

Serie Mitigación de Desastres

Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable

Galo Plaza N. y Hugo Yépez A., Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

con la colaboración de **Felipe Aguinaga y Heliria Lahiedra, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador**
revisión técnica de **Claudio Osorio y Mario Ballesteros, OPS/OMS**



Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Quito, Ecuador, junio de 1998

Foto de la cubierta: Julio Vizcarra, OPS/OMS

ISBN

© Organización Panamericana de la Salud, 1998

Una publicación del Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre, OPS / OMS.

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la OPS / OMS ni de sus estados miembros.

La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación. Las solicitudes deberán dirigirse al Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre, Organización Panamericana de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA; fax: (202) 775-4578; correo electrónico: disaster@paho.org.

La realización de esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República Federal de Alemania, Grupo de Trabajo Ayuda Humanitaria, la División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHA / CIDA) y la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA / AID).

Contenido

Prefacio	v
----------------	---

PRIMERA PARTE

Introducción	2
Alcance del Manual	3
Estructura del Manual	4

Capítulo 1

Características generales de los sistemas rurales de agua potable, de las amenazas naturales y sus efectos en los sistemas	5
1.1 Sistemas rurales de agua potable	5
1.2 Las amenazas naturales	6
1.3 Efectos de las amenazas naturales en los sistemas	8

SEGUNDA PARTE

Capítulo 2

Análisis de vulnerabilidad para los sistemas rurales de agua potable	16
---	-----------

Capítulo 3

Pasos para realizar el análisis de vulnerabilidad e identificar las medidas de mitigación	18
--	-----------

Paso 1: Identificación de la organización para el abastecimiento de agua potable y de la administración local	18
Paso 2: Identificación de la forma de operación de los sistemas	19
Paso 3: Descripción de la zona, del sistema y de su funcionamiento	19
Paso 4: Identificación y caracterización de las amenazas	20
Paso 5: Identificación de la vulnerabilidad	21
Paso 6: Determinación de las medidas de mitigación	22

Capítulo 4

Lineamientos generales para la ejecución del plan de mitigación	24
--	-----------

TERCERA PARTE

Capítulo 5

Formatos e instrucciones para recopilar la información	28
---	-----------

Introducción	28
--------------------	----

Formato 1	Identificación de la organización institucional y de la administración local	30
Formato 2	Identificación de la forma de operación	34
Formato 3.1	Características de la zona	36
Formato 3.2	Descripción del sistema y sus componentes	38
Formato 4	Identificación y características de las amenazas	42
Formato 5.1	Vulnerabilidad administrativa	44
Formato 5.2	Vulnerabilidad operativa	46
Formato 5.3	Vulnerabilidad física	48
Formato 6.1	Medidas de mitigación: vulnerabilidad física	52
Formato 6.2	Medidas de mitigación: vulnerabilidad operativa	56
Formato 6.3	Medidas de mitigación: vulnerabilidad administrativa	58

Capítulo 6

Ejemplo de aplicación en la comunidad de SanVicente de Poaló	60
---	-----------

Figura 1	Croquis actual de agua potable San Vicente de Poaló	61
Figura 2	Mapa de los peligros volcánicos potenciales asociados con el volcán Cotopaxi, zona sur 1988	62
Figura 3	Cartografía de la amenaza volcánica en la zona del sistema	63
Figura 4	Mapa de intensidades máximas	64

Formato 1	Identificación de la organización institucional y de la administración local	65
Formato 2	Identificación de la forma de operación	66
Formato 3.1	Características de la zona	67
Formato 3.2	Descripción del sistema y sus componentes	68
Formato 4	Identificación y características de las amenazas	69
Formato 5.1	Vulnerabilidad administrativa	70
Formato 5.2	Vulnerabilidad operativa	71
Formato 5.3	Vulnerabilidad física	72
Formato 6.1	Medidas de mitigación: vulnerabilidad física	76
Formato 6.2	Medidas de mitigación: vulnerabilidad operativa	80
Formato 6.3	Medidas de mitigación: vulnerabilidad administrativa	81

6.1 Conclusiones y recomendaciones	82
--	----

Definiciones	83
---------------------------	-----------

Referencias	84
--------------------------	-----------

Prefacio

El presente documento fue realizado dentro del marco de actividades del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN), bajo los auspicios de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y gracias al apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República Federal de Alemania, Grupo de Trabajo Ayuda Humanitaria.

Recoge parte de la experiencia, y de los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto *“Mitigación de Desastres en Sistemas de Agua Potable en Latinoamérica y el Caribe”*, ejecutado por la Organización Panamericana de la Salud, con el apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República Federal de Alemania, Grupo de Trabajo Ayuda Humanitaria. El proyecto ha permitido desarrollar normas y guías para el análisis de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable, y ha promovido el desarrollo de estudios pilotos en varios de los países andinos.

Este libro se basa pues en parte de esa experiencia práctica, y en el análisis de otros documentos preparados con el apoyo de la OPS/OMS. Esperamos que su lectura contribuya a un cambio de actitud, y más aún, a la generación de políticas y puesta en marcha de acciones de mitigación para la reducción del impacto de los desastres.

Un gran número de personas han contribuido a este manual, pero queremos agradecer especialmente la contribución realizada por el personal técnico de la Dirección Provincial de Cotopaxi, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental del Ecuador.

Los editores

PRIMERA PARTE

Introducción

Alrededor del cincuenta por ciento de los habitantes de los países en vías de desarrollo aún viven en el medio rural. Las poblaciones rurales se abastecen de agua a través de sistemas que presentan características físicas propias de cada medio y esquemas de organización, administración y operación diferentes a los de las zonas urbanas.

La construcción de los sistemas rurales de abastecimiento de agua ha representado un gran esfuerzo económico para las débiles economías de la mayoría de estos países y, más aún, para sus habitantes que generalmente pertenecen a las clases más pobres y marginadas. Estos sistemas han mostrado ser vulnerables al impacto de fenómenos naturales como sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, inundaciones y sequías, que se presentan con relativa frecuencia y aún con cierta ciclicidad.

La vulnerabilidad de los sistemas rurales de agua potable puede ser física, organizativa y operativa y depende de las características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo del sistema, capacitación del personal, métodos operativos, esquema administrativo, así como de la forma de organización y de las características de la institución que los agrupa.

Se reconoce que los daños físicos en los sistemas, la desorganización, la suspensión del servicio, las pérdidas económicas y otros impactos producidos por un fenómeno natural catastrófico, constituyen una real amenaza para el desarrollo y la salud de estos segmentos más empobrecidos de la región. Disponer de sistemas de abastecimiento de agua potable seguros frente a las distintas amenazas naturales es una necesidad imperiosa. La experiencia ha demostrado que cuando ocurre un desastre, el acceso al agua potable es totalmente indispensable para garantizar la salud de la población y para facilitar las operaciones de respuesta, recuperación y retorno a la normalidad.



Reconstrucción de sistemas de abastecimiento de agua potable dañados por el terremoto de Cotopaxi - Ecuador. Marzo 1996

Foto: Plaza, 1996

Teniendo en cuenta los estudios existentes sobre el comportamiento de los sistemas rurales de agua potable en casos de desastre, podemos afirmar que en la mayoría de los casos son vulnerables a sufrir daños en un desastre, pero podemos también disminuir el impacto y conseguir la rápida recuperación de los sistemas si tomamos medidas tales como: la incorporación de los conceptos de amenazas naturales en el diseño de los nuevos sistemas, la implementación de medidas sencillas de reforzamiento en los sistemas constructivos, la capacitación del personal y el desarrollo y puesta en práctica de planes de mitigación y de respuesta ante las emergencias.

El análisis de vulnerabilidad es desde el punto de vista de la prevención una de las herramientas más importantes para realizar un manejo adecuado de los efectos que los desastres naturales pueden causar en los sistemas de agua potable. Permite estimar el grado de los daños en los componentes del sistema para poder reforzarlos y evitar esos daños en futuros impactos. Es decir, una vez evaluado el nivel de los daños de cada uno de esos componentes frente a las amenazas naturales propias de la zona, es posible definir las medidas de mitigación que disminuyan la vulnerabilidad y permiten reducir el riesgo.

La determinación de esas medidas correctivas o de mitigación son pues la finalidad del análisis y el objetivo principal de este manual. Las medidas de mitigación abarcan un amplio espectro de actividades que comprenden dos tipos de acciones: las estructurales, tales como el reforzamiento o la reubicación de las instalaciones físicas, y las organizativas funcionales, como capacitación de personal de la organización institucional, de la administración y del operador del sistema, la adopción de nuevos procedimientos administrativos y operativos, la formulación de leyes y reglamentos, etc.

Alcance del Manual

Este manual está dirigido al personal técnico y administrativo encargado de los sistemas rurales de abastecimiento de agua potable, para que mediante su utilización se pueda determinar la vulnerabilidad de dichos sistemas y plantear las medidas de mitigación que permitan reducir el impacto de los fenómenos naturales.

El manual ha sido preparado tomando como base principalmente la *“Guía Para el Análisis de Vulnerabilidad y Determinación de las Medidas de Mitigación para los Sistemas Rurales de Agua Potable en el Área Andina”*, (Escuela Politécnica Nacional - OPS, 1997), que recoge la experiencia del sismo del 28 de Marzo de 1996 ocurrido en Pujilí, Ecuador y su impacto en los sistemas rurales; los lineamientos sobre análisis de vulnerabilidad de sistemas de agua potable encontrados en las *“Guías Para La Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”* (OPS/CEPIS, 1996); la experiencia e información recogida durante las observaciones de varios sistemas rurales de la sierra y costa ecuatoriana; y, la discusión y aporte obtenidos por parte de administradores, técnicos y operadores de los sistemas.

El grado o nivel del análisis de vulnerabilidad escogido como herramienta de diagnóstico para determinar las medidas de mitigación, se fundamenta en la sencillez de la estructura física de los sistemas rurales de abastecimiento de agua potable y en la identificación de sus

características generales; en la disponibilidad de parámetros sencillos para caracterizar las amenazas típicas de la región; y, en el conocimiento de la organización institucional, la administración y la capacidad de operación locales de los sistemas. Esto permite obtener los lineamientos generales para esbozar un plan de mitigación.

Para realizar el análisis es necesario contar con el concurso de técnicos de la organización institucional, de los administradores y operadores locales de los sistemas.

Estructura del Manual

El libro ha sido estructurado en tres partes. En la primera, además de esta introducción, se indican las características generales de los sistemas rurales de agua potable, de las principales amenazas naturales y sus efectos sobre aquellos. La segunda trata el método del análisis de vulnerabilidad y el procedimiento para aplicarlo en los sistemas de agua potable, y la tercera incluye una muestra variada de formatos que pueden ser utilizados para realizar el análisis, con indicaciones claras para rellenarlos, y un ejemplo práctico de aplicación de esta metodología en el caso de un sistema rural de agua potable ubicado en el área andina del Ecuador.



Mientras se encuentre interrumpido el normal suministro de agua, debe asegurarse la entrega de agua segura y en cantidades adecuadas a la población afectada

Capítulo 1

Características generales de los sistemas rurales de agua potable, de las amenazas naturales y sus efectos en los sistemas

1.1 Sistemas rurales de agua potable

Los sistemas rurales de agua potable sirven a poblaciones concentradas o dispersas, pudiendo estar administrados local o regionalmente, en forma autónoma o dependiente de una organización superior. Generalmente, son operados por personal local.

Los sistemas pueden funcionar a gravedad, bombeo o pueden ser mixtos. En un sistema a gravedad el agua circula desde la captación hasta la distribución aprovechando la pendiente natural del terreno. Un sistema por bombeo requiere de equipo electromecánico para el abastecimiento del agua. Un sistema mixto requiere para que el agua circule, tanto de equipo electromecánico como de la pendiente natural del terreno.

Estos sistemas tienen cuatro componentes básicos: captación, conducción, almacenamiento tratamiento y distribución.

- **Captación:** La captación puede ser de vertiente, de río, subterránea o de acueducto, con estructuras de tipo muro, tanque, azud, con pozos, o con derivación de un acueducto principal. Los muros, tanques o azudes están contruidos en hormigón y tienen tamaños variables. Los pozos pueden estar revestidos con tuberías de PVC o acero, con bombas sumergibles u horizontales, alimentadas por un sistema eléctrico regional o por generadores auxiliares. Existen también sistemas de bombeo manual para abastecimiento unifamiliar. Las derivaciones pueden ser de canales abiertos (compuertas) o de tuberías.
- **Conducción:** Consta de tubos de conducción, tanques recolectores, tanques repartidores, tanques rompedores y pasos de quebrada. La longitud de la conducción es variable. Los tubos en general están enterrados, pueden ser de PVC, polietileno, asbesto, cemento o hierro, con diámetros inferiores a 10 pulgadas. Los tanques están contruidos con mampostería de ladrillo u hormigón simple debido a sus pequeñas dimensiones. Los pasos de quebrada pueden tener estructuras sobre las que se asientan los tubos, ser colgantes o subfluviales, con longitudes variables.

