

GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA



PROYECTO

**“ESTUDIOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MACAS: TRAMO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN ISIDRO-
TANQUE DE RESERVA R2 DEL CANTÓN MORONA.”**

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RIESGOS

**Ing. Francisco Andramuño
ALCALDE DEL CANTÓN MORONA**

MAYO 2023

1. ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ii
2. ÍNDICE DE TABLAS	iii
1. INTRODUCCIÓN	4
2. Objetivos de estudio	4
3. Información existente	4
3.1. Antecedentes	4
3.2. Estructura planteada	4
3.3. Ubicación del proyecto.....	5
4. Conceptos Básicos.....	6
5. Nivel de riesgo en el territorio ecuatoriano	6
6. Gestión de riesgos y vulnerabilidad	7
6.1. Amenazas por inundaciones	7
6.2. Amenaza sísmica.....	8
6.3. Amenazas por deslizamientos	9
6.4. Amenazas por erupciones volcánicas.....	9
6.5. Análisis de amenazas	9
6.5.1 Amenazas y Riesgos.....	10
7. Grado de afectación de las estructuras	11
7.1. Componentes del sistema de alcantarillado.....	11
7.2. Prevención de las amenazas	12
8. Plan de mitigación.....	15
8.1. Consideraciones previas	15
8.2. Fases de mitigación	17
9. Conclusiones	18
10. Recomendaciones.....	18
11. Bibliografía.....	19

2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Acciones preventivas para solventar las amenazas por inundaciones. (Equipo consultor)	12
Tabla 2. Acciones preventivas para solventar las amenazas sísmicas. (Equipo consultor).....	12
Tabla 3. Acciones preventivas para solventar las amenazas por deslizamientos. (Equipo consultor).....	13
Tabla 4. Acciones preventivas para solventar las amenazas por erupciones volcánicas. (Equipo consultor).....	14

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de gestión de riesgos que se realiza en la consultoría del **ESTUDIOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MACAS: TRAMO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN ISIDRO- TANQUE DE RESERVA R2 DEL CANTÓN MORONA.**, se emplea para analizar las distintas vulnerabilidades tanto naturales como antrópicas en este sistema de alcantarillado. Para ello, se analiza el impacto que se genera sobre las distintas estructuras proyectadas por la consultoría y se elaboran planes para reducir o eliminar los problemas que se generen.

El análisis de vulnerabilidad se ha realizado no solo en función de las estructuras físicas de las obras proyectadas, sino también a la organización y administración de la municipalidad a fin de determinar sus debilidades y proponer las medidas que resulten necesarias implementar para eliminar o disminuir este aspecto.

2. Objetivos de estudio

- Identificar y evaluar los riesgos potenciales asociados con el sistema de distribución de agua potable desde la planta de tratamiento de agua potable San Isidro hasta el tanque de reserva R2 en el cantón de Morona. Esto incluiría riesgos como la contaminación del agua, la interrupción del servicio debido a fallas en el sistema o desastres naturales, y los riesgos para la salud pública.
- Desarrollar estrategias de mitigación de riesgos para abordar los riesgos identificados en el objetivo 1. Esto podría incluir la implementación de protocolos de seguridad y mantenimiento mejorados, la mejora de las infraestructuras existentes, y la planificación de contingencias para garantizar la continuidad del servicio en caso de interrupciones.

3. Información existente

El consultor del proyecto, Ing. Diego Núñez presenta toda la información necesaria para el estudio del proyecto. Entre la información se encuentran los antecedentes del proyecto y las estructuras planteadas para el sistema de alcantarillado, además del análisis hidrológico del sector y la respectiva ubicación.

3.1. Antecedentes

El sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Macas, específicamente el tramo que va desde la planta de tratamiento de agua potable San Isidro hasta el tanque de reserva R2 en el cantón de Morona, ha sido identificado como una infraestructura crítica que requiere atención inmediata. Este sistema, que es vital para el suministro de agua potable a la población local, se encuentra actualmente en un estado de deterioro avanzado.

La tubería de este tramo, hecha de asbesto cemento, ha cumplido su vida útil y presenta serias dificultades para su reparación. Además, el asbesto es un material conocido por sus efectos perjudiciales para la salud, lo que añade un nivel adicional de riesgo para los residentes de la zona y los trabajadores encargados de su mantenimiento.

En el pasado, se han realizado esfuerzos para mantener y reparar el sistema, pero estos han sido insuficientes para abordar el grado de deterioro y los riesgos asociados con el material de la tubería. Además, la creciente demanda de agua potable en la ciudad de Macas ha ejercido una presión adicional sobre el sistema ya degradado.

Por lo tanto, se ha identificado la necesidad de realizar un estudio de gestión de riesgos para evaluar completamente los riesgos asociados con el sistema de distribución de agua potable y desarrollar estrategias efectivas para mitigar estos riesgos. Este estudio permitirá a los responsables de la toma de decisiones planificar e implementar soluciones que garanticen la seguridad y la continuidad del suministro de agua potable en la ciudad de Macas.

3.2. Estructura planteada

El sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Macas, específicamente el tramo que va desde la planta de tratamiento de agua potable San Isidro hasta el tanque de reserva R2 en el cantón

de Morona, ha sido identificado como una infraestructura crítica que requiere atención inmediata. Este sistema, que es vital para el suministro de agua potable a la población local, se encuentra actualmente en un estado de deterioro avanzado.

Para abordar este problema, se han planteado varias alternativas que consideran tanto el sistema de producción de agua tratada (que incluye la captación, la conducción de agua cruda y la planta potabilizadora) como el sistema de distribución (que incluye la conducción de agua tratada, los tanques de reserva o distribución, y las redes de distribución).

En la actualidad, el sistema de abastecimiento cubre la demanda de la ciudad de Macas, las parroquias Proaño y San Isidro, y las poblaciones aledañas a lo largo de las líneas de conducción. Sin embargo, el sistema es totalmente deficitario, ya que solo presta un servicio parcial y racionado, y los componentes del sistema presentan fuertes deficiencias en cuanto a capacidad y estado.

Los tanques de reserva son puntos obligados a los que debe llegar el agua potable. Existe una única vía de conexión entre la Planta de San Isidro y las reservas R0 y R2, por lo que la alternativa de trazado es única. Por tanto, se parte de sus cotas más las pérdidas de carga, para establecer como alternativas el diámetro y materiales a emplear como único parámetro variable para definir la alternativa óptima.

Con la definición del trazado y diámetro óptimo, las alternativas se enmarcan en el material por utilizar, que incluye los siguientes criterios de selección: experticia local y nacional, disponibilidad en el mercado, facilidad constructiva, costos de inversión, vulnerabilidad del sistema, adaptabilidad a condiciones del terreno, y mantenimiento.

