

Tipo	Descripción del tramo	Cantidad por tramo	Estado de las uniones	Vulnerabilidad
Uniones de 2"	Desde la bocatoma a la planta potabilizadora	250	Bueno=1	Bajo
Tees de 2"		20	Bueno=1	Bajo
Uniones de 2"	Ramal 1, hacia Camposanto	100	Bueno=1	Bajo
Uniones de ½"		65	Bueno=1	Bajo

Tees de 1/2"		10	Bueno=1	Bajo	
Uniones de 1"		250	Bueno=1	Bajo	
Tees de 1"		25	Bueno=1	Bajo	
Uniones de 3/4"		85	Bueno=1	Bajo	
Tees de 3/4"		28	Bueno=1	Bajo	
Uniones de 3"	Ramal 2, hacia Doima	833	Bueno=1	Bajo	
Tees de 3"		150	Bueno=1	Bajo	
Uniones de 1/2"		583	Bueno=1	Bajo	
Tees de 1/2"		200	Bueno=1	Bajo	
Uniones de 3/4"		344	Bueno=1	Bajo	
Tees de 3/4"		118	Bueno=1	Bajo	
Uniones de 1"		134	Bueno=1	Bajo	
Tees de 1"		52	Bueno=1	Bajo	
Reducciones		A lo largo del ramal	50	Bueno=1	Bajo

**Fuente:** información brindada por el acueducto.

En cuanto al año de instalación de los accesorios, el acueducto veredal de Doima no lleva el control exacto de cada instalación y cada vez que alguno se daña es reemplazado inmediatamente.

En cuanto a la distribución de agua, la Tabla 9 muestra las variables contempladas.

*Tabla 9 Estado de la tubería.*

Tipo	Diámetro	Estado	Año de instalación de la tubería	Evaluación de químicos	Estado	Vulnerabilidad
Tubería de aducción	3"	Bueno=1	Tubo gris hace 39 años contados desde el 2019. Tubo blanco año 2018		Del tanque de rebose al desarenador la tubería esta al aire libre; y del desarenador a la planta está enterrada	Baja
Tubería de conducción	3"	Regular=2	Gris (queda ya poca) 39 años Blanca 1 año	El agua transportada pasó previamente por un proceso de potabilización,	La tubería presenta fallas en algunos tramos que no están definidos, se	

Tipo	Diámetro	Estado	Año de instalación de la tubería	Evaluación de químicos	Estado	Vulnerabilidad
				en el cual se utilizaron químicos como: cloro y sulfato de aluminio.	encuentra la falla al momento que el usuario la reporta; esto genera pérdidas de agua.	Media

**Fuente:** elaboración propia, con base en la información aportada por el acueducto veredal de Doima.

La Tabla 10 muestra la evaluación para el factor Administrativo del acueducto veredal de Doima.

*Tabla 10 Factor administrativo.*

Componente	Tipo de material	Estado y cumplimiento de la norma sismo resistente.	Año de construcción	Estado	Descripción	Vulnerabilidad
Oficina del acueducto veredal de Doima.	Concreto Ladrillos	Debido a la antigüedad de la estructura, esta no fue construida teniendo en cuenta la norma sismo resistente para estructuras.	1979	Regular =1	-La casa tiene una profundidad de 8 m y un frente de 21 m aproximadamente. - el lote tiene un área de 670 m <sup>2</sup>  -El sitio donde se atienden las obligaciones administrativas tiene un área de 9 m <sup>2</sup>	Media

**Fuente:** elaboración propia, con base en la información aportada por el acueducto veredal de Doima.

### 7.4.1 Valoración de la vulnerabilidad

Para la valoración de la vulnerabilidad del factor físico y agruparlo en un solo componente, se tomó el resultado numérico de cada subcomponente y se promedió, el resultado es el siguiente:

Tabla 11 Vulnerabilidad para el factor físico.

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Número de la vulnerabilidad</b>
Bocatoma	Media	2
Aducción	Media	2
Tanque de rebose	Media	2
Desarenador	Media	2
Tubería de aducción	Media	2
Tubería de conducción	Alta	3
Planta de potabilización	Media	2
Tanque de almacenamiento	Alta	3
Red de distribución.	Alta	3
Oficina del acueducto	Alta	3
<b>Promedio</b>		2

Fuente: elaboración propia.

Con base a la información de la tabla anterior, la vulnerabilidad para el factor físico es MEDIO.

Para la evaluación de los factores operacional, institucional, comunicación y económico, se realizó una tabla de valoración con diferentes criterios para cada componente, en donde se evaluó 1= Bajo, 2=Medio y Alto =3; la Tabla 12 muestra los resultados de la evaluación.