- **Almacenamiento - Tratamiento:** El almacenamiento consta de uno o varios tanques de almacenamiento de tamaño variable, de hormigón armado o terrocemento, enterrados, semienterrados, superficiales o elevados con estructura metálica o de hormigón. Las plantas de tratamiento puede tener aireadores, floculadores, sedimentadores y filtros. La desinfección puede ser manual o con dosificador. Este componente está ubicado en un área con cerramiento y puede tener una caseta donde se realiza la desinfección, que generalmente es el único tratamiento. En algunos casos la desinfección se realiza directamente en los pozos de captación.
- **Distribución:** Consta de tubos de distribución, tanques repartidores, pasos de quebrada o río, conexiones domiciliarias con o sin medidores y puede tener sistema electromecánicos de impulsión. Los tubos pueden ser de PVC o polietileno con diámetros menores a 6 pulgadas y las conexiones domiciliarias son con tubería de hierro o polietileno generalmente con diámetro de $1\frac{1}{2}$ pulgada. La longitud de la red de distribución es muy variable.

1.2 Las amenazas naturales

Las amenazas naturales son de tipo geológico o de tipo meteorológico. En la región andina las principales amenazas de tipo geológico son los sismos, las erupciones volcánicas y los deslizamientos y las de tipo climático son las inundaciones y las sequías. En otras regiones deben incluirse, los huracanes, tornados y otros fenómenos climáticos.

Las amenazas pueden estar interrelacionadas y sus efectos magnificados. Por ejemplo, los sismos provocan deslizamientos, los cuales a su vez ocasionan represamiento de ríos e inundaciones progresivas aguas arriba, y la rotura de los represamientos causan inundaciones turbulentas y crecidas aguas abajo.

El impacto de las amenazas naturales sobre los sistemas rurales de agua potable y sus componentes puede ser muy variado y depende fundamentalmente de la magnitud y localización del fenómeno natural y de la vulnerabilidad del sistema y sus componentes, tanto en el aspecto físico como en el operativo, administrativo y organizativo. El impacto de las amenazas es directo en los componentes físicos del sistema e indirecto en los aspectos organizativos, administrativos y en la capacidad de operación.

◆ Sismos o Terremotos

- Evento súbito, no predecible, no controlable ni alterable por el hombre.
 - La gravedad del impacto se relaciona con la magnitud de la energía liberada, la distancia y ubicación del epicentro del terremoto en relación con el elemento expuesto y las condiciones locales del terreno.
 - El tamaño del área afectada está directamente relacionada con la cantidad de energía liberada por el evento e inversamente con la profundidad del sitio de liberación de energía.
-

- El terremoto es capaz de modificar y destruir el entorno físico de la región.
- Un terremoto tiene efectos directos y secundarios. Los efectos directos son aquellos causados por el sacudimiento producido por el paso de la onda sísmica y los secundarios por las deformaciones permanentes del terreno, como: asentamientos diferenciales del suelo, deslizamientos y correntadas de lodo, licuación del suelo, avalanchas, maremotos o tsunamis.

♦ **Erupciones Volcánicas**

- Evento gradual, no controlable ni alterable por el hombre y predecible, se poseen técnicas adecuadas de vigilancia de los volcanes. Súbito si se trata de volcanes no conocidos o no vigilados.
- La gravedad del impacto se relaciona con el volumen del material arrojado, carácter explosivo, duración de la erupción, espesor de los depósitos, radio de cobertura por la caída de los productos aéreos como la ceniza; y con la ubicación de los sistemas y la trayectoria de los flujos en la cercanía del volcán o a distancias considerables, a través de sus drenajes.

♦ **Deslizamientos**

- Evento gradual o súbito, en ocasiones predecible, controlable y alterable. Las fallas súbitas del terreno pueden ocurrir sin advertencia. Las fallas lentas presentan signos precursores que pueden ser reconocidos y vigilados en base a la instrumentación adecuada.
- La gravedad del impacto se relaciona con el volumen del material deslizado, la velocidad y trayectoria de la masa en movimiento, el tamaño de las rocas y el tipo de movimiento, todo esto en función a la ubicación geográfica del sistema.
- Los macrodeslizamientos y los movimientos de terreno desencadenados por sismos o lluvias pueden cambiar localmente la topografía de la zona.
- Los deslizamientos presentan efectos directos causados por la deformación y el impacto de la masa en movimiento y, secundarios, producidos por las inundaciones aguas arriba de un deslizamiento/represamiento y las crecidas ocasionadas aguas abajo después de la rotura del deslizamiento/represamiento.

◆ **Inundaciones**

- Evento gradual o súbito, que puede ser predecible si se cuentan con los medios técnicos adecuados, y controlable si se hacen las obras físicas correspondientes. Puede ocurrir en ríos y en el borde del mar. En la zona costera las inundaciones están relacionadas con los tsunamis y marejadas mientras que tierra adentro con las fuertes lluvias y las llanuras de inundación de los ríos. En zonas de alta pendiente pueden darse crecidas instantáneas de rápido surgimiento y desaparición.
- La gravedad del impacto se relaciona con el área inundada, el calado o altura de la inundación, velocidad del flujo del agua, cantidad de sedimento transportado, la duración y la frecuencia de ocurrencia de inundaciones.
- En caso de tsunamis o marejadas el impacto en la zona costera depende de la altura de las olas que, a su vez, depende de la forma local del fondo marino y del terremoto que lo originó.
- La inundación en llanura cambia el curso del río y deposita sedimentos. La crecida erosiona el cauce y puede provocar deslizamientos nuevos o reactivar antiguos.

◆ **Sequías**

- Evento gradual de inicio lento en período de años, predecible si se cuenta con los medios técnicos adecuados, controlable si se toman las medidas correspondientes en el largo plazo.
- La gravedad del impacto se relaciona con el déficit de lluvias, el nivel de las precipitaciones, el período de sequía, el área de erosión de la superficie del terreno y la extensión de la zona climática desértica.
- La sequía cambia el entorno bioclimático de la región y las condiciones del agua subterránea.

1.3 Efectos de las amenazas naturales en los sistemas

◆ **Sismos o terremotos**

Dos son los parámetros comunmente utilizados para la caracterización del potencial destructor de un sismo en un sitio determinado: la intensidad del sacudimiento y la aceleración sísmica.

La escala de Intensidades describe los efectos o el daño provocado por un sismo en un sitio determinado, tanto en el hombre y en la naturaleza, como en las construcciones. Estos efectos varían de un lugar a otro y dependen en gran medida de la distancia hipocentral y de la respuesta sísmica de los suelos. La Intensidad se la mide generalmente en la Escala de Mercalli Modificada que tiene grados fijos que van del I (no sentido) al XII (destrucción total), o en otras similares. Es común encontrar mapas que sintetizan las máximas intensidades históricas registradas en un país o en una región. Estos mapas deben ser entendidos como las intensidades mínimas esperadas en el área abarcada por el mapa durante un período similar al período histórico.

La aceleración sísmica en un sitio dado, en cambio, se representa como un porcentaje del valor de la aceleración de la gravedad actuando en dirección horizontal o vertical hacia arriba por efecto del paso de la onda sísmica. La aceleración se obtiene en función de las máximas magnitudes sísmicas esperadas en las fallas geológicas circundantes y la atenuación de las ondas sísmicas desde el hipocentro hasta un sitio de interés. Los mapas de peligro sísmico, calculados para una determinada zona, en general representan este peligro en función de una probabilidad de excedencia del nivel de aceleración dibujado en el mapa durante la vida útil del proyecto (ej. 10% de probabilidad que, durante los próximos 50 años la aceleración sísmica en un sitio dado exceda de 200 gals o, lo que es lo mismo, el 20% de la gravedad).

Hay varias fórmulas empíricas que describen la relación entre la intensidad y la aceleración en un sitio dado, por ejemplo Richter (1958), Trifunac (1975) y otros; de tal manera que teniendo el mapa de intensidades o de aceleración, se pueda transformar los valores de acuerdo con los propósitos que se tengan (diseño, aplicación de tablas de daños, etc.).

Los efectos del sismo en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Rotura de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso.
- Modificación de la calidad del agua por deslizamientos en áreas de topografía montañosa.
- Variación (disminución) del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.
- Daños por inundación costa adentro por impacto de tsunamis.

Los efectos observados en los sistemas rurales de agua potable afectados por el sismo del 28 de marzo de 1996, en Pujilí, Ecuador, en la zona de intensidad VII demuestran que los componentes más afectados fueron la captación y la conducción, con pequeños daños en la distribución y ninguno en los tanques de almacenamiento.

Los daños en la captación fueron agrietamiento de muros de hormigón construido con materiales de baja calidad, destrucción parcial por caída de rocas de estructuras localizadas junto a taludes y laderas empinadas, variación de caudal en manantiales y, principalmente, destrucción de estructuras por deslizamiento de terreno en laderas con pendiente mayores a 30°.

Los efectos en la conducción fueron roturas de la tubería de PVC de mala calidad, roturas de tubería en pasos elevados de quebradas o ríos por crecidas y, principalmente, destrucción de tubería por deslizamiento de terreno en laderas de fuerte pendiente. El número de rupturas por kilómetro osciló entre 0.3 y 1.0, con un promedio de 0.65.

Tabla 1. Factores de daños según intensidad sísmica

FACTORES DE DAÑO						
INTENSIDAD ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA	daño en porcentaje	VI	VII	VIII	IX	X
Pozos	%	1.04	4.60	6.66	14.78	23.56
Acueductos	%	0.57	1.05	2.66	4.42	8.80
Estaciones de Bombeo	%	2.35	5.85	11.73	20.74	30.77
Tanques de Almacenamiento	%	1.10	4.10	6.45	10.63	24.11
Plantas de Tratamiento	%	1.09	3.33	6.67	13.38	20.59
Red de Conducción de Agua	roturas/km	0.00	0.69	1.56	5.21	9.13

(Escuela Politécnica Nacional de Ecuador et al, 1994)

Para el caso de sismos, conociendo la intensidad se puede aproximar los valores de daño físico para cada componente del sistema a través del factor de daño. Se propone el uso de algunos valores promedio del factor de daño (ver tabla 1), determinados por la calibración de las matrices de daños para líneas vitales. Otros valores pueden ser encontrados en el ATC (Applied Technology Council)-13. El factor de daño en estos trabajos está definido como la relación entre el costo de los daños producidos por el terremoto dividido por el valor actual de cada componente. Específicamente en el caso de tuberías el factor de daño determina el número de rupturas por kilómetro de conducción.

◆ Erupciones Volcánicas

El potencial destructor de las erupciones volcánicas varía en relación a los cuatro tipos de productos esperados en una erupción volcánica: flujos de lava, flujos piroclásticos o nubes ardientes, flujos de lodos o lahares y caídas de ceniza.

Los dos primeros comprenden corrientes de roca fundida y nubes densas de gas, ceniza y fragmentos de roca respectivamente, que tienen temperaturas de al menos varios cientos de grados centígrados y que viajan restringidos por la topografía, generalmente hasta el pie del

edificio volcánico. En condiciones muy especiales pueden alcanzar distancias mayores. Estos dos productos volcánicos destruyen todo lo que se encuentra a su paso, de tal manera que estructuras y tuberías resultan arrasadas, enterradas o quemadas, siendo la única posibilidad de no verse afectadas si se ubican fuera del camino de los flujos.

Los flujos de lodo o lahares, al contrario de los anteriores, no son calientes, pero tienen un volumen y una movilidad mucho mayor, pudiendo viajar decenas o cientos de kilómetros a velocidades de decenas y hasta de cientos de kilómetros por hora a lo largo de los drenajes que nacen en el volcán. Toda obra que se encuentre a su paso, es decir dentro de los primeros metros por encima del nivel del agua de dichos drenajes en condición normal, podría ser enterrada, destrozada o arrastrada por el flujo. La única protección contra este fenómeno es nuevamente mantenerse fuera de su camino.

Los efectos de las erupciones volcánicas en los sistemas son:

- Destrucción total de los componentes en las áreas de influencia directa de los flujos, generalmente restringidas al cauce de los drenajes que nacen en el volcán.
- Obstrucción de las obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros, por caídas de cenizas.
- Modificación de la calidad del agua en captación de agua superficial y en reservorios por caída de cenizas.
- Contaminación de ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición de los lahares.
- Destrucción de caminos de acceso a los componentes y de las líneas de transmisión de energía eléctrica y de comunicación.
- Incendios.

Las caídas de cenizas cubren de manera uniforme áreas mucho mayores que los productos anteriores al ser éstas transportadas por el aire y no estar condicionadas por la topografía existente. Mientras más lejos está la fuente de emisión, menor es el tamaño de la ceniza y menor el espesor depositado, que puede ser medido en el rango de los milímetros a centímetros. El principal efecto de la caída de cenizas se produce en las plantas de tratamiento y acueductos a cielo abierto, por la contaminación producida por la deposición de este material de características ácidas. Colateralmente hay impactos indirectos como suspensión de energía eléctrica y corte de caminos y comunicaciones.

En mapas de amenaza volcánica se pueden encontrar delineados los límites de las posibles áreas de influencia. Estos mapas generalmente presentan a escala local las zonas potencialmente afectadas por flujos piroclásticos, de lava y por caídas de ceniza, mientras que por la naturaleza del fenómeno los lahares se presentan a escala regional.