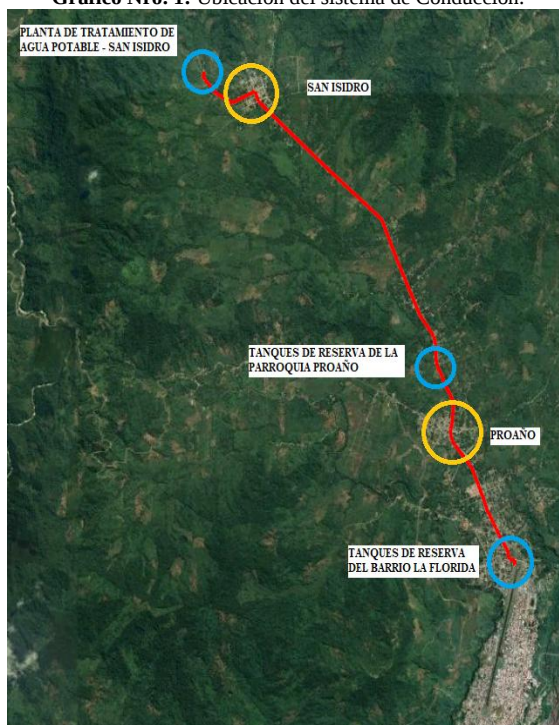
Para una selección objetiva, se desarrolló una matriz cualitativa-cuantitativa que permitió evidenciar la idoneidad de la alternativa. Según esta matriz, los materiales más idóneos para implementar la línea de conducción San Isidro tanque Aeropuerto R2 son el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y el PVC.

Sin embargo, siempre resulta un elemento rector el buen uso de los fondos públicos, por lo que se procedió a efectuar un análisis de sensibilidad de la selección respecto al costo de inversión inicial. El punto de quiebre en la selección se ubica al considerar una incidencia del 40% del costo de inversión sobre los criterios técnicos operativos. Sobre la base del informe de alternativas presentado, el GAD Municipal del cantón Morona, luego de un análisis minucioso, ha seleccionado como alternativa favorable a los intereses institucionales la conducción de PVC de 315 mm de diámetro.

3.3. Ubicación del proyecto

El proyecto se emplaza en las parroquias San Isidro, Proaño y Macas como se ilustra en la siguiente ilustración.

Gráfico Nro. 1: Ubicación del sistema de Conducción.



Fuente y Elaboración: Equipo consultor.

4. Conceptos Básicos

Vulnerabilidad:	Grado de susceptibilidad a la pérdida de un elemento o conjunto de elementos para la ocurrencia de un desastre. Esta puede clasificarse en física, operativa, organizativa, ambiental y cultural y socioeconómica.
Desastre:	Son manifestaciones de un fenómeno tanto natural como antrópico que se presenta en un espacio y tiempo, el cual ocasiona trastorno en la vida de las personas generando pérdidas humanas, económicas y materiales.
Peligro:	Es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una intensidad y un periodo de tiempo y frecuencia definitiva. Estos pueden ser de origen natural, socio natural o tecnológicos.
Resiliencia:	La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones.
Riesgo:	La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas tales como muertes, lesiones, propiedad, medios de vida, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, como resultado de interacciones entre las amenazas naturales o antropogénicas y las condiciones de vulnerabilidad.
Estimación de riesgo:	Consiste en estimar las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles. Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento.
Gestión del riesgo:	Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de maneras sostenibles con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio.
Fenómeno Natural:	Es cualquier manifestación de la naturaleza como resultado de su funcionamiento, que puede tener cierta regularidad o de aparición extraordinaria y repentina es definida como fenómeno natural. Dado que el hombre no puede actuar ni controlar la naturaleza y en consecuencia el fenómeno natural sea benigno o destructivo, le queda como única opción la de reducir las posibilidades de ocurrencia de desastre actuando sobre la vulnerabilidad solamente.
Evento Físico:	Es un fenómeno natural que no afecta a los seres humanos porque sus efectos no entran en contacto con ellos.
Desastre Natural:	Es una emergencia derivada de la acción de las fuerzas naturales que tiene consecuencias excepcionales, tales como pérdidas de vidas, perjuicios en la infraestructura física y de servicios de un país, así como pérdida de bienes materiales en grado tal que se vea afectado el proceso de desarrollo económico, social y ambiental.

5. Nivel de riesgo en el territorio ecuatoriano

Ecuador posee una vulnerabilidad moderada respecto a diversas amenazas de antrópico y natural; debido a erupciones volcánicas, deslizamientos, sismos, inundaciones, ya que el país se encuentra ubicada en el cinturón de fuego del Pacífico. Por lo que es necesario realizar un plan nacional de gestión de riesgos, para garantizar a la población la protección, mitigación, preparación y respuesta ante estas adversidades.

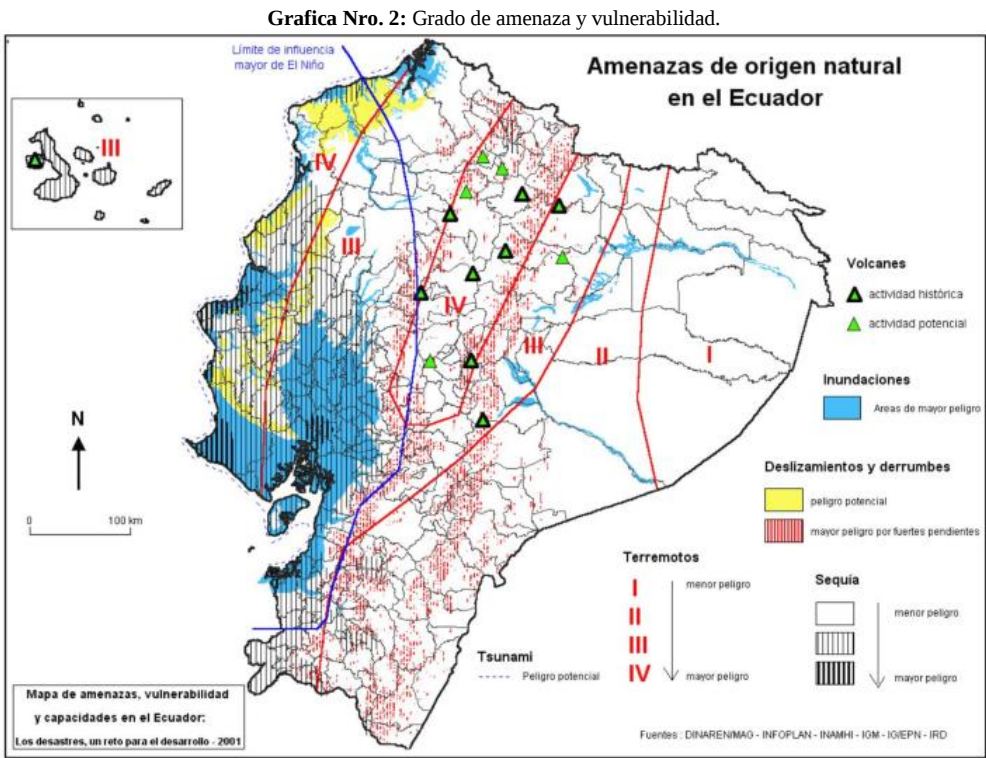
Las amenazas de carácter antrópico, se generan por las afectaciones que genera el crecimiento poblacional indiscriminado en la ocupación de un territorio, suelen generar desastres naturales debido a que las personas realizan trabajos en sus predios y modificación el medio ambiente.