Tabla 12 Criterios de valoración.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE	CRITERIO DE VALORACIÓN
<b>Operacional</b>	Continuidad en el servicio de acueducto	1= No hay suspensión del servicio. 2= Se suspende el servicio 1 vez a la semana. 3= Suspensión del servicio 2 o más veces a la semana.
	Sectorización en caso de emergencia para sitios vulnerables.	1= está sectorizado la prestación del servicio en caso de emergencia. 2=se trabaja en sectorizar los puntos vulnerables. 3= No está sectorizada la prestación del servicio en caso de emergencia.
	Respuesta ante daños estructurales.	1= Se soluciona en menos de 1 hora. 2= Se soluciona de 1 a 3 horas. 3= Tarda más de tres horas.
<b>Institucional</b>	Personal del acueducto capacitado en gestión del riesgo.	1= El personal está capacitado en la gestión del riesgo 2= El personal no está actualizado en la gestión del riesgo. 3= El personal no está capacitado en la gestión del riesgo.
<b>Comunicación</b>	Capacidad para informar a los usuarios de una emergencia.	1= Se da aviso de inmediato a los usuarios ante una emergencia. 2=Tardan 30 minutos para poder comunicar a los usuarios sobre una emergencia. 3= Tardan más de media hora en informar a los usuarios de una emergencia.

<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>CRITERIO DE VALORACIÓN</b>
<b>Económico</b>	Existencia de recursos para la reparación de daños estructurales ante una emergencia.	1= Existen recursos. 3= No existen recursos.

**Fuente:** Basado en la Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

La Tabla 13 muestra el resultado de la valoración de cada uno de los factores anteriormente expuestos, lo cuales fueron promediados para sacar un valor de vulnerabilidad ponderado para cada factor.

*Tabla 13 Valor de la vulnerabilidad.*

<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>CRITERIO DE VALORACIÓN</b>
<b>Operacional</b>	Continuidad en el servicio de acueducto	2
	Sectorización en caso de emergencia para sitios vulnerables.	3
	Respuesta ante daños estructurales.	2
Promedio		2
<b>Institucional</b>	Personal del acueducto capacitado en gestión del riesgo.	3
	Promedio	3
<b>Comunicación</b>	Capacidad para informar a los usuarios de una emergencia.	2
	Promedio	2
<b>Económico</b>	Existencia de recursos para la reparación de daños estructurales ante una emergencia.	3
	Promedio	3

**Fuente:** Basado en la Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

La Tabla 14 muestra el nivel de vulnerabilidad de cada factor evaluado anteriormente.

Tabla 14 Vulnerabilidad.

<b>SISTEMA DE ACUEDUCTO</b>	
<b>Factor</b>	<b>vulnerabilidad</b>
Operacional	Media
Institucional	Alto
Comunicación	Medio
Económico	Alta
Físico	Medio

## 7.5 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

El análisis del riesgo tal como fue definido en el capítulo 5.2 según la NTC 31000, los métodos utilizados para el análisis de los riesgos pueden ser cualitativos, semicuantitativos o cuantitativos. El grado de detalle que se requiere dependerá de la aplicación particular, la disponibilidad de datos confiables de las necesidades para la toma de decisión de la organización. Algunos métodos y grado de detalle de análisis pueden estar prescritos por la legislación.

El análisis del riesgo consiste en la determinación de las consecuencias y sus probabilidades para los elementos de riesgo identificados, tomando en consideración la presencia (o no) y la eficacia de los controles existentes. Las consecuencias y sus probabilidades se combinan después para determinar un nivel de riesgo (ICONTEC, 2016).

Para el caso específico de este trabajo, la información del área de servicio del acueducto veredal de Doima, no se encuentra en la escala requerida para hacer



un análisis del riesgo 100% cuantitativo, por lo que se decidió diseñar una metodología semi cuantitativa, la cual está basada en la matriz de amenaza vs vulnerabilidad de la Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, el cual toma valores dentro de la escala de 1 a 3, siendo 1 riesgo bajo, 2 riesgo medio, 3 riesgo alto.

Además, el criterio en el cual el riesgo se torna aceptable para el acueducto involucra los siguientes factores:

- Que no haya pérdidas humanas, puesto que, si llegase a presentarse una, esta sería muy significativa, debido a que el recurso humano del acueducto veredal de Doima es muy poco (5 personas).
- Que los daños causados por la materialización de un escenario de riesgo no interrumpan el abastecimiento de agua a los usuarios.
- Que la planta de tratamiento del acueducto no quede con daños graves que dañen el proceso de potabilización de agua.

Por otro lado, Para la identificación del riesgo se elabora un pronóstico de los posibles efectos de los eventos dañinos sobre la sociedad y sus bienes materiales. La Tabla 15 muestra en la guía para calificar las amenazas y vulnerabilidades según su nivel.

*Tabla 15 Matriz de Amenaza vs. Vulnerabilidad*

Vulnerabilidad \ Amenaza	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Media

Vulnerabilidad Amenaza	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Media	Baja

**Fuente:** Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Con base al cruce de la tabla anterior; se tomaron la vulnerabilidad y las amenazas resultantes, para saber el riesgo al que está expuesto el acueducto. Este resultado se expone en la Tabla 16.

*Tabla 16 Matriz de Amenaza vs. Vulnerabilidad resultante.*

Amenaza Vulnerabilidad	Sismos	Fenómenos de remoción en masa.
<b>Operacional</b>	Alta	Media
<b>Institucional</b>	Alta	Alta
<b>Comunicación</b>	Alto	Medio
<b>Económica</b>	Alto	Alta
<b>Físico</b>	Alta	Media

**Fuente:** Basado en la Herramienta metodológica para la elaboración de programas de gestión del riesgo y desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

### 7.5.1 Clasificación del riesgo

La Tabla 17 muestra la clasificación del riesgo según su nivel.