Cuando el componente se encuentra dentro de los límites de flujos piroclásticos, de lava y de lahares su destrucción debe ser considerada total y el factor de daño es de 100%. En caso de las caídas piroclásticas el factor de daños depende solamente del volumen de cenizas.

Si el componente se encuentra dentro de los límites de caída de cenizas se debe analizar únicamente la posibilidad de contaminación del agua por la acumulación de sólidos en suspensión en depósitos abiertos (plantas de tratamiento y captaciones superficiales). El impacto a considerar será la suspensión del servicio y el reemplazo de filtros de arena por colmatación en plantas de tratamiento, dependiendo de la duración e intensidad del fenómeno.

Cabe indicar que éste es un fenómeno progresivo, por lo que se podrían tomar medidas de emergencia en función de la información existente en los organismos responsables de controlar la evolución del proceso eruptivo.

◆ **Deslizamientos**

El potencial destructor de los deslizamientos depende principalmente del volumen de la masa en movimiento, de la velocidad del movimiento, del tipo de movimiento y de la disgregación de la masa inestable.

Los tipos de movimientos más comunes son: caída de rocas, deslizamientos de tierra rotacionales o traslacionales, flujos de lodo o escombros, y reptación de laderas, siendo los primeros extremadamente rápidos (movimientos probables mayores a 5 m/s) y de tamaño variado; los segundos pueden ser extremadamente rápidos a extremadamente lentos (velocidades entre 5 m/s a menos de 16 mm/año) profundos o superficiales; los terceros generalmente rápidos a muy rápidos (velocidades entre 1.8 m/hora a 5 m/s) y; los últimos, extremadamente lentos (menos que 16 mm/año) y superficiales.

Los efectos de los deslizamientos en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de todas las obras en especial de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.
- Colateralmente a impactos indirectos como la suspensión del servicio eléctrico, corte de caminos y comunicaciones.

El volumen está relacionado con el espesor y la extensión de la masa inestable. La velocidad que es un aspecto muy difícil de cuantificar, se determina por medio de monitoreo con equipos o de estimaciones relacionadas con los rasgos morfodinámicos y desplazamientos de estructuras (cercas, caminos, etc.). Estos dos parámetros son los más directamente relacionados con el poder destructor de los deslizamientos. La disgregación del material tiene relación con la dinámica del movimiento, el tamaño de las rocas y los bloques de material inestable.

En mapas de fenómenos de inestabilidad de terrenos o de peligrosidad por deslizamiento, a escala local o regional, se muestran los límites del área, la tipología, el espesor promedio o el de varios puntos de la zona inestable y el grado de actividad o peligrosidad relacionados con la

velocidad probable. En algunos casos estos mapas y los geotécnicos contienen los fenómenos de carcavamiento, hundimiento por colapso de cavernas, asentamiento por arcillas expansivas, licuación de terrenos granulares y saturados entre otros. Estos fenómenos y sus características pueden también estar localizados y descritos en informes técnicos elaborados durante el estudio de proyectos específicos. El potencial destructor de estos fenómenos depende de su intensidad y extensión.

Cuando el componente está sobre un deslizamiento activo extremadamente rápido, o en su trayectoria principal, su destrucción puede ser considerada total y el factor de daño es de 100%. Cuando el componente se encuentra sobre o en el camino de un deslizamiento activo con velocidad menor a 1.6 m/año los daños son menores y pueden ser reparados, y el factor de daño es incierto. Cuando el componente se encuentra en la superficie y en el camino de caídas de rocas (velocidad mayor a 5 m/s), los daños son seguros, pero el factor de daño es difícil de precisar. Cuando el componente está sobre o en el camino de movimientos con velocidad menor a 16 mm/año, posiblemente las estructuras no sufrirán daños.

◆ Inundaciones

El impacto de la amenaza por inundaciones podrá ser caracterizado por el área de influencia y los niveles máximos de inundaciones y crecidas. Estos datos se encuentran en mapas de inundaciones de ríos o zonas costeras, a escala local, donde se ubican los límites del área inundable. En los anuarios hidrometereológicos y en los informes técnicos de proyectos especiales (hidroeléctricos, de irrigación, etc.) puede encontrarse información adicional para evaluar el fenómeno.

Los efectos de las inundaciones y crecidas en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio del cauce del río.
- Rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y/o ríos.
- Rotura de tuberías de distribución y conexiones en las áreas costeras debido al embate de marejadas y en áreas vecinas a cauces de agua.
- Contaminación del agua en las cuencas.
- Daño de equipos de bombeo al entrar en contacto con el agua.
- Colateralmente hay impactos indirectos como la suspensión de energía eléctrica, corte de caminos y comunicaciones.

Cuando el componente está en el cauce de un río con crecidas continuas, de fuerte velocidad (>1 m/s) o de larga duración, su destrucción puede ser total (factor de daño puede ser 100%); si está en la llanura de inundación el impacto puede ser parcial por contaminación, erosión, enterramiento o impacto de materiales arrastrados y el factor de daño es incierto.

Cuando se conocen los límites y las características de la inundación para varios períodos de retorno se pueden determinar índices de vulnerabilidad del sistema y sus componentes a través de análisis semicuantitativos como el presentado en el “Manual sobre Preparación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado para Afrontar Situaciones de Emergencia” (OPS, 1990).

◆ Sequías

El impacto de la amenaza por sequías podrá ser caracterizado por el área de influencia, los períodos de sequía y los niveles de precipitación y disminución del nivel del agua subterránea. Esta información se encuentra generalmente en registros hidrometeorológicos, mapas de condiciones hidrogeológicas y en pocos casos en mapas de amenaza. Una información sintetizada puede ser muy difícil tener en este tema.

Períodos de sequía continuos y de larga duración pueden reducir considerablemente el

Los efectos de las sequías en los sistemas son:

- Pérdida o disminución del caudal del agua superficial y/o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Abandono del sistema.

caudal de captación y determinar un factor de daño del sistema del 100% (cambio de sistema). Períodos de sequía cíclicos y de corta duración influyen en la continuidad y cantidad del servicio de manera incierta.



Plaza, 1996

Tubería sin protección, ubicada en el cruce de río

SEGUNDA PARTE

Capítulo 2

Análisis de vulnerabilidad para los sistemas rurales de agua potable

El análisis de vulnerabilidad es el método que permite determinar las debilidades de los componentes de un sistema frente a una amenaza, con un doble objetivo: establecer las medidas de mitigación necesarias para corregir esas debilidades, y proponer las medidas de emergencia para dar una respuesta adecuada cuando el impacto de la amenaza se produce.

El objetivo del análisis de vulnerabilidad y de la identificación de las medidas de mitigación para los *sistemas rurales de agua potable* es tener sistemas sostenibles y seguros frente a las amenazas naturales.

Para conseguir este objetivo es necesario primero conocer las características de los niveles organizativo, administrativo y de operación (características administrativo-funcionales) y las de los componentes físicos (características estructurales); así como aquellas relacionadas con las amenazas naturales de la zona y su impacto potencial. Con esta información se procede a identificar las vulnerabilidades del sistema y las medidas de mitigación.

Las características administrativo/funcionales permiten identificar los diferentes niveles organizativos y administrativos, sus jerarquías, normas vigentes y sus responsabilidades con respecto al buen funcionamiento del sistema. Esto permite delinear las estrategias para establecer las medidas de mitigación y ubicar los recursos disponibles que pudieran ser usados para la implementación de dichas medidas. Este conocimiento de la organización institucional, de la administración y capacidad de operación locales lleva a establecer las vulnerabilidades



El reparar los sistemas dañados puede tomar varios días y hasta meses

administrativo/funcionales, muy importantes de resolver para lograr la sostenibilidad de los sistemas rurales de agua potable.

Las características estructurales identifican los componentes, el funcionamiento físico del sistema y las características de las amenazas, determinan su posible impacto sobre el mismo, estableciéndose una relación directa entre las características estructurales del sistema y las amenazas naturales. Esta relación se visualiza por medio de la sobreposición de las amenazas con respecto a los componentes del sistema y determina la capacidad de resistencia del mismo y por consiguiente, su vulnerabilidad física y su capacidad operativa ante la ocurrencia del fenómeno.

Es necesario conocer las vulnerabilidades administrativo/funcionales en los diferentes niveles, especialmente en aquellos administrativos y operativos, pues son los encargados de garantizar la operación, mantenimiento y administración con un mínimo de ayuda externa.

El esquema organizativo institucional en el cual se involucran los sistemas rurales de abastecimiento de agua potable es el primer nivel donde la vulnerabilidad puede ser identificada. El segundo nivel corresponde a la forma administrativa local de los sistemas, que puede estar relacionada con el esquema organizativo institucional y ser la misma para todos los sistemas de una región, pero diferente entre regiones. El tercer nivel corresponde a la operatividad del sistema que es asumida principalmente por un operador, y tiene estrecha relación con el segundo nivel.

Conociendo la vulnerabilidad del sistema es posible determinar las medidas de mitigación, tanto para los aspectos físicos como para los administrativo/funcionales. Las medidas de mitigación para la vulnerabilidad física tienden a fortalecer el estado actual del sistema y sus componentes, así como a mejorar las condiciones de los mismos frente al impacto de una amenaza determinada. Las medidas de mitigación para la vulnerabilidad administrativa/funcional tienden a mejorar la organización, gestión local, capacidad de operación, para fortalecer el funcionamiento del sistema en condiciones normales o frente al impacto de una amenaza.

El análisis de vulnerabilidad demanda conocer y determinar lo siguiente:

- La organización institucional para el abastecimiento rural de agua potable y la administración local
- La forma de operación de los sistemas rurales.
- Los componentes del sistema y su funcionamiento.
- Las amenazas, sus características e impactos.
- La vulnerabilidad administrativa/funcional y física.
- Las medidas de mitigación para reducir la vulnerabilidad identificadas.

Reconociendo que la ejecución de las medidas de mitigación demandan disponibilidad de recursos humanos, materiales y económicos, es necesario estimar los costos, priorizar su ejecución y visualizar la capacidad de respuesta actual de los sistemas. Los datos así obtenidos sirven para la formulación de un plan de implementación de las medidas de mitigación.

Capítulo 3

Pasos para realizar el análisis de vulnerabilidad e identificar las medidas de mitigación

PASO 1:

Identificación de la organización para el abastecimiento de agua potable y de la administración local

La organización para el abastecimiento de agua puede ser conocida a través de la legislación y normativas vigentes a nivel nacional o regional. Esta información puede ser obtenida en los organismos o instituciones estatales como ministerios y unidades especializadas en el manejo de sistemas de agua, a través de su esquema orgánico - funcional y también en los registros, periódicos oficiales.

El objetivo es identificar la institución nacional, su marco de organización, legislación y normativas vigentes, para conocer sus deberes, atribuciones y responsabilidades con respecto a los sistemas rurales de agua potable, y el nivel en el cual éstos se ejecutan.

La forma de administración podrá ser conocida a través de las normas legales vigentes vinculadas a la organización institucional, o a la unidad administrativa de los sistemas rurales de agua potable, o por consulta directa a los administradores. Las normas especifican el modo de organización local, los deberes, las atribuciones y las responsabilidades para el manejo administrativo del sistema y su operación.

El objetivo es conocer las características más importantes de la administración e identificar las acciones específicas de su competencia.

Del análisis de esta información se deben reconocer principalmente las fortalezas y debilidades de la organización institucional y de la administración local que puedan afectar, desde el punto de vista de los desastres naturales, a los sistemas rurales de agua potable, así como si se cumple con la legislación y normativas vigentes, y si existe la posibilidad de aprovechar el marco de leyes para implementar medidas de mitigación.

Para recolectar esta información debe utilizarse el formato 1 (ver pág. 28). El análisis de la información debe considerarse en la Identificación de la Vulnerabilidad Administrativa formato 5.1.

PASO 2:**Identificación de la forma de operación de los sistemas**

La forma de operación podrá ser conocida por consulta directa a la administración del sistema, a la unidad de operación y mantenimiento, o por observación directa. La misma estará vinculada con el diseño original del sistema y su funcionamiento, el manual de operación y mantenimiento, y las características de la unidad de operación.

El objetivo es conocer la unidad de operación (operador) y su relación con la administración, las acciones específicas de su competencia y su conocimiento del sistema.

Del análisis de la información se deben reconocer las debilidades y fortalezas de la unidad de operación y mantenimiento del sistema para implementar las medidas de mitigación.

Para recoger esta información debe utilizarse el formato 2 (ver pág. 32). Los resultados deben ser considerados en la Identificación de la Vulnerabilidad Operativa, formato 5.2.

PASO 3:**Descripción de la zona, del sistema y su funcionamiento***Descripción de la zona*

Es deseable conocer las características de la zona donde opera el sistema y los servicios con que cuenta, por ejemplo: ubicación, accesibilidad, energía eléctrica y abastecimiento (para sistemas con bombeo y/o mixtos). Esta información es muy útil para plantear e implementar las medidas de mitigación y sus costos. La información debe ser recogida en el formato 3.1 (ver pág. 34).

Descripción física del sistema y su funcionamiento

El sistema y su funcionamiento pueden ser conocidos por observación directa de sus componentes y a través de los planos de diseño y construcción. Para esto se recopilan los planos del sistema. En caso de no existir dichos planos se tiene que describir el sistema por observación directa de sus componentes indicando los datos más relevantes. La descripción se acompaña con un esquema claro que facilite la comprensión de su funcionamiento. Para recoger esta información se utiliza el formato 3.2 (ver pág. 36).