En el Ecuador, las principales amenazas que se producen son de origen geológico como los terremotos, erupciones volcánicas y deslizamientos de taludes. Sin embargo, las amenazas de origen hídrico también son un problema grande debido a elevadas precipitaciones que afectan diversas zonas en el país, este grado de amenaza y vulnerabilidad es medio en la zona de implantación del proyecto.

6. Gestión de riesgos y vulnerabilidad

Los riesgos son imprevistos que se suscitan de carácter antrópico o natural, que afecta a los habitantes y a las estructuras construidas en una zona determinada, estos generan pérdidas humanas, materiales y económicas.

Para reducir estos riesgos se debe plantear planes y acciones que generen la mitigación de las vulnerabilidades, con lo cual se reduce la inversión de la obra en términos de rehabilitación, reconstrucción y/o recuperación.

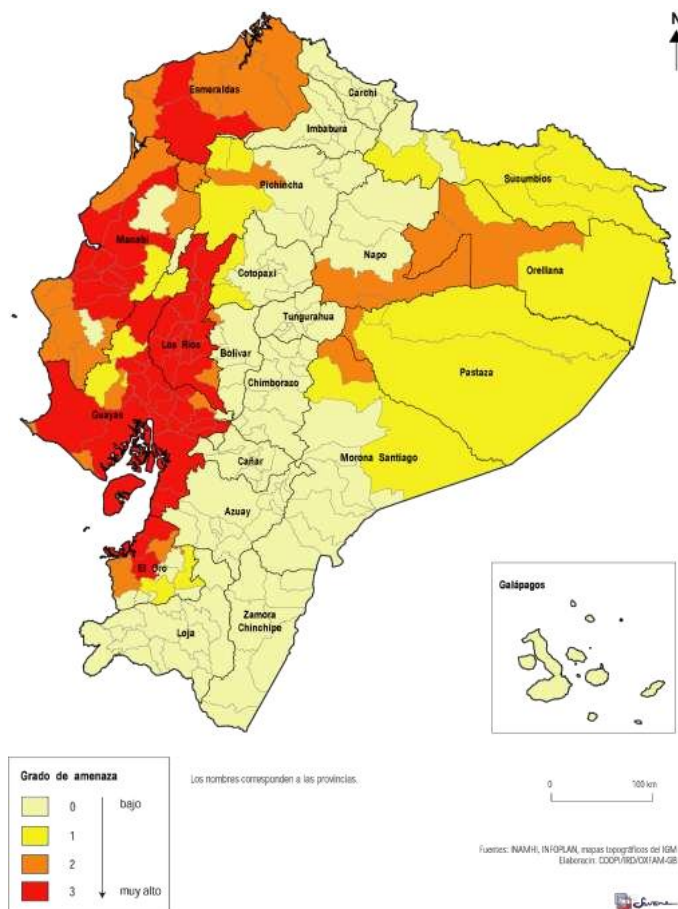


Fuente y Elaboración: Equipo consultor, 2022

6.1. Amenazas por inundaciones

En el caso de los sectores: Valle del Upano, Los Vergeles y Naranjal, el problema de insuficiencia de colectores pluviales, por los rellenos de quebradas utilizadas como vías, por el incremento de áreas impermeabilizadas, la vuelve una zona bastante expuesta a las inundaciones localizadas y de corta duración.

Grafica Nro. 3: Amenazas morfoclimáticas en Ecuador continental.



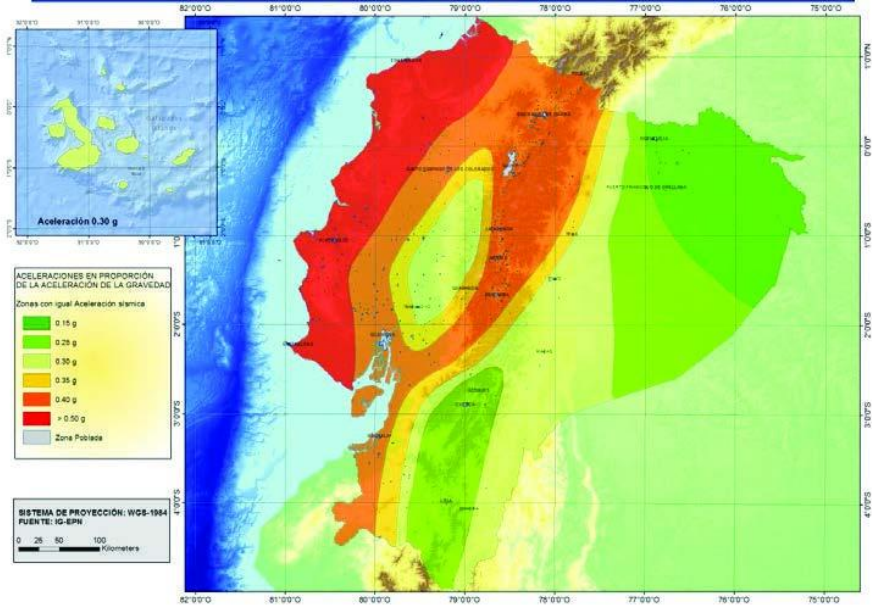
Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
Elaboración: COOP/IRD/OXFAM-GB

6.2. Amenaza sísmica

La amenaza sísmica se produce por el movimiento tectónico, el cual libera una gran cantidad de energía y afecta directamente a las estructuras presentes en el sitio de ocurrencia. [1]

Los sectores: Valle del Upano, Los Vergeles y Naranjal, se encuentra dentro de una zona con un valor de aceleración de suelo $Z=0.3g$, lo que establece un peligro alto [4]. Sin embargo, este riesgo se reduce debido al tipo de suelo que se encuentra en la parroquia, lo que ayuda a disminuir problemas debido a movimiento telúricos.

Grafica Nro. 4: Mapa Sísmico del Ecuador.

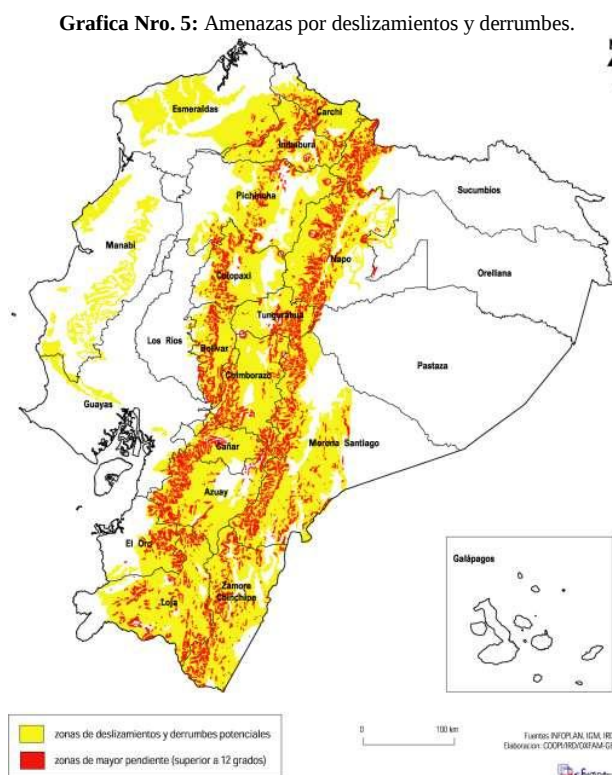


Fuente y Elaboración: INEC 2010

Para el caso de amenazas de tsunami no existe ya que los Barrios Valle del Upano, Los Vergeles y Naranjal no limitada con el Mar.