*Tabla 17 Clasificación del riesgo.*

ALTO	MEDIO	BAJO
Riesgo alto Se deben implementar controles debido a su alto grado de impacto.	Riesgo con probabilidad de potencializarse. Se deben implementar controles y realizar seguimiento.	Riesgo controlado. Se deben hacer revisiones periódicas.

**Fuente:** elaboración propia

### 7.5.2 Monitoreo del riesgo

El acueducto veredal de Doima no cuenta con la infraestructura para el monitoreo de las amenazas, es por esto que el acueducto se adhiere al acuerdo

firmado el 3 de abril de 2019 entre la CAR y el IDEAM; dicho acuerdo fortalece el sistema de alertas tempranas (SAT) en todo el departamento de Cundinamarca, con el fin de optimizar la información y poder generar oportunamente alertas, debido a que se ejerce un monitoreo continuo y en tiempo real de los eventos hidrometeorológicos (Gobernación de Cundinamarca, 2019).

De igual forma, se cuenta con el sistema de alarma con la comunidad, que en caso de presentarse una emergencia informa directamente al personal del acueducto, para que dé ahí se informe a los demás usuarios, este sistema de alarma está establecido en el anexo 11 en el PEC del acueducto veredal de Doima.

### **7.5.3 Estimación de daños o pérdidas potenciales.**

Según el nivel de riesgo al que se enfrente el acueducto veredal de Doima, la cantidad de usuarios afectados (200) y el tiempo que se demore en reestablecer el servicio, deberá asumir las pérdidas estimadas reflejadas en la Tabla 18. Estas pérdidas se calculan promediando el valor mensual que recibe el acueducto por costos de administración más los de operación.

Para los movimientos sísmicos las pérdidas se calculan con base en un sismo de 7.0 en la escala de Richter, debido a que el acueducto no está diseñado para soportar esa magnitud.

*Tabla 18 Estimación de daños, movimiento sísmico.*

<b>Componente</b>	<b>Costo</b>
Bocatoma	\$ 2.540.000
Aducción	\$7.234.500
Tanque de rebose	\$ 3.320.000
Desarenador	\$4.230.000
Planta de potabilización	\$36.242.350

<b>Componente</b>	<b>Costo</b>
Tanque de almacenamiento	\$ 6.000.000
Red de distribución.	\$ 50.000.000
Oficina del acueducto	\$14.010.886
Operación	\$ 4.950.000
Institucional	\$ 2.430.000
Comunicación	\$ 700.000

**Fuente:** elaboración propia valor presente 2019.

La Tabla 19 muestra lo costos por pérdidas por remoción en masa en los componentes del acueducto veredal de Doima.

*Tabla 19 Estimación de daños, remoción en masa.*

<b>Componente</b>	<b>Costo</b>
Bocatoma	\$2.159.000
Aducción	\$6.149.325
Tanque de rebose	\$2.822.000
Desarenador	\$3.595.500
Planta de potabilización	\$20.805.998
Tanque de almacenamiento	\$5.100.000
Red de distribución.	\$35.500.000
Oficina del acueducto	\$11.909.253
Operación	\$4.207.500
Institucional	\$2.065.500
Comunicación	\$100.000

**Fuente:** elaboración propia.

La La Tabla 20 muestra los ingresos que dejaría de percibir por día el acueducto veredal de Doima en caso de que no pueda presentar el servicio de agua a sus usuarios.

La Tabla 20 Pérdidas indirectas.

ALTO	MEDIO	BAJO
Si el daño se demora 1 o más días en repararse, las pérdidas serian aproximadamente de \$ 190.000 por día sin servicio.	Si el daño se demora 1 más días en repararse, las pérdidas serian aproximadamente de \$ 190.000 por día sin servicio.	Si el daño se soluciona el mismo día, las pérdidas no son significativas para el acueducto.

## 7.6 ESCENARIOS DE RIESGO MITIGABLE

Para los factores de vulnerabilidad resultantes que son: operacional, institucional, físico y económico, los escenarios de riesgo mitigable son los siguientes:

Tabla 21 Escenarios de riesgo mitigable.

Amenaza Vulnerabilidad	Sismos	Fenómenos de remoción en masa.
<b>Operacional</b>	Sismos que causen ruptura o agrietamiento en componentes del sistema, como bocatoma desarenador, tubería, planta de tratamiento el cual interrumpa la distribución de agua a los usuarios.	Remoción en masa que cause taponamientos de tierra en componentes del sistema, como bocatoma desarenador, tubería, planta de tratamiento el cual interrumpa la distribución de agua a los usuarios.
<b>Institucional</b>	Pérdidas de vidas humanas, heridos, personas con traumas, daños en equipos del acueducto por falta de capacitación en evacuación.	Pérdidas de vidas humanas, heridos, personas con traumas, daños en equipos del acueducto por falta de capacitación en evacuación.
<b>Económica</b>	Pérdida de ingresos por falta de suministro de agua potable a los usuarios.	Pérdida de ingresos por falta de suministro de agua potable a los usuarios.