Del análisis de esta información debe determinarse el estado actual de los componentes y del sistema, las debilidades de su funcionamiento físico y la ubicación de los componentes para determinar el impacto de las amenazas.

PASO 4:**Identificación y caracterización de las amenazas**

La identificación y las características de las amenazas pueden ser reconocidas a través de la información existente en diferentes organismos, como Defensa Civil, universidades, entidades de planificación nacional, regional o local, institutos de investigación especializados (servicios sismológicos, vulcanológicos, hidrometeorológicos, geológicos, de electrificación, de riego, etc.), organismos no gubernamentales, organismos internacionales y otros. El nivel de complejidad de la evaluación corresponderá al nivel de los datos disponibles y es recomendable utilizar información de tipo cartográfico que tiene la característica de estar ya simplificada y puede ser usada directamente por técnicos y administradores.

Aunque se pueden hacer estudios específicos de las diferentes amenazas, las inversiones generalmente pequeñas (con respecto a la de los grandes sistemas urbanos) que se hacen en los sistemas rurales de agua potable no justifican la realización de dichos estudios por parte de especialistas en cada fenómeno natural, porque demandan bastante tiempo y costos elevados. La situación ideal es que cada país cuente con la información general referente a los fenómenos naturales que cubra tanto el nivel nacional como el regional, para realizar estudios de este tipo. Si no hay información disponible es útil la observación de campo, la consulta directa a los moradores de la zona y la experiencia propia, para estimar los efectos de algunas de las amenazas (deslizamientos, inundaciones, sequías) sobre los sistemas.

Identificación de las amenazas

El objetivo es identificar las amenazas propias de la zona que pudieran impactar el sistema y sus componentes físicos. En éste análisis debe señalarse la prioridad relativa de la amenaza de acuerdo a la frecuencia y a la magnitud del impacto, si la zona estuviera sujeta a varias amenazas.

Características de la amenaza

El objetivo es identificar los valores que caracterizan la amenaza, por ejemplo, intensidad o aceleración de los sismos, tipo de producto volcánico y su peligrosidad, volumen y actividad o velocidad de los deslizamientos, niveles de inundación y velocidad de crecidas, períodos de sequía y disminuciones de caudales. Deben utilizarse mapas de amenazas y otros documentos.

Esta información se sobrepone a un plano de la zona del sistema a una misma escala, donde se ubican los componentes físicos del mismo, para pronosticar el impacto de las amenazas con la mayor aproximación posible. Por lo tanto se determinan las áreas de impacto y los elementos y/o estructura de los componentes expuestos directamente al impacto de la amenaza y con mayor riesgo. Los componentes deben indicarse preferiblemente en el sentido del flujo

de aguas en el sistema, por ejemplo captación, conducción, almacenamiento -tratamiento, distribución.

Esta información debe ser recogida en el formato 4 (ver pág. 40).

PASO 5:**Identificación de la vulnerabilidad*****I. Vulnerabilidad administrativa/funcional***

Con el fin de tratar de manera integral los problemas que afectan a los aspectos administrativos/funcionales se recomienda analizar los aspectos que tengan relación en la administración de los sistemas (vulnerabilidad administrativa) por separado de aquellos que hagan referencia con los aspectos operativos de los mismos (vulnerabilidad operativa).

Vulnerabilidad administrativa

Los principales factores de vulnerabilidad administrativa tienen relación con el nivel de capacitación en los temas referentes a las amenazas naturales y la capacidad del personal administrativo para desempeñar sus obligaciones; con la disponibilidad de recursos materiales y financieros; y con las debilidades de la organización institucional.

Algunos indicadores de vulnerabilidad administrativa son: falta de capacitación del personal, altos porcentajes de morosidad de los usuarios en el pago de cuotas, saldos contables negativos, ausencia de comunicación con los usuarios, ausencia de fondos de capitalización y de herramientas para la operación del sistema.

En el nivel de la organización institucional, las debilidades son: escasa o nula comunicación entre los niveles organizacionales, ausencia de coordinación, información, incumplimiento de responsabilidades e incertidumbre en las competencias de las acciones.

El objetivo del estudio de la vulnerabilidad administrativa es identificar las debilidades de la organización institucional y de la administración local que impiden contar con una buena gestión para disponer de recursos humanos capacitados, recursos materiales y económicos suficientes, así como de una correcta organización del trabajo para el funcionamiento del sistema en condiciones normales, la implementación de medidas de mitigación y la respuesta oportuna en caso de impacto de un fenómeno natural.

Este análisis se realiza con la ayuda del formato 5.1 (ver pág. 42) y la información recogida en el formato 1.

Vulnerabilidad operativa

Los principales factores de vulnerabilidad operativa tienen relación con la cantidad, calidad y continuidad del agua, las rutinas de operación,

mantenimiento y la capacitación del operador para el cumplimiento de sus funciones.

Algunos indicadores de vulnerabilidad operativa son: poca o ninguna capacitación del operador, mal estado de equipos, herramientas, operación y mantenimiento defectuoso, déficit de cantidad y calidad de agua, ausencia de registros de caudales, del monitoreo de la calidad del agua, tratamientos defectuosos del agua.

El objetivo del estudio de la vulnerabilidad operativa es identificar las debilidades que ocasionan deficiencias en la prestación del servicio en cuanto a cantidad, continuidad y calidad del agua, por rutinas de operación y mantenimiento y por capacidad del personal, durante la operación normal y para la implementación de las medidas de mitigación.

Este análisis se realiza con la ayuda del formato 5.2 (ver pág. 44) y la información del formato 2.

II. Vulnerabilidad física

Los factores de vulnerabilidad física tienen relación con las condiciones desfavorables actuales de los componentes y del sistema en su conjunto, de acuerdo a su ubicación en relación a las amenazas naturales; luego, la vulnerabilidad física puede presentarse por condición y/o por ubicación.

Para identificar las condiciones desfavorables del estado actual se deben inspeccionar los elementos, equipos y accesorios de cada componente y señalar su estado, su conformidad con las normas de diseño, su utilidad dentro del funcionamiento del sistema y su necesidad. Este proceso es el que permite determinar los elementos y componentes deficientes para el funcionamiento normal del sistema.

Para estimar los daños potenciales provocados por los fenómenos naturales, se debe primero identificar las amenazas presentes en la zona donde se ubica el sistema. Si hay más de una amenaza se priorizan para comenzar su análisis, en base a la recurrencia y magnitud de los efectos esperados. Luego se cuantifican los efectos pudiéndose utilizar el parámetro denominado factor de daño o cualquier otro procedimiento disponible, como la utilización de los daños observados por el impacto de amenazas ocurridas en el pasado. Cabe señalar que llegar a valores numéricos de los efectos sólo se justifica cuando el riesgo del sistema es muy alto. Este proceso debe realizarse para cada una de las amenazas consideradas.

El análisis se realiza con la ayuda del formato 5.3 (ver pág. 46) y con la información del formato 4.

PASO 6:

Determinación de las medidas de mitigación

Las medidas de mitigación deben disminuir la vulnerabilidad física, operativa y administrativa para reducir el impacto de los desastres.

Medidas de mitigación: Vulnerabilidad física

Las medidas de mitigación por condición desfavorable consisten en reparar, substituir o adquirir los elementos o equipos. Las medidas de mitigación para los daños estimados consisten en ejecutar medidas físicas que fortalezcan el sistema o/y reubicar un componente en el caso de destrucción total o parcial esperada.

Este análisis se realiza con la ayuda del formato 6.1 (ver pág. 50), y con la información del formato 5.3.

Medidas de mitigación: Vulnerabilidad operativa

Las medidas de mitigación para este aspecto consisten en capacitar al operador si éste no ha recibido el entrenamiento y motivación necesarios o reemplazarlo si éste ha demostrado falta de capacidad; y tomar otras acciones para asegurar la cantidad, continuidad y calidad del agua y un buen mantenimiento y operación del sistema.

Este análisis se realiza con ayuda del formato 6.2 (ver pág. 54), y la información del formato 5.2.

Medidas de mitigación: Vulnerabilidad administrativa

Las medidas de mitigación para este aspecto consisten en capacitar al personal si éste no ha recibido la capacitación y motivación adecuadas o reemplazarlo si éste ha demostrado falta de capacidad para las funciones encomendadas; obtener los recursos materiales y financieros; y mejorar las deficiencias de la organización institucional y local, para poder implementar las medidas de mitigación físicas, operativas y administrativas.

Este análisis se realiza con la ayuda del formato 6.3 (ver pág. 56), y la información del formato 5.1.

Capítulo 4

Lineamientos generales para la elaboración y ejecución de un plan de mitigación

Objetivo

Garantizar el funcionamiento de los sistemas rurales de agua potable con posterioridad de la ocurrencia de un desastre natural.

- Reducir la vulnerabilidad.
- Ejecución de las medidas de mitigación a un costo razonable.
- Garantizar la continuidad del servicio.

1. Formulación de un Equipo Coordinador

Un equipo multidisciplinario de profesionales, idealmente debe estar integrado por ingenieros, administradores y operadores de los sistemas rurales, así como expertos en la amenaza analizada (sismólogos, hidrólogos, volcanólogos, etc.)

Este grupo de expertos será el encargado de que se consideren los siguientes aspectos:

- Componentes físicos
- Componentes administrativos / funcionales

2. Descripción del Sistema de Agua Potable

Se debe analizar el sistema rural de agua potable en su totalidad, ya sea la caracterización de los diferentes componentes físicos que conforman el sistema, así como los aspectos administrativos y de operación del sistema.

3. Estimación de la Amenaza

Una vez determinada(s) la(s) amenaza(s), debe caracterizarse el fenómeno natural a estudiar (velocidad del viento, flujos de lava, magnitud sísmica, etc.), para lo cual se debe recurrir a aquellas instituciones que usualmente desarrollan y recopilan este tipo de información (universidades, institutos científicos, protección civil, etc.)

Debe tomarse en cuenta la decisión de la vida útil de este tipo de sistemas, ya que muchas veces la vida de los sistemas de abastecimiento de agua potable rural tienen una vida “indefinida”, lo cual los hace que durante su tiempo de funcionamiento se vean afectados por uno o más fenómenos naturales de características desastrosas.

4. Evaluación Preliminar de la Vulnerabilidad

Secuencia:

- Calificación y priorización
 - Elección de metodología apropiada
- Valoración de la vulnerabilidad
 - Física
 - Administrativa / funcional

5. Selección de Sistemas a ser analizados

Un criterio de selección, por ejemplo, es escoger aquellos sistemas rurales de agua potable que se encuentren ubicados en zonas de alta ocurrencia de un determinado fenómeno natural, o bien escoger aquellos sistemas que por sus características físicas (materiales, ubicación, disposición) han resultado ser altamente vulnerables en desastres anteriores.

6. Evaluación cuantitativa de los sistemas seleccionados

Para la evaluación de la vulnerabilidad del sistema de agua analizado, utilizando una determinada metodología, la evaluación cuantitativa debe incluir por lo menos las siguientes actividades:

- Recopilación de planos y esquema del sistema de abastecimiento de agua.
- Recopilación de los planos de aquellos componentes del sistema que así lo ameriten.
- Trabajo de campo para recopilación de información.
- Identificación de componentes vulnerables y vulnerabilidades puntuales y general del sistema.
- Identificar las medidas de mitigación a ser implementadas.

7. Priorización para proyectos de inversión

En esta selección pueden intervenir criterios organizativos, políticos, técnicos y financieros. Si no se cuenta con recursos suficientes para intervenir todos los sistemas expuestos a desastres, se deberá desarrollar un programa de mitigación a mediano plazo.

8. Diseño detallado de la intervención y gestión del financiamiento

En esta fase debe elaborarse el proyecto de mitigación en sí mismo, con el fin de contar con sistemas de agua más seguros para la población rural, para lo cual debe considerarse que la se continúe con la operatividad del servicio mientras se ejecuten las obras. El financiamiento idealmente debería venir de recursos nacionales.

9. Ejecución

TERCERA PARTE

Capítulo 5

Formatos e instrucciones para recopilar la información

Introducción

No es posible realizar la evaluación de la vulnerabilidad de un sistema rural de abastecimiento de agua potable sin contar con un conjunto de referencias claras sobre sus características y las de su entorno. Es conveniente además recabar esta información de acuerdo a una metodología práctica ya establecida y probada, que permita después hacer comparaciones y establecer semejanzas o diferencias con otros sistemas. A continuación se presentan un conjunto de formularios que permiten sistematizar la recolección de esta información. Es el camino necesario para poder después establecer, priorizar e implementar las medidas de mitigación respectivas.

Estos formatos fueron diseñados para recabar la información más relevante sobre la vulnerabilidad de los sistemas rurales de agua potable. Vienen acompañados de un instructivo para rellenar cada una de las casillas con los puntos de interés y de un conjunto de comentarios y sugerencias sobre dónde encontrar y cómo manejar la información recopilada.

Con el fin de hacer aún más fácil la comprensión y aplicación de la metodología tratada y el llenado de los formatos, en el capítulo 6 se presentan los resultados de su aplicación práctica en el caso de un sistema rural de agua potable ubicado en el área andina de Ecuador.