6.3. Amenazas por deslizamientos

El mapa a continuación muestra las zonas potencialmente sensibles a los deslizamientos y derrumbes. La zona en estudio no presenta peligro por deslizamiento.



Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
Elaboración: COOPI/IRD/OXFAM-GB

La amenaza por deslaves o deslizamientos de material se producen por la caída de rocas o tierra desde una ladera de forma rápida o lenta. Este fenómeno se produce en épocas de lluvia y movimiento sísmico.

La ciudad de Macas, se encuentra dentro de una zona con un mediano riesgo de deslizamiento de taludes, lo que genera un problema para las estructuras a desarrollar. Para la correcta prevención de esta amenaza se requiere colocar materiales impermeables que evitan problemas en la cimentación o en la ladera cercana. Es importante basarse en las especificaciones técnicas del proyecto para prevenir estos inconvenientes.

6.4. Amenazas por erupciones volcánicas

El siguiente mapa indica los volcanes continentales que son potencialmente activos en el Ecuador, todos se concentran en la Sierra Central y Norte y en la parte sub andina oriental (Reventador, Sumaco, Sangay). El peligro mayor son los lahares o las avenidas de lodo que al bajar de los volcanes destruyen vías, viviendas y cultivos a lo largo de su recorrido.

La amenaza por erupciones volcánicas se produce debido a que estas estructuras naturales poseen aberturas que conectan la superficie con el magma emplazado en grandes profundidades de la corteza terrestre. El magma llega a la superficie mediante rocas fundidas y gases durante las erupciones que se producen. Esta amenaza genera alteraciones en las fuentes de agua y la calidad de la misma se reduce debido a contaminantes volcánicos. [1]

La ciudad de Macas se encuentra dentro de una zona propensa a la caída de ceniza volcánica producida por la erupción del volcán Sangay. Sin embargo, este riesgo se reduce debido a un correcto mantenimiento que se deberá realizaren la estructura después de la actividad volcánica, para ello es posible requerir la ayuda de un hidrocleaner en casos extremos, esta maquinaria será implementada por el GAD municipal del cantón Morona.

6.5. Análisis de amenazas

En la parroquia Macas se encuentran principalmente riesgos considerables de deslizamientos y erupciones volcánicas, los cuales afectan la operación y el mantenimiento de las estructuras de la parroquia y dificultan la calidad de vida de los moradores. En el caso puntual de los deslizamientos, estos riesgos complican la atención médica que requieran los habitantes de la parroquia debido a la obstrucción de la vía que conecta Macas con las ciudades principales del Ecuador. Otros riesgos presentes en el sector, pero menos conflictivos son las inundaciones y sismos, para los cuales no se requiere realizar actividades con el fin de solventar los problemas que puedan ocasionar. Para prevenir todos estos desastres naturales, se requiere de un correcto diseño del sistema de alcantarillado, además de una correcta construcción basado todo en las especificaciones técnicas y los planos de diseño; además en ocasiones puntuales es muy necesario realizar un correcto mantenimiento del sistema especialmente cuando se termine la actividad de riesgo. En el caso de riesgo antrópicos, se considera que no generarán problemas en el sistema de alcantarillado debido a la personalidad y estilo de vida de los habitantes que se encuentran en la cabecera parroquial.

6.5.1 Amenazas y Riesgos

Eventos naturales

Riesgo Sísmico: Macas se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, lo que significa que existe un riesgo significativo de terremotos. Estos eventos pueden causar daños graves a la infraestructura del sistema de agua potable, incluyendo la ruptura de tuberías y el colapso de estructuras de almacenamiento de agua. Además, los terremotos pueden causar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua si las tuberías de agua potable se rompen y el agua se mezcla con contaminantes del suelo o de otras fuentes.

Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Tierra: Macas también se encuentra en una región con altos índices de precipitación, lo que aumenta el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra. Estos eventos pueden dañar la infraestructura del sistema de agua potable y del alcantarillado, lo que puede resultar en interrupciones del servicio y en la contaminación del agua.

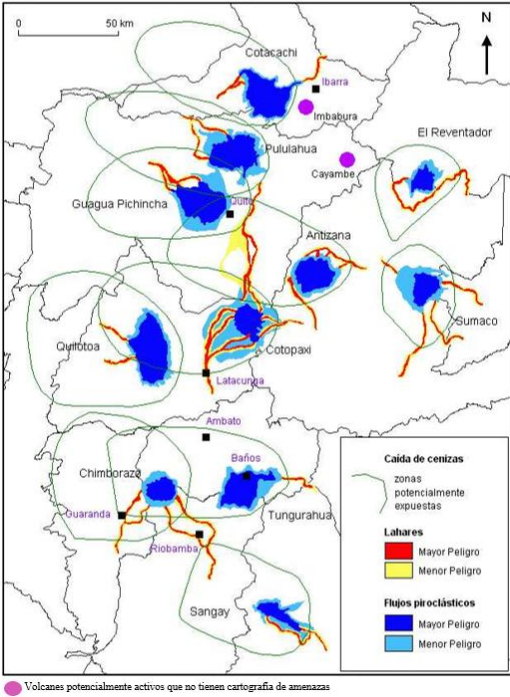
Crecimiento urbano no planificado

El crecimiento urbano no planificado puede generar una sobrecarga en los sistemas de alcantarillado, incrementando el riesgo de colapso, inundaciones y contaminación. La expansión urbana no regulada puede causar conexiones inadecuadas entre las redes de alcantarillado sanitario y pluvial, aumentando el riesgo de contaminación cruzada y afectando la calidad del agua en ríos y otros cuerpos de agua cercanos.

Falta de mantenimiento e infraestructura envejecida

La falta de mantenimiento adecuado y el envejecimiento de la infraestructura del agua potable pueden llevar al deterioro y colapso de tuberías y estructuras, lo que aumenta el riesgo de interrupciones en el servicio y contaminación del medio ambiente.

Grafica Nro. 6: Amenazas volcánicas por lahares de lodo.



Fuente y Elaboración: INFOPLAN según los mapas del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. [5]

7. Grado de afectación de las estructuras

7.1. Componentes del sistema de alcantarillado

El sistema de conducción de agua potable propuesto para las parroquias de San Isidro, Proaño y Macas, Cantón Morona, Provincia De Morona Santiago, se encuentra distribuido a través de un sistema principal de tubería de PVC de diámetro de 315 mm . Las principales estructuras que forman parte de este sistema de agua potable son las siguientes.