Amenaza Vulnerabilidad	Sismos	Fenómenos de remoción en masa.
Físico	Agrietamiento de la oficina Daños en el tanque de almacenamiento Ruptura de tubería Derrumbe de los componentes del sistema de acueducto.	Ruptura y/o taponamiento de las tuberías

Fuente: elaboración propia.

Los escenarios de riesgo tanto para los fenómenos de remoción en masa y sismos, tienen consecuencias en común, debido a que la remoción en masa cuya ocurrencia y propiedades son determinados por la interacción de factores como el geológicos, es decir, en el caso de un sismo de magnitud mayor a 3.9 en la escala de Richter genera comúnmente deslizamientos superficiales y/o caída de rocas causando daños en la infraestructura (Mergili, Marchant Santiago, & Moreiras, 2015).

A todos los factores de vulnerabilidad anteriormente nombrados se le pueden formular medidas de reducción del riesgo.

## 7.7 ESCENARIOS RIESGO NO MITIGABLE

Los riesgos no mitigables, para el acueducto veredal de Doima, basados en las amenazas resultantes serían:

- Pérdidas de tierra provocados por fenómenos en remoción en masa que afecten áreas mayores a los 600m<sup>2</sup>.
- Sismos mayores a 7 grados en la escala de Richter, que pueda ocasionar destrucción parcial o total de la infraestructura.

- En caso de presentarse un deslizamiento de tierra en volúmenes mayores a 300 m<sup>3</sup> que afecten la calidad del agua.
- Caída de Torres de comunicación, debido a un sismo en una escala mayor a 7 grados en la escala de Richter, que afectarían el sistema de alarma del acueducto.

Estos riesgos no son mitigables, puesto que corresponden a amenazas naturales impredecibles y se salen del alcance del acueducto veredal de Doima, sin embargo, se formulan medidas que permiten mitigar el riesgo de estos eventos, ver la Tabla 22 y Tabla 23.

#### **7.8 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO SEGÚN LAS CONDICIONES FÍSICAS, ADMINISTRATIVAS Y AMBIENTALES DE LA VEREDA.**

Basados en el riesgo mitigable, se crean medidas de prevención y de mitigación para cambiar o disminuir las condiciones futuras de riesgo; estas medidas se dividieron en estructurales y no estructurales, entre las cuales se encuentran medidas para los componentes físico, administrativo y ambiental, en la Tabla 22 y Tabla 23 se presentan dichas medidas.

Tabla 22 Medidas estructurales de reducción del riesgo.

<b>ESTRUCTURALES</b>					
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>MEDIDAS MITIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>INICIO/ FRECUENCIA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>
<b>FÍSICO</b>					
Al momento de diseñar y realizar una nueva construcción en el acueducto veredal de Doima, debe registrarse bajo la NSR-10 título C puesto que las estructuras del acueducto están construidas en concreto.		El presidente es el encargado de contratar a un ingeniero civil que cumpla con la medida propuesta.	Al momento de realizar nuevas construcciones a partir del 2019	Se debe incluir el costo del ingeniero en los costos medios administrativos del acueducto \$1.607.000/mes	A diciembre del año 2022
La tubería que aún se encuentra al aire (tubería que va hacia las casas) debe enterrarse por entre las cercas, para evitar que se rompa por golpes o el paso de una persona o animal.		Todero del acueducto.	A partir del 2019	Costo estimado por metro de tubería en PVC \$67.500 más costos de accesorios 2.000, total: \$69.500/metro Aprox.	A diciembre del año 2022



<b>ESTRUCTURALES</b>					
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>MEDIDAS MITIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>INICIO/ FRECUENCIA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>
	Realizar un diagnóstico de las estructuras del acueducto a cargo de un ingeniero civil, para saber cuáles necesitan ser reforzadas para mitigar los efectos de un sismo.	El presidente es el encargado de contratar a un ingeniero civil que cumpla con la medida propuesta.		Se debe incluir el costo del ingeniero en los costos medios administrativos del acueducto \$1.607.000/mes	A diciembre del año 2022
Instalar una malla de diámetro 4mm en la rejilla del acueducto que permita que los sólidos suspendidos de menor tamaño no pasen en caso de presentarse un deslizamiento que afecte la calidad del agua del Río Apulo		Toderero del acueducto	Enero 2020	\$ 8.000/metro	A diciembre del año 2021

<p>Construir un segundo tanque de almacenamiento dentro del acueducto para que en épocas de lluvia se almacene agua, y poder suplir el líquido en temporadas de sequía junto al tanque de almacenamiento ya existente.</p>		<p>Ingeniero civil contratado por el acueducto</p>	<p>Enero 2020</p>	<p>\$2'000.000 aproximadamente</p>	<p>A diciembre del año 2022</p>
--	--	--	-------------------	------------------------------------	---------------------------------

Fuente: elaboración propia

Tabla 23 Medidas no estructurales de reducción del riesgo.