Foto: Plaza, 1997

Destrucción de micro cuenca debido a licuación de suelo por el sismo de Pujilí - Ecuador 1996

FORMATO 1

**IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL
Y DE LA ADMINISTRACIÓN LOCAL**

ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL (Primer Nivel)

TIPO: Estatal ☐ Privada ☐ NOMBRE:

ORGANISMO / INSTITUCIÓN SUPERIOR:

LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES:

DEBERES - ATRIBUCIONES - RESPONSABILIDADES.

NIVEL DE EJECUCIÓN

ADMINISTRACIÓN LOCAL (Segundo Nivel)

TIPO: Dependiente ☐ Independiente ☐ NOMBRE:

LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES:

DEBERES - ATRIBUCIONES - RESPONSABILIDADES.

FUENTE DE LA INFORMACIÓN.:

Indicaciones para llenar el Formato 1

PRIMER NIVEL:	Se refiere a la Institución de más alto rango en la organización del abastecimiento de agua potable.
Tipo de Organización:	Marcar con una cruz .
Nombre :	Indique el nombre completo de la Institución.
Organismo o Institución Superior:	Indique el nombre del organismo superior al que pertenece la institución. Así por ejemplo un ministerio. Si la institución es una unidad especializada para el manejo de los sistemas de agua potable, vuelva a escribir el mismo nombre.
Legislación y normas:	Indique los nombres de la legislación y normativas vigentes que rigen el abastecimiento de agua potable y a los sistemas rurales.
Deberes - Atribuciones y Responsabilidades :	Indique los deberes - atribuciones y responsabilidades de la institución y el nivel en el cual éstos se ejecutan (central, regional, local) en base a las leyes, reglamentos o normas vigentes. Así por ejemplo: normar; planificar; diseñar; construir; asesorar técnicamente; promocionar y capacitar; fiscalizar; planificar mitigación; atender desastres y emergencias; prestar ayuda financiera; prestar ayuda material; administrar; operar; supervisar; mantenimiento, etc.
SEGUNDO NIVEL:	Se refiere al organismo directamente encargado de la administración de los sistemas rurales de agua potable.
Tipo de Administración:	Marcar con una cruz si es dependiente o independiente del primer nivel.
Nombre:	Indique el nombre completo del organismo administrativo. Por ejemplo: Junta Administradora de Agua Potable.
Deberes - Atribuciones Responsabilidades:	Indique los deberes - atribuciones y responsabilidades del organismo administrador, en base a las leyes, reglamentos o normas vigentes. Así por ejemplo: construir, normar, operar, buscar asesoría técnica, decidir modificaciones, planificar el mantenimiento, monitorear la calidad del agua, comprar

equipos, comprar materiales, contratar personal, promocionar y capacitar al personal, fijar tarifas, cobrar tarifas, gestionar fondos externos, evaluar el funcionamiento, capitalizar, invertir, presentar informes, planificar mitigación, atender desastres y emergencias, buscar fuentes alternativas de agua, etc. En caso de no existir esta información en los documentos referidos, llene en base al conocimiento personal.

Fuente de la Información : Indique la fuente de información que utilizó para indicar los deberes - atribuciones y responsabilidades. Así por ejemplo: acuerdo ministerial; reglamentos; normas, experiencia personal, etc.

FORMATO 2**IDENTIFICACIÓN DE LA FORMA DE OPERACIÓN**

UNIDAD DE OPERACIÓN (Tercer Nivel).					
Operador	Contratado	Voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	ocasional
1					
2					
3					
4					

OPERADOR	RESPONSABILIDADES

¿El operador utiliza un diseño gráfico actual del sistema? SI ☐ NO ☐

¿Por qué? _____

¿El operador utiliza un manual reglamentario de operación y mantenimiento.?

SI ☐ NO ☐

¿Por qué? _____

¿El operador mantiene un libro de vida del sistema?

SI ☐ NO ☐

¿Por qué? _____

Describe la rutina de operación y mantenimiento actual del sistema.

Indicaciones para llenar el Formato 2

TERCER NIVEL :	Se refiere al personal (operador) directamente encargado de la operación y mantenimiento del sistema.
Unidad de Operación:	Marque con una cruz las características de cada uno de los operadores en el caso de existir más de uno.
Responsabilidades:	Indique las responsabilidades de la unidad de operación, en base a las leyes, reglamentos o normas vigentes. Así por ejemplo: conocer funcionamiento, solicitar capacitación; evaluar e informar; realizar mantenimiento, realizar controles, registros y reparaciones; solicitar asesoramiento, materiales, equipo, personal auxiliar; estar capacitado para desastres, etc.
Preguntas :	Marque con una cruz y escriba en forma resumida el porqué de su respuesta y describa la rutina actual de operación y mantenimiento. El libro de vida indica datos sobre daños, caudales, control de calidad del agua, etc.

FORMATO 3.1**CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA
(CONOCIMIENTOS BÁSICOS)**

Fecha:	
Nombre del Sistema:	
Tipo de Sistema.	Gravedad ☐ Bombeo ☐ Mixto ☐
	Otro:
Tiempo de funcionamiento:	
Ubicación del Sistema.	
Vías de acceso:	
Comunidad (es) servida (s).	
Servicios básicos:	Energía Eléctrica SI ☐ NO ☐
	Teléfono SI ☐ NO ☐
	Transporte SI ☐ NO ☐
	Alcantarillado SI ☐ NO ☐
	Letrinización SI ☐ NO ☐

Indicaciones para llenar el Formato 3.1

- Fecha:** Indique el día, mes y año de recopilación de la información.
- Nombre del sistema:** Indique el nombre completo del sistema evaluado.
- Tipo de sistema:** Marque con una cruz.
- Tiempo de funcionamiento:** Indique los años y meses a partir del inicio de funcionamiento.
- Ubicación del Sistema:** Indique la distancia y dirección aproximada con respecto al centro poblado más importante, el nombre del sector, y de las jurisdicciones territoriales superiores; por ejemplo ubicación: aproximadamente 8 km. al sur de la ciudad de Latacunga, en la parroquia Rumipamba, perteneciente al cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.
- Vías de Acceso:** Indique la vía o vías que permitan acceder desde el centro poblado más importante hasta el sistema y la(s) comunidad(es). Junto al nombre de la vía debe constar la longitud aproximada, la calidad de la vía (asfaltada, empedrada o en tierra), su estado (bueno, regular o malo) y facilidad de tránsito en época de lluvias. Por ejemplo: desde Latacunga, 12 km. de vía asfaltada hasta Salcedo y 3 km. de vía empedrada hasta San Luís (tanque de almacenamiento) y 2 km. de camino en tierra intransitable en época de lluvia hasta San Roque (captación).
- Comunidad(es) servida(s):** Indique la(s) comunidad(es) a las cuales sirve el sistema.
- Servicios básicos:** Marque con una cruz.

FORMATO 3.2
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y SUS COMPONENTES
 (CONOCIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA)

CAPTACIÓN

TIPO	ELEMENTOS	EQUIPOS	ACCESORIOS	DAÑOS PASADOS

CONDUCCIÓN

TUBERIA	TANQUES	ACCESORIOS	PASO DE QUEBRADA / RIOS	DAÑOS PASADOS

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

ELEMENTOS	EQUIPOS	ACCESORIOS	DAÑOS PASADOS

RED DE DISTRIBUCIÓN

TUBERIA	TANQUES	ACCESORIOS	PASOS DE QUEBRADA / RIOS	CONEXION DOMICILIARIA	DAÑOS PASADOS

Indicaciones para llenar el Formato 3.2

CAPTACIÓN

- Tipo:** Indique el tipo o tipos de captaciones existentes en el sistema. Así por ejemplo: vertiente, quebrada / río, subterránea (pozo), acueducto (acequia), etc.
- Elementos:** Indique cada elemento del componente (muro, tanque, galería, azud, pozo, drenes, etc), cantidad, material y el valor del caudal medido, si es posible hacerlo.
- Equipos:** Indique los equipos (bomba, motor, tableros de control con protección térmica y/o guardanivel, generador; medidor de caudales, etc), cantidad, capacidad de trabajo (potencia o caudal) y material constitutivo. En caso de bombas (horizontales y/o verticales) y generadores (gasolina, diesel, etc) indicar el tipo.
- Accesorios:** Indique la cantidad, el tipo (válvulas, uniones, tuberías, filtros, empaques, etc) y características.
- Daños pasados:** Describa el tipo de daño, la fecha de ocurrencia (aproximada) y causa (por fenómenos naturales u otros).

CONDUCCIÓN

- Tubería:** Indique el material de los tubos, el diámetro, la longitud total y la profundidad a que está enterrada la tubería.
- Tanques:** Indique la cantidad y el tipo de tanques existentes (rompepresión, repartidores), material (hormigón simple, armado, ciclópeo, mampostería de ladrillo o bloque, etc), dimensiones y número de salidas de tubería.
- Accesorios:** Indique la cantidad, tipo de accesorio (uniones, válvulas, tubos, flotadores, etc), material y diámetro.
- Paso de Quebrada / Ríos:** Indique la cantidad, el tipo de paso (elevado, superficial, colgante, enterrado, etc), longitud y el material de la estructura y de la tubería.
- Daños pasados:** Describa el tipo de daño, la fecha de ocurrencia (aproximada) y causa (por fenómenos naturales u otros).

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

Elementos:	Indique cantidad, tipo de elementos (tanque de reserva, aireador, floculador, desarenador, sedimentador, filtros, caseta de cloración, cerramiento, etc), capacidad volumétrica y el material. En caso de tanques de almacenamiento indicar si es enterrado, superficial o elevado.
Equipos:	Indique la cantidad, tipo de los equipos (bomba, motor, tableros de control con protección térmica y/o guardanivel, dosificador, clorador, etc), capacidad y el material constitutivo.
Accesorios:	Indique la cantidad, el tipo (uniones, válvulas, tubos, etc) y características.
Daños pasados:	Describa el tipo de daño, la fecha de ocurrencia (aproximada) y causa (por fenómenos naturales u otros).

RED DE DISTRIBUCIÓN

Tubería:	Indique el material de los tubos, el diámetro, la longitud total y la profundidad a que está enterrada la tubería.
Tanques:	Indique la cantidad y el tipo de tanques existentes (rompepresión, repartidores), material (hormigón simple, armado, ciclópeo, mampostería de ladrillo o bloque, etc), dimensiones y número de ramales a que distribuye.
Accesorios:	Indique la cantidad, tipo de accesorio (uniones, válvulas, tubos, flotadores, etc), material y diámetro.
Paso de Quebrada/Ríos:	Indique la cantidad, el tipo de paso (elevado, superficial, colgante, enterrado, etc), longitud y el material de la estructura y de la tubería.
Conexiones Domiciliarias:	Indique la cantidad actual de conexiones domiciliarias, tipo y material, y el número y tipo de medidores.
Daños pasados:	Describa el tipo de daño, la fecha de ocurrencia (aproximada) y causa (por fenómenos naturales u otros).



Foto: Plaza, 1997

La ejecución de estudios de análisis de vulnerabilidad, requiere del trabajo multidisciplinario, tanto en gabinete como en el terreno

FORMATO 4**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AMENAZAS**

TIPO	CARACTERÍSTICAS	PRIORIDAD RELATIVA	AREAS DE IMPACTO
SISMOS			
ERUPCIÓN VOLCÁNICA			
DESLIZAMIENTOS			
INUNDACIONES			
SEQUÍA			
OTROS			

Indicaciones para llenar el Formato 4

Tipo :	Identifique el o los fenómenos que se presentan en la zona del sistema.
Características:	Describa las características del fenómeno. Por ejemplo: Sismo de intensidad VII de origen tectónico continental, localizado a 100 km. de la zona con una frecuencia de ocurrencia de 10 años.
Prioridad relativa:	Indique la prioridad de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia del fenómeno y a la magnitud de su impacto, numerando en orden ascendente.
Áreas de Impacto:	Describa las áreas de impacto del fenómeno con relación al sistema, indicando preferiblemente los componentes potencialmente más afectados en el sentido del flujo de agua en el sistema (captación, conducción, almacenamiento-tratamiento, distribución). Por ejemplo destrucción del muro de captación de vertiente ubicada a media ladera en zona montañosa de fuerte pendiente, destrucción parcial de la conducción de asbesto-cemento ubicada en zona de deslizamientos, etc. Para esto se sobrepone el mapa de amenaza de una región sobre el del sistema a una misma escala, o se realiza un recorrido en el terreno para determinar las situaciones de riesgo.