- Acometidas domiciliarias: Estas son las conexiones individuales a cada hogar o edificio desde la red principal de agua. Son esenciales para proporcionar el acceso directo al agua potable. Los riesgos asociados pueden incluir fugas, obstrucciones o contaminación si la tubería no está correctamente instalada o mantenida.
- Tuberías de distribución: Estas tuberías llevan el agua desde la planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias. Son el "sistema circulatorio" del sistema de agua potable. Los riesgos incluyen rupturas, fugas, y la posibilidad de contaminación del agua durante el tránsito.
- Cajas de válvulas, de aire y de purga: Estas son instalaciones que permiten el control y mantenimiento del sistema. Las cajas de válvulas permiten el control del flujo de agua, las de aire permiten la liberación de aire atrapado, y las de purga permiten la limpieza y mantenimiento del sistema. Los riesgos incluyen fallos mecánicos y problemas operativos que pueden afectar el suministro de agua.
- Planta de tratamiento: Aquí es donde el agua se purifica y se prepara para su distribución. Los riesgos incluyen fallos en los procesos de tratamiento que pueden llevar a la liberación de agua no potable.
- Captación: Esta es la fuente de agua para el sistema. Los riesgos incluyen la contaminación de la fuente de agua y la disminución de los niveles de agua en períodos de sequía.
- Conducción: Estas son las tuberías que llevan el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento. Los riesgos son similares a los de las tuberías de distribución.
- Tanque de reserva: Este es un almacenamiento de agua para garantizar el suministro constante, incluso durante los períodos de demanda pico o cuando hay interrupciones en la captación o el tratamiento. Los riesgos incluyen la contaminación del agua almacenada y la insuficiencia de la capacidad de almacenamiento durante los períodos de alta demanda o interrupción del suministro.

7.2. Prevención de las amenazas

Las amenazas que pueda sufrir el sistema de agua potable establecido para el **ESTUDIOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MACAS: TRAMO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN ISIDRO- TANQUE DE RESERVA R2 DEL CANTÓN MORONA**, se lo controla mediante la implementación de varias acciones preventivas las cuales disminuirán los problemas suscitados por inundaciones, actividad sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas. Todas estas acciones preventivas se explican en las siguientes tablas.

La amenaza por inundaciones afecta al sistema de agua potable debido a altas precipitaciones las cuales generan crecidas en el nivel de agua, resultando un gran problema para las estructuras como pasos elevados, cajas de válvulas, tuberías , captación y la planta de tratamiento.

Tabla Nro. 1: Acciones preventivas para solventar las amenazas por inundaciones. (Equipo consultor)
Fuente y Elaboración: Equipo consultor

COMPONENTE	AMENAZA POR INUNDACIONES	SI/NO	EXPLICACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA
Acometidas domiciliarias	Inundación de las acometidas	SI	Las inundaciones pueden provocar la contaminación del agua en las acometidas domiciliarias.	Instalar válvulas de retención para prevenir la entrada de agua de inundación en las acometidas domiciliarias.
Tuberías de distribución	Inundación de las tuberías de distribución	SI	Las inundaciones pueden causar daños a las tuberías de distribución, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a las inundaciones para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Cajas de válvulas, de aire y de purga	Inundación de las cajas de válvulas, de aire y de purga	SI	Las inundaciones pueden dañar estas cajas, lo que puede afectar el control y mantenimiento del sistema.	Elevar las cajas o proporcionar protección contra inundaciones. Inspeccionar y mantener regularmente para asegurar su funcionamiento correcto.
Planta de tratamiento	Inundación de la planta de tratamiento	SI	Si la planta de tratamiento de agua se inunda, puede llevar a un fallo en el tratamiento del agua y a la interrupción del suministro.	Elevar la planta de tratamiento o proporcionar barreras de inundación alrededor de la planta. También se pueden instalar bombas de agua para eliminar el agua de la planta en caso de inundación.
Captación	Inundación de la fuente de agua	SI	Una inundación en la fuente de agua puede aumentar el nivel de contaminantes y requerir un tratamiento adicional.	Instalar barreras de inundación alrededor de la fuente de agua para evitar el ingreso de agua contaminada durante una inundación. También puede ser útil tener una fuente de agua alternativa en caso de contaminación grave.
Conducción	Inundación de las tuberías de conducción	SI	Las inundaciones pueden causar daños a las tuberías de conducción, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a las inundaciones para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Tanque de reserva	Inundación del tanque de reserva	SI	Si el tanque de reserva se inunda, puede contaminarse el agua almacenada.	Elevar el tanque de reserva o instalar barreras de inundación alrededor de él. También se pueden instalar bombas de agua para eliminar el agua del tanque en caso de inundación.

La amenaza sísmica afecta al sistema de agua potable debido a los movimientos telúricos y la fuerza que estos generan sobre las estructuras, resultando un gran problema para las tuberías, pasos elevados, captación y la planta de tratamiento.

Tabla Nro. 2: Acciones preventivas para solventar las amenazas sísmicas. (Equipo consultor, 2021)

COMPONENTE	AMENAZA	SI/NO	EXPLICACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA
------------	---------	-------	-------------	-------------------



	SÍSMICA			
Acometidas domiciliarias	Daño a las acometidas por sismos	SI	Los sismos pueden dañar las acometidas domiciliarias, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales flexibles para las acometidas que puedan resistir las vibraciones sísmicas. Implementar un programa regular de inspección y mantenimiento.
Tuberías de distribución	Daño a las tuberías de distribución por sismos	SI	Los sismos pueden causar daños a las tuberías de distribución, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a los sismos para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Cajas de válvulas, de aire y de purga	Daño a las cajas por sismos	SI	Los sismos pueden dañar estas cajas, lo que puede afectar el control y mantenimiento del sistema.	Utilizar materiales resistentes a los sismos para las cajas. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Planta de tratamiento	Daño a la planta de tratamiento por sismos	SI	Si la planta de tratamiento de agua se daña por un sismo, puede llevar a un fallo en el tratamiento del agua y a la interrupción del suministro.	Diseñar y construir la planta de tratamiento para resistir las fuerzas sísmicas. Realizar inspecciones regulares y mantenimiento para asegurar su integridad estructural.
Captación	Desplazamiento de la fuente de agua por sismos	SI	Un sismo puede desplazar o alterar la fuente de agua, lo que puede afectar la cantidad y calidad del agua disponible.	Establecer un sistema de monitoreo para detectar cambios en la fuente de agua. Tener un plan de contingencia para una fuente de agua alternativa en caso de desplazamiento o contaminación de la fuente principal.
Conducción	Daño a las tuberías de conducción por sismos	SI	Los sismos pueden causar daños a las tuberías de conducción, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a los sismos para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Tanque de reserva	Daño al tanque de reserva por sismos	SI	Si el tanque de reserva se daña por un sismo, puede llevar a la pérdida de agua almacenada y a la interrupción del suministro.	Diseñar y construir el tanque de reserva para resistir las fuerzas sísmicas. Realizar inspecciones regulares y mantenimiento para asegurar su integridad estructural.

Fuente y Elaboración: Equipo consultor

La amenaza por deslizamientos afecta al sistema de agua potable debido al movimiento de materiales y taludes que se producen en un sitio específico, resultando un gran problema para los componentes del sistema de agua potable.