<b>NO ESTRUCTURALES</b>					
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>MEDIDAS MITIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>
<b>ADMINISTRATIVAS</b>					
Contratación de personal para revisión de red de distribución, detección de fugas y/o conexiones fraudulentas		Secretaria y presidenta	Personal contratado de manera indefinido por el acueducto a partir del 2019	El costo de la contratación de la persona extra para el acueducto se asume incrementando el valor de los jornales. \$824.000/mes	Al año 2020
Al momento de armar el presupuesto anual del acueducto se debe incluir el valor de los recursos destinados a la prevención del riesgo.		Junta de la Asociación de usuarios del acueducto	Anual	Se incluyen dentro del nuevo presupuesto para el año 2020	A diciembre del año 2021
Trabajar en conjunto con el Municipio de la Mesa en el "Programa de recuperación del cauce natural y de ronda del Río Apulo"		Junta de la Asociación de usuarios del acueducto	Anual	Este programa tiene un costo de \$5.600.000.000 pesos	Plazo de ejecución en conjunto con el Municipio

<b>NO ESTRUCTURALES</b>					
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>MEDIDAS MITIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>
formulado en el Plan Municipal de Riesgo de La Mesa, el cual incluye dentro de sus medidas reforestar la ronda del Río Apulo, actualizar el POMCA, realizar estudios hidráulicos, entre otros.					
Formular e implementar un plan de ahorro y uso eficiente de agua para el acueducto		Ingeniero ambiental contratado por el acueducto	Anual	\$1'500.000 aproximadamente	A diciembre del año 2022
<b>OPERATIVAS</b>					
Con el medidor de pH del acueducto, tomar muestra de agua en la bocatoma y en la salida de agua de la planta para revisar el cumplimiento de la Resolución 2115 de 2007		Toderro del acueducto.	Se debe realizar una vez por semana, en el laboratorio del acueducto	Medida no tiene costo inicial para el acueducto, se debe contar con el costo del mantenimiento del equipo \$ 100.000 cada 6 meses	A diciembre del año 2020

<b>NO ESTRUCTURALES</b>					
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>MEDIDAS MITIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>
Tener contratos con acueductos aledaños como, por ejemplo, el acueducto Acuaesperanza, para contar con fuentes adicionales para abastecer a los usuarios, esto por medio de carro tanques.		Presidente del acueducto.	Revisar contratos anualmente	El costo del uso de un carro tanque es de \$700.000	A diciembre del año 2020
<b>Comunicación</b>					
Armar un sistema de alarma con el 10% de los usuarios del acueducto en caso de que se presente una emergencia, armando grupos y/o cadenas de números telefónico.		Usuarios y personal del acueducto	Capacitaciones semestrales	El costo total mensual para las recargas de minutos a los usuarios que tengan designada esta función es de \$ 200.000. el cual será repartido.	A diciembre del año 2020
Comprar dos radio teléfonos como los Baofengg con alcance de hasta 60km que permitan comunicar al		Presidente del acueducto.		\$ 100.000 pesos x 2	A diciembre del año 2021

<b>NO ESTRUCTURALES</b>					
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>MEDIDAS MITIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>
personal del acueducto en caso de que se presente caída en las torres de emergencia que imposibilite el sistema de alarma del acueducto.					

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 24 se llevará el registro del avance de las medidas de prevención y mitigación anteriormente formuladas. Se deja a disposición del acueducto para su actualización.

Tabla 24 Avance de las medidas de prevención y mitigación.

<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>ESTADO ACTUAL</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>PLAZO DE FINALIZACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>META AÑO 1 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>	<b>META AÑO 2 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>
Preventiva Estructural	No se han diseñado nuevas estructuras en el acueducto				Tener en cuenta la medida al momento de realizar una construcción	

<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>ESTADO ACTUAL</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>PLAZO DE FINALIZACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>META AÑO 1 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>	<b>META AÑO 2 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>
Preventiva Estructural	El acueducto se encuentra enterrando la tubería que se encuentra al aire libre actualmente.	Junio de 2019	A diciembre del año 2022	60%	Tener el 80% de la tubería enterrada	Tener el 100% de la tubería enterrada
Mitigación estructural	No se ha realizado una valoración al sistema de acueducto.		A diciembre del año 2022	0%	Tener el 50% del sistema del acueducto valorado por un experto.	Tener el 100% del sistema del acueducto valorado por un experto.
Prevención estructural y no estructural	Contratación de personal encargado de hacer detección de fugas o conexiones fraudulentas.	Enero 2019	A diciembre del año 2022	100%	Ya se encuentra la persona encargada de ejecutar esta actividad; se espera que se analice el 60% de la tubería del acueducto.	Se espera que se analice el 100% de la tubería del acueducto

<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>ESTADO ACTUAL</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>PLAZO DE FINALIZACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>META AÑO 1 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>	<b>META AÑO 2 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>
Preventiva Operacional	El acueducto se encuentra actualmente tomando muestras de pH en el agua del Río Apulo para dar cumplimiento a la Resolución 2115 de 2007	Enero 2019			Se espera que la calidad del agua se encuentre dentro de los parámetros de la norma.	
Preventiva Operacional	El acueducto cuenta con un contrato con el acueducto Acuaesperanza para el servicio de carrotanque	Septiembre 2019	A diciembre del año 2021	100%	Se espera tener un segundo contrato con otro acueducto que preste el mismo servicio	
Preventiva Física	Construcción de un tanque de almacenamiento		A diciembre del año 2022	0%	Diseñar el tanque de almacenamiento	Realizar la construcción del tanque de almacenamiento



<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>ESTADO ACTUAL</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>PLAZO DE FINALIZACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>META AÑO 1 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>	<b>META AÑO 2 DE APLICACIÓN DEL PGRD</b>
Preventiva Administrativa	Formulación de un plan de ahorro y uso eficiente de agua.	2020	A diciembre del año 2022	0%	Formular el plan de ahorro y uso eficiente de agua.	Implementar el plan de ahorro y uso eficiente de agua.