FORMATO 5.1
VULNERABILIDAD ADMINISTRATIVA
 (DEBILIDADES ORGANIZATIVAS Y ADMINISTRATIVAS)

ORGANIZACION Y ADMINISTRACION:

--	--

RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES:

CANTIDAD	MATERIAL Y CARACTERISTICAS

RECURSOS FINANCIEROS ACTUALES:

TARIFA MENSUAL	INGRESO NETO	EGRESO NETO	CUENTAS POR COBRAR

CUENTAS POR PAGAR	SALDO REAL	FONDO DE CAPITALIZACION

CAPACITACION DEL PERSONAL:

PERSONAL	CURSO DE CAPACITACION	ULTIMO ENTRENAMIENTO

TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES

Indicaciones para llenar el Formato 5.1

- Organización Institucional:** Describir las debilidades y fortalezas institucionales (organización institucional y administración local), principalmente las referidas a responsabilidad, coordinación e información.
- Recursos materiales:** Indique la cantidad, tipo, material y características de los recursos actuales (equipos, accesorios, herramientas, etc).
- Recursos financieros:** Indique los montos señalados en base al último estado financiero de la administración. Los ingresos, egresos netos y el saldo real, se refieren a la cantidad monetaria con la que efectivamente se cuenta. El fondo de capitalización es toda cantidad de dinero que se acumula para utilizarse en reparaciones y ampliaciones del sistema, etc.
- Capacitación del personal:** Indique para el personal administrativo la cantidad y el tipo de cursos de capacitación recibidos, la fecha del último entrenamiento, el tiempo de servicio en la administración y las observaciones que se refieren a la capacidad para cumplir las funciones a su cargo.

FORMATO 5.2

**VULNERABILIDAD OPERATIVA
DEBILIDADES EN LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS:**

CANTIDAD, CONTINUIDAD Y CALIDAD DEL AGUA:

No. USUARIOS	COMPONENTE	CAPACIDAD COMPONENTE	REQUERIMIENTO ACTUAL

DEFICIT (-) SUPERAVIT (+)	CONTINUIDAD (PERIODOS)	CALIDAD AGUA

OPERACION Y MANTENIMIENTO:

RUTINA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL

CAPACITACION DEL PERSONAL:

PERSONAL	CURSO DE CAPACITACION	ULTIMO ENTRENAMIENTO

TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES

Indicaciones para llenar el Formato 5.2

Cantidad, continuidad y calidad del agua:

Indique el número de usuarios, el componente (principalmente captación y almacenamiento) y su capacidad actual de producción (caudal, l/s), el requerimiento actual (caudal, l/s), el déficit o superávit de agua para las condiciones actuales, continuidad del servicio en términos de los períodos de falta de agua y sus causas, así como la calidad del agua con sus deficiencias si las hubieren.

Operación y mantenimiento:

Describa las debilidades de las rutinas actuales de operación y mantenimiento del sistema (ausencia de registro de caudales, desinfección, monitoreo de la calidad del agua, uso del agua para otros fines, etc.), y las correspondientes a las responsabilidades y condiciones del operador.

Capacitación del personal:

Indique para el (los) operador (es), especificando el nombre, la cantidad y el tipo de cursos de capacitación recibidos, la fecha del último entrenamiento, el tiempo de servicio en el sistema, y las observaciones que se refieren a la capacidad para cumplir las funciones a su cargo.

FORMATO 5.3

VULNERABILIDAD FÍSICA
(DEBILIDADES DE LOS COMPONENTES FÍSICOS)

AMENAZA:

PRIORIDAD:

COMPONENTE Elemento/Equipo Expuesto	ESTADO ACTUAL (Condición desfavorable)	DAÑOS ESTIMADOS (Tipo y número)	Factor de Daño %	Valor actual del componente	Costo de los daños
CAPTACION					
CONDUCCION					
ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO					
DISTRIBUCION					

Indicaciones para llenar el Formato 5.3

Amenaza:	Indique la amenaza con su prioridad. En caso de existir más de una amenaza, realice el análisis con cada una de ellas.
Componente:	Indique para cada componente el elemento(s) o equipo(s) potencialmente afectado(s).
Estado Actual:	Describa la condición desfavorable del Componente y sus elementos de acuerdo a su estado actual. Algunas condiciones desfavorables son: - Agrietamiento y mala calidad del material en elementos de hormigón y tuberías. - Desarenadores y sedimentadores inapropiados. - Pozos con desvíos importantes en la verticalidad de la tubería, filtros mal escogidos y colocados, encamisados de diámetro incorrectos, presencia de bentonita en las paredes, colmatación de filtros y derrumbamiento de paredes, ausencia de mantenimiento de pozos, ausencia o mal funcionamiento de protección térmica automática de las bombas sumergibles, ausencia de un regulador de voltaje para protección de las bombas de succión e impulsión, ausencia o mal funcionamiento de generador auxiliar en zonas con períodos largos de falta de energía, inadecuada capacidad de las bombas, falta de mantenimiento de bombas sumergibles (por alto costo se mantienen cuando no alcanzan a producir el caudal requerido), alto porcentaje de quemaduras de bombas sumergibles, mal estado de rulimanes y cojinetes de bombas, mal estado de conexiones eléctricas y de tablero de control, corrosión de tuberías de hierro y desprendimiento de bombas sumergibles. - Abandono de elementos de tratamiento (aireadores y floculadores) por cambio en la calidad del agua (disminución de contenido de hierro). - Falta o mal estado de dosificador, mal estado o ausencia de medidores. - Mal estado de accesorios como válvulas, uniones, acoples y collarines. - Cristalización de tuberías PVC expuestas a la intemperie, taponamiento de tuberías por alto contenido de carbonatos y hierro en el agua, enterramientos importantes de tuberías

por acción humana.

- Corrosión de estructura metálica de tanques elevados, ausencia de limpieza de tanques elevados.
- Ausencia de cerramiento de áreas de almacenamiento - tratamiento y de tapas de seguridad en tanques.
- Filtraciones de agua en elementos y equipos o accesorios, etc.

Daños Estimados:

Describe el tipo y número de daños esperados por el impacto de la amenaza. Algunas debilidades que provocan daños físicos en los sistemas en relación a las diferentes amenazas son:

Por sismo:

- ÷ Prácticamente todos los componentes de un sistema de agua potable pueden sufrir las consecuencias directas del impacto de un sismo. En las cuencas con pendientes pronunciadas y suelos suaves se producen deslizamientos que modifican la calidad del agua y generan avalanchas que destruyen las captaciones superficiales; los acuíferos pueden cambiar significativamente e inclusive pueden perderse totalmente; los ademes de los pozos fallan en cortante; las estructuras de concreto en general sufren en mayor o menor grado agrietamiento y fallas estructurales que las inutilizan; las cajas de válvulas y tanques fallan en las uniones rígidas del concreto con las tuberías; las tuberías rígidas fallan en cortante, y las de juntas flexibles se desacoplan, por citar algunos ejemplos. Por otro lado deben considerarse los efectos indirectos en los sistemas, como las fallas en el suministro de energía, comunicaciones y bloqueos en el sistema vial.
- ÷ El uso de estructuras altas y esbeltas en tanques elevados sin diseño sismorresistente en zonas de altas aceleraciones sísmicas esperadas
- ÷ Cimentación de tanques en suelos granulares y saturados susceptibles de licuación
- ÷ Cimentación muy superficial sin anclajes de estructuras y tuberías en laderas muy inclinadas y con poco suelo de cobertura
- ÷ Captaciones muy superficiales de manantiales
- ÷ Captaciones de ríos en cuencas con deslizamientos, etc.

Por erupciones volcánicas:

- ÷ Componentes ubicados en el camino de flujos piroclásticos, flujos de lava y lahares.
- ÷ Tanques de almacenamiento - tratamiento sin protección en zona de caída de cenizas, etc.

En caso de deslizamientos y erosión:

- ÷ Estructuras y tuberías ubicadas sobre o en el camino de deslizamientos activos con velocidad mayor a 1,6 m/año o huellas de movimientos importantes y recientes
- ÷ Elementos ubicados en el borde superior o en la base de escarpes y taludes, fuertemente inclinados o en contrapendiente, inclusive con pequeñas alturas (3-5 m), conformados por rocas fisuradas o erosionadas.

-
- ÷ Elementos con cimentación muy superficial, ubicados en laderas montañosas con pendientes fuertes y huellas recientes de flujos y/o carcavamiento intenso.
 - ÷ Elementos ubicados sobre suelos con arcillas expansivas y deformaciones superficiales evidentes, o terrenos calcáreos con cavidades subterráneas muy superficiales, etc.

En caso de inundaciones:

- ÷ Componentes ubicados en el cauce del río o en terrazas inundables, al borde de terrazas en la parte cóncava de los meandros, en los niveles más bajos de una gran llanura de inundación, al borde o en el cauce de ríos y quebradas con claras huellas de erosión.
- ÷ Componentes ubicados en la zona de inundación histórica de marejadas altas.
- ÷ Captaciones en ríos o pasos de tubería en quebradas, sin protección, en zona montañosa de fuertes lluvias, etc.

En caso de sequía:

- ÷ Pozos sin protector térmico automático, etc.

Factor de Daño (%):

Indique el factor de daño en los casos posibles. Por ejemplo: el mapa de intensidad sísmica de una región se superpone al de un sistema de abastecimiento de agua, determinando que la intensidad sísmica en la zona donde se ubica el sistema es VII, por lo tanto el factor de daño de un elemento del sistema es 4.60%. Si no es posible, estime los efectos y su valor monetario.

**Valor actual
del componente:**

Estime el valor aproximado según los costos actuales.

Costo de daños:

Indique el monto multiplicando el factor de daño por el valor actual del componente. Por ejemplo si el valor actual de un pozo es US\$ 1000 (mil dólares) y el factor de daño es 4.60%, el costo de los daños producidos será $0.46 \times 1000 = \text{US\$ } 460$ (cuatro cientos sesenta dólares).

FORMATO 6.1**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD FÍSICA**

AMENAZA:

PRIORIDAD:

COMPONENTE (Elemento/ Equipo)	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
----------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------	---------------------------

CAPTACION

--	--	--	--	--

CONDUCCION

--	--	--	--	--

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

--	--	--	--	--

RED DE DISTRIBUCION

--	--	--	--	--

SUBTOTAL:

Indicaciones para llenar el Formato 6.1

Amenaza:	Indique la amenaza con su prioridad. En caso de existir más de una amenaza, realice el análisis para cada una de ellas.
Componente:	Indique el elemento / equipo potencialmente afectado de cada componente.
Prioridad de atención:	Indique la prioridad de atención: (1) esencial; (2) necesario pero no esencial para el funcionamiento del sistema.
Medida de mitigación:	Describa la medida de mitigación considerando la condición desfavorable del estado actual y los daños estimados por el impacto de la amenaza. Algunas de las medidas de mitigación generales que pueden ser consideradas para reducir la vulnerabilidad por las condiciones desfavorables del estado actual son:

- ÷ Reemplazar el elemento, equipo o accesorio si su estado de conservación es malo vigilarlo periódicamente si su estado es regular, p.e. bombas electromecánicas, generadores auxiliares, válvulas.
- ÷ Reparar los elementos, equipos y accesorios con mal funcionamiento, p.e. tablero de control, guarda nivel.
- ÷ Reemplazar los elementos, equipos y accesorios no adecuados o sin funcionamiento, p.e. medidores, uniones.
- ÷ Adquirir y colocar los elementos, equipos y accesorios faltantes, p.e. generadores auxiliares en zonas de prolongados y continuos períodos de falta de energía eléctrica, protección térmica automática en pozos.
- ÷ Retirar los elementos, equipos y accesorios innecesarios, etc.

Algunas medidas de mitigación generales que pueden ser consideradas para reducir la vulnerabilidad por el impacto de las amenazas son:

- ÷ Deslizamiento activo con huellas importantes y recientes de movimiento: Reubicar si es posible o implementar zanjas drenantes en la zona inestable, construir pequeños muros de sostenimiento para las estructuras o pequeños anclajes de las tuberías. Cambiar los elementos rígidos y colocar tubería flexible en trazado sinusoidal. Enterrar en roca firme la tubería en caso de laderas muy inclinadas con poco suelo de cobertura. Forestar y mantener la cobertura vegetal del sitio o de la cuenca. Retirarse del borde y pie de talud muy inclinado.

- ÷ Caída de rocas: protección del sitio con barreras de árboles, enterramiento de los elementos, muros de protección y desvío de la trayectoria.
- ÷ Carcavamiento: protección del sitio con control del drenaje superficial por medio de zanjas, relleno de los huecos y compactación del material, restitución de la cobertura vegetal.
- ÷ Inundaciones/crecidas continuas y/o periódicas: Reubicar si es posible o implementar protección con muros, construir pasos subfluviales de tuberías y desarenadores apropiados, instalar desconexión automática de bombas horizontales, forestar y mantener la cobertura vegetal de la cuenca, elevar el nivel topográfico con rellenos.
- ÷ Volcán activo muy cercano peligroso: Reubicar si es posible o implementar protección como cobertura permanente de tanques de almacenamiento y tratamiento, desarenadores, construir muros de protección y pasos subfluviales de tuberías.
- ÷ Sismos de magnitud importante: Reforzamiento estructural de los elementos, protección del sitio contra deslizamientos, caída de rocas y crecidas, cambio de los elementos agrietados o contruidos con material de mala calidad y de los elementos o accesorios rígidos, especialmente en pasos elevados de gran anchura.

Costo: Indicar el costo estimado de cada una de las medidas de mitigación.

Capacidad de respuesta: Indicar la capacidad actual de respuesta para implementar las medidas de mitigación.

Subtotal: Suma de los costos.



Foto: Plaza, 1997

La evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable requiere del análisis de cada uno de sus componentes frente a las amenazas a las que se encuentran expuestos.