Tabla Nro. 3: Acciones preventivas para solventar las amenazas por deslizamientos. (Equipo consultor)

COMPONENTE	AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS	SI/NO	EXPLICACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA
Acometidas domiciliarias	Daño a las acometidas por deslizamientos	SI	Los deslizamientos de tierra pueden dañar las acometidas domiciliarias, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Realizar un estudio de suelos para identificar áreas de alto riesgo y planificar la ubicación de las acometidas en consecuencia.
Tuberías de distribución	Daño a las tuberías de distribución por deslizamientos	SI	Los deslizamientos de tierra pueden dañar las tuberías de distribución, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a los deslizamientos para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Cajas de válvulas, de aire y de purga	Daño a las cajas por deslizamientos	SI	Los deslizamientos de tierra pueden dañar estas cajas, lo que puede afectar el control y mantenimiento del sistema.	Instalar barreras o muros de contención alrededor de las cajas en áreas de alto riesgo.
Planta de tratamiento	Daño a la planta de tratamiento por deslizamientos	SI	Si la planta de tratamiento de agua se daña por un deslizamiento de tierra, puede llevar a un fallo en el	Realizar un estudio de suelos para identificar áreas de alto riesgo y planificar la ubicación de la planta en



			tratamiento del agua y a la interrupción del suministro.	consecuencia. Instalar barreras o muros de contención si es necesario.
Captación	Desplazamiento de la fuente de agua por deslizamientos	SI	Un deslizamiento de tierra puede desplazar o alterar la fuente de agua, lo que puede afectar la cantidad y calidad del agua disponible.	Realizar un estudio de suelos para identificar áreas de alto riesgo y planificar la ubicación de la captación en consecuencia. Instalar barreras o muros de contención si es necesario.
Conducción	Daño a las tuberías de conducción por deslizamientos	SI	Los deslizamientos de tierra pueden causar daños a las tuberías de conducción, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a los deslizamientos para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Tanque de reserva	Daño al tanque de reserva por deslizamientos	SI	Si el tanque de reserva se daña por un deslizamiento de tierra, puede llevar a la pérdida de agua almacenada y a la interrupción del suministro.	Realizar un estudio de suelos para identificar áreas de alto riesgo y planificar la ubicación del tanque en consecuencia. Instalar barreras o muros de contención si es necesario.

Fuente y Elaboración: Equipo consultor

La amenaza por erupciones volcánicas afecta al sistema de alcantarillado debido a la caída de ceniza en las distintas estructuras, resultando un gran problema para los sumideros, pozos, colectores y la planta de tratamiento. Cabe mencionar que para solventar esta amenaza será necesario un mantenimiento de las estructuras posterior a la erupción volcánica de en la zona.

Tabla Nro. 4: Acciones preventivas para solventar las amenazas por erupciones volcánicas. (Equipo consultor)

COMPONENTE	AMENAZA POR ERUPCIONES VOLCÁNICAS	SI/NO	EXPLICACIÓN	ACCIÓN PREVENTIVA
Acometidas domiciliarias	Daño a las acometidas por erupciones volcánicas	SI	Las erupciones volcánicas pueden dañar las acometidas domiciliarias, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a altas temperaturas y a la corrosión para las acometidas. Implementar un programa regular de inspección y mantenimiento.
Tuberías de distribución	Daño a las tuberías de distribución por erupciones volcánicas	SI	Las erupciones volcánicas pueden causar daños a las tuberías de distribución, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	Utilizar materiales resistentes a altas temperaturas y a la corrosión para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Cajas de válvulas, de aire y de purga	Daño a las cajas por erupciones volcánicas	SI	Las erupciones volcánicas pueden dañar estas cajas, lo que puede afectar el control y mantenimiento del sistema.	Utilizar materiales resistentes a altas temperaturas y a la corrosión para las cajas. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Planta de tratamiento	Daño a la planta de tratamiento por erupciones volcánicas	SI	Si la planta de tratamiento de agua se daña por una erupción volcánica, puede llevar a un fallo en el tratamiento del agua y a la interrupción del suministro.	Diseñar y construir la planta de tratamiento con materiales resistentes a altas temperaturas y a la corrosión. Realizar inspecciones regulares y mantenimiento para asegurar su integridad estructural.
Captación	Contaminación de la fuente de agua por erupciones volcánicas	SI	Una erupción volcánica puede contaminar la fuente de agua con cenizas y otros materiales volcánicos, lo que puede afectar la cantidad y calidad del agua disponible.	Establecer un sistema de monitoreo para detectar cambios en la calidad del agua. Tener un plan de contingencia para una fuente de agua alternativa en caso de contaminación de la fuente principal.
Conducción	Daño a las tuberías	SI	Las erupciones volcánicas	Utilizar materiales resistentes a



	de conducción por erupciones volcánicas		pueden causar daños a las tuberías de conducción, lo que podría llevar a fugas y a la interrupción del suministro.	altas temperaturas y a la corrosión para las tuberías. Realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas dañadas.
Tanque de reserva	Daño al tanque de reserva por erupciones volcánicas	SI	Si el tanque de reserva se daña por una erupción volcánica, puede llevar a la pérdida de agua almacenada y a la interrupción del suministro.	Diseñar y construir el tanque de reserva con materiales resistentes a altas temperaturas y a la corrosión. Realizar inspecciones regulares y mantenimiento para asegurar su integridad estructural.

Fuente y Elaboración: Equipo consultor

8. Plan de mitigación

La mitigación de los distintos riesgos sobre el sistema de agua potable en la ciudad de Macas se basa principalmente en el diseño y construcción robusta de la infraestructura, así como en la operación y mantenimiento adecuados. Para ello, se debe tener especial cuidado en las amenazas naturales que puedan surgir durante la etapa de construcción y operación de las estructuras.

El plan de mitigación comprende un documento técnico en el cual se encuentran las distintas medidas destinadas a evitar, mitigar, restaurar o compensar los distintos desastres posibles sobre las estructuras desarrolladas. Para ello, también es importante conseguir una conservación del medio ambiente dentro del área de influencia del proyecto, tomando especial cuidado con los recursos naturales. Dentro de las labores del plan de mitigación para el proyecto, tenemos.

- Diseño y reforzamiento de la infraestructura propuesta.
- Optimizar el transporte y tratamiento de agua potable.

Dentro del plan de operaciones para el sistema de agua potable, se deberá cumplir ciertas acciones que favorezcan el mantenimiento y la prevención de daños en las estructuras. Para lo cual, el GAD municipal del cantón Morona, quienes corresponden a la entidad encargada de realizar la operación y el mantenimiento, deberá establecer decisiones para prevenir problemas más grandes al momento de la ocurrencia de una catástrofe. El plan se basa en realizar las siguientes actividades.

- Plantear hipótesis sobre los daños y problemas generados en las estructuras después de la ocurrencia de la catástrofe.
- Mostrar en qué condiciones se encuentra la capacidad del sistema después de la ocurrencia de catástrofes.
- Analizar las necesidades que requiere la población de la ciudad de Macas. • Establecer de qué manera se adapta la capacidad del sistema y cómo se solventaría las necesidades de la población después de la catástrofe.
- Especificar las prioridades que se deben considerar para solventar de mejor manera el sistema actual. • Generar una programación para la utilización de los recursos necesarios.
- Asignar tareas específicas al personal.