### **7.8.1 Protección financiera.**

El modelo que se va a adoptar para la protección financiera del acueducto veredal de Doima es el auto seguro, tomando el acueducto el control del riesgo y asumiendo las pérdidas potenciales. Los costos aproximados se encuentran en el anexo 12.

Con base en los costos que deberá asumir el acueducto para la reconstrucción de la infraestructura y el poder adquisitivo de las personas de la zona, se toma la decisión de hacer un cobro mensual de \$8.000 pesos a cada usuario del acueducto lo cual representaría al año \$ 19.200.000 para cubrir las necesidades del modelo financiero adoptado por el acueducto.

Esta opción se toma debido a que es más económica y se ajusta a las necesidades del acueducto. En caso de que durante el año no ocurra ningún desastre, el dinero se quedará en un fondo como ahorro, así año tras año el dinero destinado para la protección se irá incrementando y logrará cubrir el valor total de activos del acueducto el cual bordea los 100.000.000 millones de pesos.

## **7.9 MEDIDAS PARA EL MANEJO DE LAS EMERGENCIAS ASOCIADAS A LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y REHABILITACIÓN.**

### **7.9.1 Plan de contingencia.**

El plan de contingencia del acueducto veredal de Doima se encuentra en el anexo11.

### **7.9.2 Articulación del plan de emergencia y contingencia**

De conformidad con lo estipulado en la Resolución 0527 de del 23 de julio de 2018; el acueducto veredal de Doima dará a conocer su plan de emergencia y contingencia a la Alcaldía Municipal de La Mesa, para que sea incluido dentro

de la estrategia municipal y se adopten las medidas de mitigación propuestas por esta entidad.

## **8 PLAN DE RECUPERACIÓN.**

El restablecimiento del servicio se va realizando según se vaya normalizando la situación de alerta que se generó, según lo decida el comité de riesgo y se vaya reestableciendo el servicio de agua a los usuarios. Además, se deberán ir desactivando las alertas paulatinamente hasta llegar de nuevo a la condición normal del acueducto, todo esto en compañía del plan de recuperación con el que cuenta el municipio de La Mesa, para que, con ayuda del mismo, se logre la recuperación de los bienes materiales de los usuarios articulándolo con la recuperación del acueducto.

### **8.1 Plan de inversiones**

Al personal directivo del acueducto veredal de Doima, se le presentan varias opciones para la protección financiera en caso de que llegara a materializarse un evento, los cuales correspondían al seguro y auto seguro; para adquirir un seguro el acueducto tenía dos opciones, la primera opción era adquirir por separado varios riesgos, para el caso del acueducto fenómenos de remoción en masa y sismos, o adquirir un seguro todo riesgo el cual protegía a la infraestructura de varios eventos naturales, estas pólizas tienen un valor aproximado de 50.000.000 millones de pesos o más, para tener un valor exacto del costo, la aseguradora debía hacer un peritaje de la infraestructura, pero al momento de hablar con los directivos prefieren dejar de un lado esta opción y optar por la figura del autoseguro.

Este modelo de autoseguro hace que el acueducto veredal de Doima se haga cargo de las pérdidas potenciales en caso de materializarse un evento, este autoseguro se financia por medio del cobro mensual de \$8.000 mil pesos mensuales a los usuarios, lo cual representa al año \$ 19.200.000 pesos; y si no se presenta algún evento durante el año, este dinero se ira destinado a un fondo para las obras de inversión y prevención.

Basado en el estado financiero del acueducto veredal de Doima, anexo 13, las pérdidas en caso de que se presente un desastre que genere destrucción total de la infraestructura, estará respaldado por el modelo de protección financiera asumido por el acueducto, Autoseguro.

Para las pérdidas asociadas a la operación, la Tabla 18 Estimación de daños, muestra un panorama de las pérdidas por el no funcionamiento del acueducto veredal de Doima, esto a su vez disminuye las utilidades y hace que el acueducto tenga que hacer efectivo el autoseguro.