FORMATO 6.2

MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD OPERATIVA

[illegible]

Indicaciones para llenar el Formato 6.2

- Areas:** Indique las áreas donde se proponen las medidas de mitigación (cantidad, continuidad, calidad del agua; de operación y mantenimiento; capacitación del personal).
- Prioridad de atención:** Indique la prioridad de atención: (1) esencial; (2) necesario pero no esencial para el funcionamiento del sistema.
- Medida de mitigación:** Describa la medida de mitigación para la vulnerabilidad operativa en cada una de las áreas. Algunas medidas de mitigación generales que pueden ser consideradas para disminuir la vulnerabilidad operativa son:
- ÷ Medir y registrar el caudal producido. Si éste no es suficiente y tiene períodos grandes de falta de agua, informar a la administración o/y buscar otras fuentes adicionales de captación.
 - ÷ Si determina caudal faltante entre los componentes, localizar las filtraciones y repararlas.
 - ÷ Verificar si el agua se usa para riego u otros fines, identificar a los usuarios y comunicar a la administración.
 - ÷ Realizar la desinfección o el tratamiento y el mantenimiento, de acuerdo a las normas de operación y mantenimiento.
 - ÷ Revisar y registrar periódicamente el estado de conservación y funcionamiento de los elementos y equipos e informar a la administración.
 - ÷ Solicitar o mantener en buen estado las herramientas de trabajo y materiales para el funcionamiento del sistema.
 - ÷ Solicitar periódicamente ensayos de calidad del agua, con recomendaciones claras y precisas en caso de resultados desfavorables.
 - ÷ Conocer y registrar las especificaciones técnicas para el buen funcionamiento de equipos, principalmente eléctricos y mecánicos, etc.
- Costo:** Indicar el costo estimado de cada una de las medidas de mitigación.
- Capacidad de respuesta:** Indicar la capacidad actual de respuesta para implementar las medidas de mitigación.
- Subtotal:** Suma de los costos.
-

FORMATO 6.3

MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD ADMINISTRATIVA

[illegible]

Indicaciones para llenar el Formato 6.3

Areas:	Indique las áreas donde se proponen las medidas de mitigación (organización institucional, recursos materiales disponibles, recursos financieros actuales, capacitación del personal).
Prioridad de atención:	Indique la prioridad de atención: (1) esencial; (2) necesario pero no esencial para el funcionamiento del sistema.
Medida de mitigación:	Describa la medida de mitigación para la vulnerabilidad administrativa en cada una de las áreas. Algunas medidas de mitigación generales que pueden ser consideradas para reducir la vulnerabilidad administrativa son: ÷ Conformar un organismo administrativo local si no lo hay y capacitar a sus componentes en el manejo administrativo y la autogestión de los sistemas rurales. ÷ Capacitar al operador para el cumplimiento de sus funciones de acuerdo a las normas de operación y mantenimiento de los sistemas rurales. ÷ Capacitar al personal para el reconocimiento de la vulnerabilidad del sistema y la determinación de las medidas de mitigación. ÷ Implementar un sitio en la comunidad para bodega de herramientas y materiales. ÷ Obtener saldos contables positivos y recursos económicos por financiamiento interno vía tarifas, o externo. ÷ Presupuestar y adquirir las herramientas y materiales necesarios para la operación y mantenimiento normal del sistema. ÷ Reducir el monto de morosidad. ÷ Implementar un fondo de capitalización. ÷ Concientizar a los usuarios sobre la vulnerabilidad de los sistemas. ÷ Presupuestar y financiar las medidas de mitigación a través del fondo de capitalización y/o ayuda externa ÷ Elaborar un plan de ejecución de las medidas de mitigación. ÷ Realizar reuniones periódicas del organismo administrador y de éste con los usuarios para la implementación del plan. ÷ Evaluar el funcionamiento del sistema y las labores del operador. ÷ Identificar claramente las responsabilidades de los niveles de organización, administración y operación, definir los mecanismos de coordinación e información, etc.
Costo:	Indicar el costo estimado de cada una de las medidas de mitigación.
Capacidad de respuesta:	Indicar la capacidad actual de respuesta para implementar las medidas de mitigación.
Subtotal:	Suma de los costos.

Capítulo 6

Ejemplo de aplicación en la comunidad de San Vicente de Poaló

Introducción

El ejercicio fue realizado en el sistema rural de abastecimiento de agua potable de la comunidad de San Vicente de Poaló, ubicado en la zona plana del Valle Interandino de la Sierra Ecuatoriana. Este sistema sirve aproximadamente a 600 personas dedicadas principalmente a la agricultura.

En el ejercicio intervinieron dos miembros de la Dirección Provincial de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA) (un ingeniero y un promotor) y los Miembros de la Junta Administradora de Agua Potable (JAAP) (presidente, secretario, tesorero y usuarios). Varios documentos legales y técnicos de consulta fueron proporcionados al grupo, por no existir éstos en las dependencias de la SSA. Los documentos legales fueron: leyes, normas y reglamentos; los técnicos fueron: un mapa de amenaza de los peligros volcánicos del volcán Cotopaxi, escala 1:50.000; un mapa de intensidades máximas, provincias de Cotopaxi y Tungurahua, escala pequeña (figura 4); un mapa geológico de la zona, escala 1:100.000 y mapas topográficos, escala 1: 25.000 y 1:50.000.

El ejercicio demandó trabajo en las oficinas de la JAA, ubicadas en la comunidad, así como un recorrido en vehículo por los componentes del sistema, tomando aproximadamente 18 horas laborables en dos jornadas.



Los materiales utilizados en los sistemas deben seleccionarse considerando las amenazas a las que se encuentran expuestas. (daño en muro de una obra de captación por derrumbe del terreno)

Foto: Plaza, 1996

**Fig. 1 - CROQUIS ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE SAN VICENTE DE POALO**

Subsecretaría de Saneamiento Ambiental. COTOPAXI
97 - 09 - 03

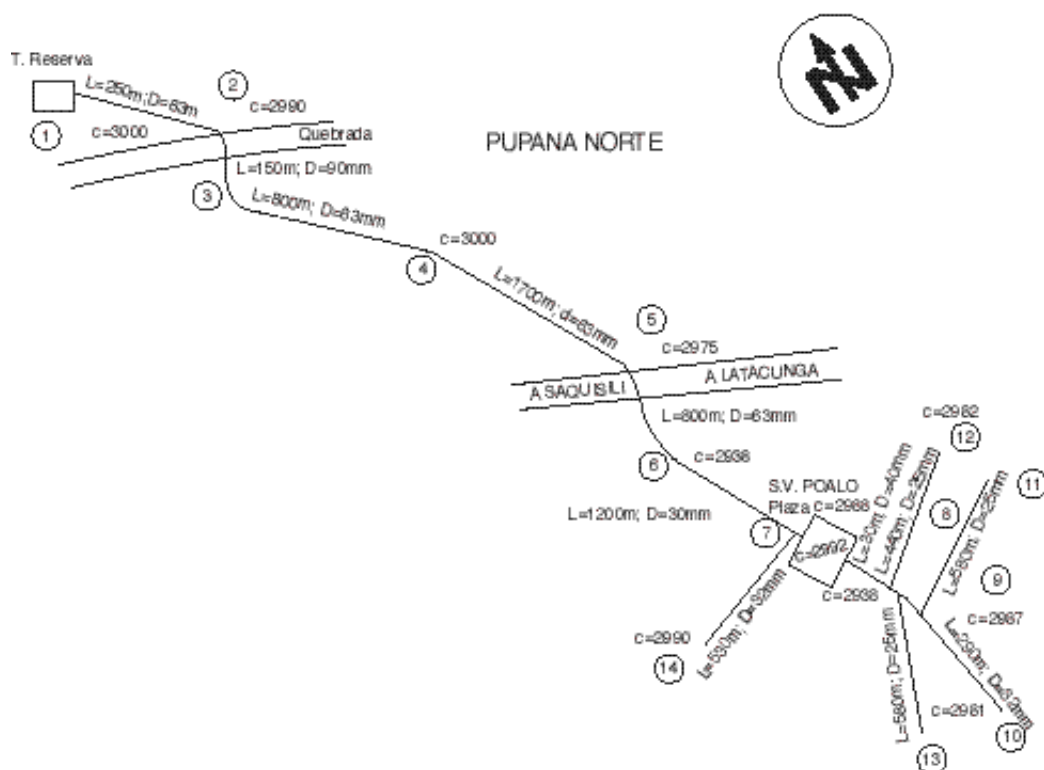


Fig. 2 - MAPA DE LOS PELIGROS VOLCANICOS POTENCIALES ASOCIADOS CON EL VOLCAN COTOPAXI, ZONA SUR. 1988. (Instituto Geofísico de Ecuador)

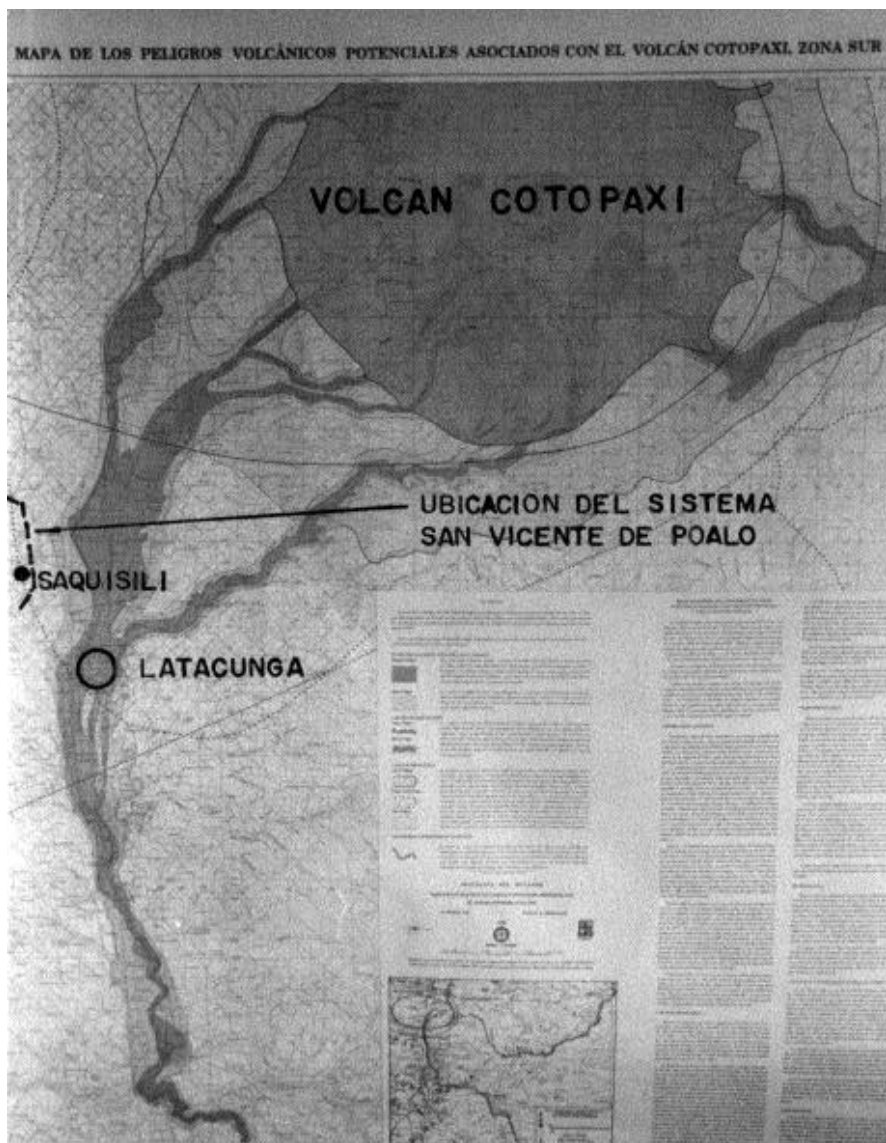


Fig. 3 - CARTOGRAFIA DE LA AMENAZA VOLCANICA EN LA ZONA DEL SISTEMA

(Tomado de: Mapa de Peligros Volcánicos Potenciales Asociados con el Volcán Cotopaxi, Zona Sur. Escala 1:50.000, 1988.