8.1. Consideraciones previas

El GAD municipal del cantón Morona deberá contar con distintas actividades previas que favorecerán en la respuesta brindada ante cualquier catástrofe producida. Entre las principales actividades a realizar, se encuentran los sistemas de comunicación e información, operación y mantenimiento, entrenamiento del personal, dar aviso a las autoridades competentes, cuadro de alerta y procedimiento e instituciones que apoyarán durante la emergencia.

Contar con un sistema de comunicación e información adecuado

- Se debe tener un sistema de información inter - institucional.
- Realizar el registro de la operación y mantenimiento de cada estructura y sus respectivos elementos.
- Contar con un sistema de información de la calidad del agua.
- Tener conocimiento sobre el funcionamiento del sistema.

- Tener la adecuada capacidad de respuesta para atender los efectos producidos por la catástrofe.
- Establecer un comité de emergencia, el cual tenga la competencia de realizar estas actividades.
- Evaluar el sistema de información y alerta.
- Tener coordinación y comunicación con otras empresas e instituciones las cuales ayuden a responder de forma adecuada ante cualquier eventualidad producida por la catástrofe.

Aspectos referentes a la operación y mantenimiento del sistema

- Contar con programas de operación y mantenimiento adecuados ante cualquier eventualidad producida por desastres naturales y/o antrópicos.
- Presencia de personal capacitado respecto a la prevención y atención de desastres.
- Realización y registro de simulacros en la zona.
- Disponibilidad de recursos para solventar los problemas.
- Apoyo logístico de personal, almacenes y transporte.

Contar con un adecuado entrenamiento del personal

Es muy recomendable y beneficioso contar con un programa anual de seguridad del personal. En este programa se deberá elaborar prácticas contra los distintos desastres que se puedan producir con una frecuencia de por lo menos cuatro veces al año. Además de ello, se recomienda realizar un plan anual con la ayuda de la secretaria de riesgos.

Dar aviso a las autoridades competentes

Al momento de la ocurrencia del desastre suscitado, se debe dar aviso inmediato al director de gestión de agua potable y alcantarillado y al director de gestión de medio ambiente, los mismos que deberán coordinar con los jefes de seguridad y brigada para que se desplace el correspondiente personal. Después de la ocurrencia de la catástrofe, se deberá notificar al alcalde del cantón Morona sobre las distintas acciones tomadas y las magnitudes el daño producido, el alcalde a su vez se encargará de notificar a las demás instituciones participantes.

Generar un cuadro de alerta y procedimiento

En el instante de la ocurrencia de una catástrofe, cualquier trabajador deberá notificar al jefe de turno para que se encargue de notificar al director de gestión de agua potable y alcantarillado. Este funcionario deberá activar el plan de contingencias para que se dé inicio a las acciones del equipo de respuesta. Dependiendo de la magnitud de la contingencia producida, se podrá buscar ayuda externa con la activación del plan local. Después de controlar la contingencia producida se deberá realizar y emitir los respectivos informes de lo sucedido.

Instituciones y empresas que servirán de apoyo durante las emergencias

En caso de existir emergencias, se debe tener una correcta coordinación con distintas entidades para solventar los problemas producidos por la emergencia. Entre las distintas entidades se encuentran las siguientes.

- Municipalidad del cantón Morona.
- Centro de salud del cantón Morona.
- Subcentro de salud.
- Policía Nacional del Ecuador
- Cuerpo de Bomberos del cantón Morona.
- Secretaría de Gestión de Riesgos.
- Gobierno Provincial
- Cruz Roja

8.2. Fases de mitigación

Las fases de mitigación para el sistema de agua potable en la ciudad de Macas se dividen en acciones a realizar antes, durante y después de la ocurrencia de un desastre.

Medidas a realizar antes de la ocurrencia del desastre

Debido a que las catástrofes son eventos que ocurren de forma súbita y sin previo aviso, estas no pueden ser detectadas ni en momentos ni en días previos a la ocurrencia. Por tal motivo, se debe generar acciones preventivas que disminuyan la afectación de las estructuras frente a estos eventos, especialmente en zonas con elevado riesgo de catástrofes.

El objetivo principal de las acciones a tomar en cuenta durante las catástrofes se basa principalmente en la reducción o eliminación de los riesgos generados sobre las estructuras, especialmente aquellas que puedan ser vitales durante la ocurrencia del desastre. Para lo cual se puede implementar las siguientes medidas preventivas.

- **Diseño y construcción robusta de la infraestructura:** Las estructuras deben diseñarse para resistir las fuerzas de los desastres naturales más probables en la región. Por ejemplo, el uso de materiales resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas en las tuberías y válvulas puede ayudar a prevenir daños durante una inundación o un terremoto.
- **Inspecciones regulares y mantenimiento preventivo:** Estas inspecciones deben centrarse en identificar y abordar problemas potenciales antes de que se conviertan en problemas mayores. Por ejemplo, las tuberías pueden ser inspeccionadas para detectar signos de desgaste o corrosión, y las válvulas pueden ser revisadas para asegurar que están funcionando correctamente.
- **Capacitación y preparación del personal:** El personal debe estar preparado para responder a una variedad de situaciones de desastre. Esto puede implicar formación en primeros auxilios, procedimientos de emergencia y técnicas de reparación rápida.
- **Planificación de la respuesta a desastres:** Esto puede implicar la creación de planes de respuesta a emergencias detallados que delineen los roles y responsabilidades, los procedimientos de comunicación, y las estrategias para la evacuación, el rescate y la recuperación.
- **Establecimiento de acuerdos de cooperación:** Estos acuerdos pueden ser con otras entidades municipales, empresas de servicios públicos, organizaciones de emergencia y proveedores de suministros de emergencia para asegurar la cooperación y el apoyo mutuo durante un desastre.
- **Desarrollo de sistemas de alerta temprana:** Los sistemas de alerta temprana pueden proporcionar un aviso de un inminente desastre natural, como una inundación o un terremoto, dando tiempo para prepararse y responder.

Medidas a tomar durante y después de la ocurrencia del desastre

En el momento en que se produzca un desastre natural y el personal capacitado tenga conocimiento del mismo, se deberá poner en práctica las distintas medidas de emergencia necesarias para solventar este problema. Para ello, es importante mencionar distintos tiempos de acción durante los desastres.

- **Activación del plan de emergencia:** Tan pronto como se detecte un desastre, el plan de emergencia debe ser activado. Esto puede implicar el cierre de válvulas para prevenir fugas, la movilización de equipos de reparación, y la coordinación con los servicios de emergencia.
- **Evaluación de daños:** Tan pronto como sea seguro hacerlo, se debe llevar a cabo una evaluación de los daños para identificar las áreas más afectadas y las prioridades de reparación.
- **Reparación y restauración de servicios:** Las reparaciones deben comenzar tan pronto como sea seguro hacerlo, con el objetivo de restaurar el servicio de agua potable lo más rápidamente posible.
- **Comunicación con el público:** Durante todo el proceso, se debe mantener una comunicación clara y constante con el público para informarles sobre lo que está sucediendo y qué medidas están tomando.
- **Evaluación de la respuesta:** Después de que la situación se haya estabilizado, se debe llevar a cabo una evaluación de la respuesta al desastre para identificar las lecciones aprendidas y las áreas de mejora.