## 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según lo estipulado en la Ley 1523 de 2012 y basado en los lineamientos establecidos por la misma, se logró diseñar la estrategia de respuesta ante emergencias para el acueducto veredal de Doima en La Mesa Cundinamarca.
- Las amenazas que afectan directamente al acueducto son los fenómenos es remoción en masa y sismos, que debido a la ubicación del mismo pueden causar daños en la infraestructura e interrumpir el servicio de agua. Por otra parte, el acueducto no presenta amenaza volcánica ni es una zona susceptible a amenazas antrópicas.
- Contar con un plan de contingencia y emergencias permite que el acueducto veredal de Doima tenga un plan de acción a ejecutar en caso de presentarse un evento y no se actúe improvisadamente, lo cual generaría pérdidas para el acueducto y hasta sanciones legales.
- Poner en marcha el plan de gestión del riesgo permite que se adopten medidas de mejoramiento para la futura actualización del mismo y así complementar e incluir nuevas medidas que ayuden a prevenir y a mitigar los riesgos a los que se está expuesto.
- Contar con un plan de gestión del riesgo, permite que, durante los periodos de calma y alerta, se implementen medidas de reducción de riesgo de forma progresiva y planificada.
- La inclusión de la alcaldía municipal de La Mesa ayuda a la implementación de la estrategia de respuesta para el acueducto veredal de Doima ante la materialización de un evento futuro.
- Se recomienda empezar a sistematizar toda la información del acueducto y tenerla en sitios virtuales (nube en la web), para que en caso

de presentarse un evento desfavorable que dañe los insumos tecnológicos del acueducto, esta información no se vea comprometida.

- Se deben realizar actualizaciones anuales del plan de emergencia y contingencia según lo estipulado por la Ley 0524 de 2018.
- Debido a las condiciones y a los registros históricos en Doima, donde se encuentra el acueducto veredal, no fue posible seguir los lineamientos de una sola metodología para la formulación del PGRD, es por esto, que se adoptó una nueva metodología, agrupado partes de otros documentos para que se apropiaran a la realidad actual del acueducto, además de crear adaptaciones propias que de igual manera contribuyeran al levantamiento de información del acueducto y a su respectivo análisis.

## 10 REFERENCIAS

- Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. (06 de 09 de 2016). Manual de gestión de riesgo. Obtenido de [http://www.amb.com.co/DocumentoInfo/PROCEDIMIENTO\\_RIESG\\_2014.pdf](http://www.amb.com.co/DocumentoInfo/PROCEDIMIENTO_RIESG_2014.pdf)
- Alcaldía Municipal de La Mesa. (2000). Plan Básico de Ordenamiento Territorial La Mesa Cundinamarca 2000. Colombia. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/documento%20%20final.pdf>
- Banco Mundial Internacional de Reconstrucción y Fomento. (2012). *Análisis de la Gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Obtenido de <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable.
- CAR. (2014). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca río Apulo 2012-02. Colombia. Recuperado el 31 de 03 de 2019, de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac254af33ad3.pdf>
- CAR. (2015). Boletín Estadístico de Hidrología y Climatología. Colombia. Obtenido de <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/33824>
- Comité Municipal para la Gestión del Riesgo. (19 de Diciembre de 2014). Por medio del cual se adopta el Plan Municipal de gestión de Riesgo y se adoptan otras disposiciones. *Decreto municipal 136*. Cundinamarca, República de Colombia.
- Congreso de la República. (1994). Ley 142. *Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de [http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T\\_NORMA\\_ARCHIVO&p\\_NORMFIL\\_ID=305&f\\_NORMFIL\\_FILE=X&inputfile\\_ext=NORMFIL\\_FILENAME](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=305&f_NORMFIL_FILE=X&inputfile_ext=NORMFIL_FILENAME)
- Fondo de Prevención Y Atención de Emergencias - FOPAE. (Marzo de 2012). Metodologías de análisis de riesgo documento soporte guía para elaborar planes de emergencia y contingencia. Obtenido de



<http://www.ridsso.com/documentos/muro/fe6dd4f800e4ed2467827680f51e2ae8.pdf>

Gobernación de Cundinamarca. (2019). *Cundinamarca unidos podemos más*.  
Obtenido de  
<http://www.cundinamarca.gov.co/Home/prensa2018/asnoticiasprensa/cundinamarca+tendra+informacion+en+tiempo+record+para+generar+al+ert+as+tempranas>

Gobierno Nacional. (24 de abril de 2012). por el cual se adopta la política Nacional de gestión de riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones. *Ley 1523*. Bogotá D.C, Colombia.

ICONTEC;. (07 de 12 de 2016). Orientación para la implementación de la NTC-ISO 31000.

IDEAM, I. (marzo de 2015). Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2011. Colombia. Obtenido de  
[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento\\_nacional\\_departamental.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento_nacional_departamental.pdf)

Lavell, A. (s.f.). Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una definición.  
Obtenido de  
[http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/cpr/disred/espanol\\_/glr\\_andino/docs/METODOLOGIA%20DE%20SISTEMATIZACION%20PARA%20DIAGRAMAR/apuntes\\_hacia\\_una\\_definicion\\_de\\_la\\_gestion\\_de\\_riesgo\\_A\\_Ilan\\_Lavell.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/cpr/disred/espanol_/glr_andino/docs/METODOLOGIA%20DE%20SISTEMATIZACION%20PARA%20DIAGRAMAR/apuntes_hacia_una_definicion_de_la_gestion_de_riesgo_A_Ilan_Lavell.pdf)

Marcos Valiente, O. (13 de marzo de 2001). Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación.

Melo Morán, N., & Salazar Valencia, D. (2009). Diseño de un plan de contingencia para el acueducto rural "Acuacolombia" en el corregimiento combia baja, municipio de Pereira departamento de Risaralda. *Universidad tecnológica de Pereira*. Pereira, Colombia.

Mergili, M., Marchant Santiago, C., & Moreiras, S. (2015). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina. Colombia.  
[doi:dx.doi.org/10,15446/rcdg.v24n2.50211](https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50211)

MINAMBIENTE. (2019). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.  
Obtenido de  
<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/536->

- Ministerio de Minas y Energía. (2002). *Memoria explicativa*. Colombia. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/255139218/Memoria-Explicativa-Mapa-Geologico-Del-Departamento-de-Cundinamarca-2002>
- Ministerio de Minas y Energía. (2002). MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA. *Memoria explicativa*. Colombia. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/255139218/Memoria-Explicativa-Mapa-Geologico-Del-Departamento-de-Cundinamarca-2002>
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (19 de marzo de 2014). Resolución 0154. *Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los planes de emergencia y contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dic*. Colombia. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Gesti%C3%B3n%20del%20riesgo/Resoluci%C3%B3n%200154%20de%202014.pdf>
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2017). Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. *Resolución 0330*. República de Colombia. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>
- MVCT - UNGRD. (octubre de 2014). Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Colombia. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Gesti%C3%B3n%20del%20riesgo/Cartilla%20para%20la%20formulaci%C3%B3n%20de%20programas%20de%20gesti%C3%B3n%20del%20riesgo%20de%20desastres.pdf>
- National weather service. (s.f.). *Climate prediction center*. Recuperado el 06 de abril de 2019, de [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)
- Pabón , J. D., Zea , J., León , G., Hurtado , G., González, O. C., & Montealegre, J. E. (s.f.). *El Medio Ambiente en Colombia*.

- República de Colombia. (1991). Título XII, capítulo 5 de la finalidad social del estado y de los servicios públicos, Artículo 365. *Constitucion política de Colombia*. Colombia.
- República de Colombia. (2017). Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012. *Decreto 2157*. República de Colombia. Obtenido de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202157%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202017.pdf>
- Resolución 1096. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. *TÍTULO A*. República de Colombia. Obtenido de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_a\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_a_.pdf)
- Restrepo Alvear, J. (11 de Abril de 2017). Colectivo de Abogados. Obtenido de <https://www.colectivodeabogados.org/Derecho-a-los-servicios-públicos>)
- Rodríguez Gonzales, Mercedes. (24 de Mayo de 2017). Alcaldía de La Mesa Cundinamarca "sitio oficial de La Mesa". Colombia. Obtenido de [http://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)
- Rodriguez Becerra, M., & Mance, H. (Noviembre de 2009). Cambio climático: lo que está en juego. 1. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/07216.pdf>
- Sánchez, R., Vargas, G., Gonzalez, H., & Pabón, D. (Agosto de 2001). Los fenomenos calido del pacifico (El Niño) y el frio del pacifico (La Niña) y su incidencia en la estabilidad de laderas en colombia. *III Simposio Panamericano de deslizamientos*. Cartagena, Colombia.
- Super Intendencia de Servicios públicos Domiciliarios. (2016). *Estudio sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de acueducto y Alcantarillado*. Obtenido de [http://www.superservicios.gov.co/content/download/23132/187222/version/2/file/Estudio\\_Sectorial-COMPILADO-26-12-2017-vBibiana.pdf](http://www.superservicios.gov.co/content/download/23132/187222/version/2/file/Estudio_Sectorial-COMPILADO-26-12-2017-vBibiana.pdf)
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (s.f.). Sistema Único de Información. Obtenido de [www.sui.gov.co](http://www.sui.gov.co)
- UNESCO. (2014). Guía del Alumno sobre Reducción del riesgo de Desastres. *a salvo y preparado*. Obtenido de

[https://books.google.com.co/books?id=ZGnBBwAAQBAJ&pg=PA9&lpg=PA9&dq=la+amenaza+se+da+cuando+las+personas+corren+peligro&source=bl&ots=zgt6Xyk4Tf&sig=P4qk9DbMvMAoTle\\_90sqv7CDwOg&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJ0MC\\_wKHZAhVCrVvKkHaFjDMoQ6AEIQjAC#v=onepage&q=la%20amen](https://books.google.com.co/books?id=ZGnBBwAAQBAJ&pg=PA9&lpg=PA9&dq=la+amenaza+se+da+cuando+las+personas+corren+peligro&source=bl&ots=zgt6Xyk4Tf&sig=P4qk9DbMvMAoTle_90sqv7CDwOg&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJ0MC_wKHZAhVCrVvKkHaFjDMoQ6AEIQjAC#v=onepage&q=la%20amen)

UNGRD. (2013). Por la cual se crea y conforma la Comisión Técnica Nacional Asesora de Riesgos Tecnológicos. *Resolución 1770*.

UNGRD. (2016). Guía de Aseguramiento, bienes Inmuebles y la transferencia del riesgo, Protección financiera ante riesgo de Desastres. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20604/Proteccio%CC%81n%20financiera-.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

UNISDR. (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas*. Obtenido de [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)