- Actualización del plan de mitigación: Con base en la evaluación de la respuesta, el plan de mitigación debe ser actualizado para incorporar las lecciones aprendidas y mejorar la preparación para futuros desastres.

9. Conclusiones

La gestión de riesgos es un componente esencial en el diseño, construcción y operación de cualquier sistema de infraestructura, y el sistema de distribución de agua potable de la Ciudad de Macas no es una excepción. El análisis meticuloso y detallado de los riesgos potenciales y las medidas de mitigación asociadas que se han llevado a cabo en este estudio demuestra un compromiso serio con la protección de la infraestructura crítica de la ciudad y con la garantía de un suministro de agua seguro y fiable para todos sus habitantes.

Este estudio ha evaluado una amplia gama de riesgos, desde desastres naturales como inundaciones y terremotos hasta fallos técnicos y mecánicos. Para cada riesgo identificado, se han propuesto medidas de mitigación adecuadas, diseñadas para prevenir o minimizar el impacto de tales eventos. Estas medidas abarcan desde aspectos técnicos, como el uso de materiales de construcción resistentes y la implementación de sistemas de alerta temprana, hasta aspectos organizativos, como la capacitación del personal y la planificación de la respuesta a emergencias.

En la fase de diseño y construcción del sistema, se han tenido en cuenta todos estos riesgos y se han implementado las medidas preventivas correspondientes. Esto ha resultado en un sistema robusto y resistente, capaz de soportar las fuerzas de los desastres naturales más probables en la región y de funcionar de manera eficiente y segura en condiciones normales y de emergencia.

Un aspecto destacado de este estudio es el enfoque en la preparación para emergencias y la respuesta a las mismas. Se ha puesto un énfasis especial en la capacitación y preparación del personal, la comunicación efectiva en situaciones de emergencia, y la cooperación con otras entidades y servicios de emergencia. Además, se han desarrollado planes de respuesta a emergencias detallados que delinear los roles y responsabilidades, los procedimientos de comunicación, y las estrategias para la evacuación, el rescate y la recuperación.

Este enfoque proactivo y detallado de la gestión de riesgos no sólo garantiza la resiliencia del sistema de agua potable de la Ciudad de Macas, sino que también proporciona un modelo a seguir para otros sistemas de infraestructura crítica. Muestra cómo, mediante una evaluación cuidadosa de los riesgos y la implementación de medidas de mitigación efectivas, es posible proteger nuestra infraestructura, asegurar la continuidad de los servicios esenciales, y salvaguardar la salud y el bienestar de nuestras comunidades.

En resumen, este estudio ha logrado su objetivo de proporcionar una gestión de riesgos exhaustiva y detallada para el sistema de agua potable de la Ciudad de Macas. El resultado es un sistema robusto y resistente que está bien preparado para enfrentar cualquier eventualidad, y que está diseñado para proporcionar un suministro de agua seguro y fiable a la comunidad en todas las circunstancias.

Cabe destacar que la gestión de riesgos es un proceso continuo que requiere revisión y actualización regulares para mantener su eficacia. A medida que cambian las condiciones, se adquiere nueva información, y se ganan nuevas perspectivas a través de la experiencia, será necesario revisar y ajustar los planes y medidas de mitigación. Sin embargo, con la base sólida proporcionada por este estudio, el sistema de agua potable de la Ciudad de Macas está bien posicionado para enfrentar los desafíos del futuro.

10. Recomendaciones

Fortalecimiento institucional y coordinación

Establecer una colaboración efectiva entre los diferentes actores involucrados, incluidos los organismos reguladores, las autoridades locales, los operadores del sistema de alcantarillado y la comunidad, para garantizar la toma de decisiones informadas y la implementación adecuada de medidas de prevención y mitigación.

Actualización de normas y regulaciones

Revisar y actualizar las normas y regulaciones locales relacionadas con el diseño, construcción, mantenimiento y operación de los sistemas de alcantarillado, garantizando que estén alineadas con las mejores prácticas y consideren los riesgos específicos de la ciudad de Macas.

Capacitación y desarrollo de capacidades

Ofrecer capacitación y desarrollo de capacidades para el personal técnico y de gestión encargado del mantenimiento y operación de los sistemas de alcantarillado, asegurando que cuenten con las habilidades y conocimientos necesarios para abordar los riesgos y amenazas identificados de manera efectiva.

Implementación de tecnologías de monitoreo y control

Desarrollar e implementar tecnologías de monitoreo y control en tiempo real que permitan detectar y solucionar problemas de forma proactiva, optimizar el rendimiento del sistema y reducir los riesgos asociados.

Campañas de comunicación y educación

Realizar campañas de comunicación y educación dirigidas a la población local para fomentar la conciencia sobre el uso responsable del sistema de alcantarillado, la importancia de la prevención de la disposición de residuos sólidos y grasas en las redes, y la necesidad de reportar problemas o irregularidades a las autoridades pertinentes.

Estudios de riesgo y vulnerabilidad

Realizar estudios de riesgo y vulnerabilidad periódicos para evaluar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación implementadas y ajustar las estrategias en función de los resultados y cambios en las condiciones ambientales o demográficas.

Inversión en infraestructura resiliente

Asegurar la inversión adecuada en infraestructura resiliente y sostenible para el sistema de alcantarillado, priorizando la renovación de áreas críticas y la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, como sistemas de drenaje sostenible y técnicas de gestión de aguas pluviales.

Establecimiento de un fondo de contingencia

Crear un fondo de contingencia para hacer frente a situaciones de emergencia y desastres relacionados con los sistemas de alcantarillado, garantizando la disponibilidad de recursos para la respuesta rápida y efectiva en caso de eventos adversos.

Al implementar estas recomendaciones, la ciudad de Macas podrá mejorar la resiliencia y eficiencia de sus sistemas de alcantarillado, proteger la salud pública y preservar el medio ambiente, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

11. Bibliografía

- [1] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) and Secretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico, Guías técnicas para reducir la vulnerabilidad de sistemas de agua potable y saneamiento ubicados en zonas de desastres naturales.
- [2] Secretaría de Gestión de Riesgos, Plan Estratégico Institucional de la Secretaría de Gestión de Riesgos. .
- [3] GAD DEL CANTÓN MORONA and CONSORCIO: UNL-ECOPAR-CCAAA, ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GAD DEL CANTÓN MORONA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO. 2020.
- [4] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) and Cámara de la Industria de la Comunicación (CAMICON), Norma Ecuatoriana de la Construcción. Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente. 2015.
- [5] Sistema de transmisión de extra alta tensión y sistemas asociados. Consultora en Ingeniería y Ambiente (CONSULSUA) and Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP), “Estudio de impacto ambiental definitivo (EIAD).,” 2013.



Elaborado por:

DIEGO NÚÑEZ
INGENIERO CIVIL