Este mapa no cubre todo el sistema. (Instituto Geofísico de Ecuador)

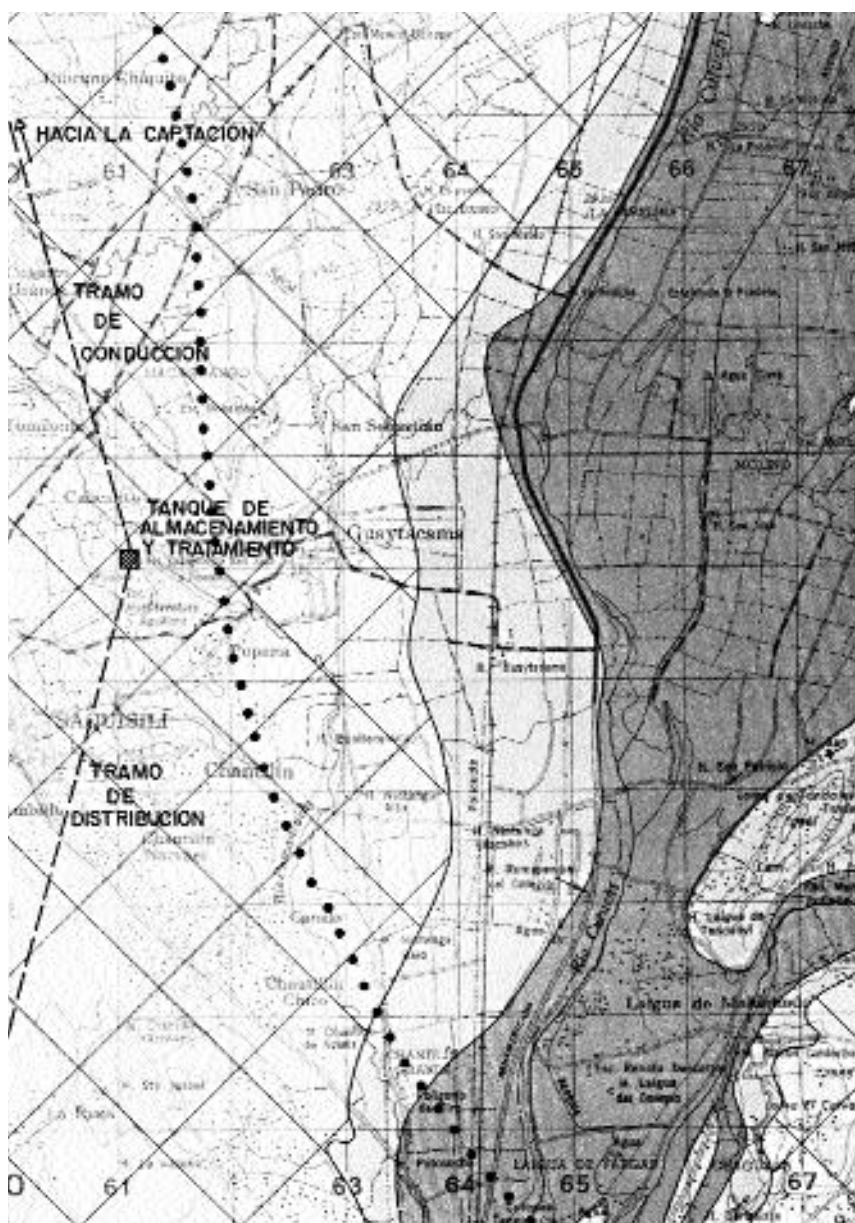
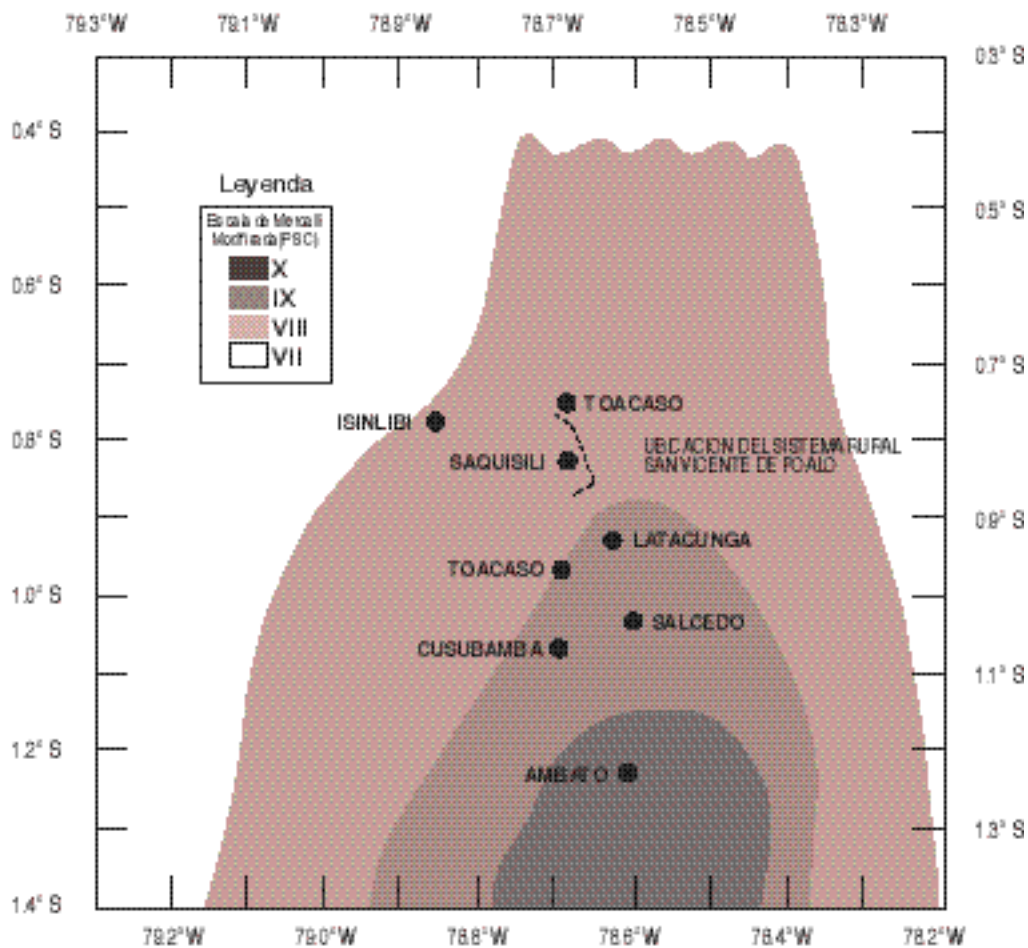


Fig. 4 - MAPA DE INTENSIDADES MAXIMAS
PROVINCIAS DE COTOPAXI Y TUNGURAHUA (1996)



Fuente: Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
 Preparado por: Yepes H.
 Santacruz R.
 Egred J.
 Elaborado por: Santacruz R.

FORMATO 1

IDENTIFICACION DE LA ORGANIZACION INSTITUCIONAL Y DE LA ADMINISTRACION LOCAL

ORGANIZACION INSTITUCIONAL (Primer Nivel)

TIPO: Estatal ☒ Privada ☐ NOMBRE: *Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA)*

ORGANISMO / INSTITUCION SUPERIOR:

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)

LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES:

1. *Reglamento Orgánico Funcional 005 del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.*
2. *Ley y Reglamento de Juntas de Administración de Agua Potable, 1996.*
3. *Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición Excretas y Residuos Líquidos, 1995.*

DEBERES - ATRIBUCIONES - RESPONSABILIDADES.

- | | |
|---------------|---------------------------|
| - Planificar | - Supervisar |
| - Normar | - Evaluar – Controlar |
| - Promocionar | - Prevención de desastres |
| - Monitoriar | - Construir |

NIVEL DE EJECUCION

Central SSA	Central y
Central SSA	Regional
Central y	Central SSA
Regional	Central SSA
Central SSA	Regional

ADMINISTRACION LOCAL (Segundo Nivel)

TIPO: Dependiente ☒ Independiente ☐ NOMBRE: *Junta Administradora de Agua Potable (JAAP) de San Vicente de Poaló*

LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES:

1. *Ley y Reglamento de Juntas Administradoras de Agua Potable, 1996*
2. *Reglamento Interno de JAAP, 1997*

DEBERES - ATRIBUCIONES - RESPONSABILIDADES.

- | | |
|---|--|
| - Administrar y operar el sistema | - Cobrar tarifas |
| - Cumplir y hacer cumplir las Leyes y Reglamentos | - Gestionar fondos exteriores e interiores |
| - Buscar asesoría técnica | - Capitalizar e invertir |
| - Contratar personal (operador) | - Informar a la comunidad |
| - Comprar materiales | - Buscar fuentes alternas de agua |

FUENTE DE LA INFORMACIÓN:

FORMATO 2**IDENTIFICACIÓN DE LA FORMA DE OPERACIÓN****UNIDAD DE OPERACIÓN (Tercer Nivel).**

Operador	Contratado	Voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	ocasional
1		X		X	
2					
3					
4					

OPERADOR**RESPONSABILIDADES***Usuarios*

La Junta Administradora de Agua Potable, decidió realizar las actividades de O y M, haciendo participar a todos los usuarios en forma rotativa, con las siguientes responsabilidades:

- *Recorrido y observación de los componentes del Sistema y su funcionamiento*
- *Reparaciones*
- *Cloración*
- *Lectura de medidores.*

¿El operador utiliza un diseño gráfico actual del sistema?

SI ☐NO ☒

¿Por qué? Se argumenta que lo conocen bien porque los usuarios construyeron el sistema. La SSA regional tiene un croquis parcial del sistema.

¿El operador utiliza un manual reglamentario de operación y mantenimiento.?

SI ☐NO ☒

¿Por qué? Desconocimiento y falta de interés. La SSA regional entregó uno a la JAAP anterior.

¿El operador mantiene un libro de vida del sistema?

SI ☐NO ☒

¿Por qué? La JAAP desconoce el contenido y utilidad de este documento.

Describe la rutina de operación y mantenimiento actual del sistema.

- *Recorrido diario por los diferentes componentes*
- *Cloración cada 48 horas, sin control*
- *Limpieza de tanques cada mes*
- *Reparación de daños menores (cambio de tramos pequeños de tubería PVC)*

FORMATO 3.1**CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA**
(CONOCIMIENTOS BÁSICOS)

Fecha:	<i>11 – Diciembre - 97</i>		
Nombre del Sistema:	<i>San Vicente de Poaló</i>		
Tipo de Sistema:	Gravedad ☐	Bombeo ☐	Mixto ☐
Tiempo de funcionamiento:	<i>9 años</i>		
Ubicación del Sistema:	<i>La JAAP está en San Vicente de Poaló, ubicado a 2 km al sur de la ciudad de Saquisilí, en la Provincia de Cotopaxi.</i>		
Vías de acceso:	<i>13 km. desde Latacunga a Saquisilí por vía asfaltada y luego 2 km. Saquisilí - San Vicente de Poaló por vía de tierra transitable permanentemente. Hasta la captación 13.5 km. por vía transitable permanentemente.</i>		
Comunidad (es) servida (s):	<i>San Vicente de Poaló. Comunidad dedicada a labores.</i>		
Servicios básicos:	Energía Eléctrica	SI ☒	NO ☐
	Teléfono	SI ☐	NO ☒
	Transporte	SI ☒	NO ☐
	Alcantarillado	SI ☐	NO ☒
	Letrinización	SI ☒	NO ☐

FORMATO 3.2
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y SUS COMPONENTES
(CONOCIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA)

CAPTACIÓN

TIPO	ELEMENTOS	EQUIPOS	ACCESORIOS	DAÑOS PASADOS
<i>Vertiente</i>	<i>1 Cajón recolector de hormigón simple, 1.5 l/s</i>	<i>Ninguno</i>	<i>Válvulas compuertas</i>	<i>Pérdida momentánea del caudal por dos meses a causa del sismo del 28 de marzo/96</i>

CONDUCCIÓN

TUBERIA	TANQUES	ACCESORIOS	PASO DE QUEBRADA / RIOS	DAÑOS PASADOS
<i>PVC-P Δ 50mm, L = 4500Mt, Profundidad = 1.0 m</i>	<i>2 Rompe presión H simple, 2x1.0 (m), 1.0 salida</i>	<i>4 válvulas comp. Δ 1 1/2" 2 universales Δ 1 1/2" 12 tramos HG Δ 1 1/2" 2 codos HG x 90' Δ 1 1/2"</i>	<i>1 paso elevado en la carretera L= 20 m.. PVC-P Δ 50 mm, con dos anclajes. H. Ciclópeo</i>	<i>Rotura de tubería por apertura en la carretera hace un año</i>

ALMACENAMIENTO -TRATAMIENTO

ELEMENTOS	EQUIPOS	ACCESORIOS	DAÑOS PASADOS
<i>1 tanque 20 m3. H armado 1 caseta de cloración 1 cerramiento de malla</i>	<i>1 dosificador</i>	<i>2 válvulas comp. Δ 3" 2 universales HG Δ 3" 1 codo HG Δ 3" x 90 4 tramo HG Δ 3" 1 válvula comp. Δ 1 1/2"</i>	

DISTRIBUCIÓN

TUBERIA	TANQUES	ACCESORIOS	PASOS DE QUEBRADA / RIOS	CONEXION DOMICILIARIA	DAÑOS PASADOS
<i>PVC-P Δ 90, 63, 50,40, 32 y 25 mm L = 80700 m H = 1.20 m</i>	<i>Ninguno</i>	<i>2 válvulas de aire de purga, Δ 1/2 "; 2"</i>	<i>1 paso elevado, L= 50 m; PVC Δ 90 mm sujetado al canal sobre el Río Pumacunchi. El canal es de HC; con piedra pómez</i>	<i>136 medidores Tavira con HG Δ 1/2 "</i>	<i>Robo de tuberías HG en 3 ocasiones; PVC y polietileno, en paso elevado. 20 medidores dañados. Falta de presión en la red de distribución por poca (12m) diferencia de altura en el tanque de almacenamiento</i>

FORMATO 4

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AMENAZAS

TIPO	CARACTERISTICAS	PRIORIDAD RELATIVA	AREAS DE IMPACTO
SISMOS	<i>Escala VIII Mercalli según Mapa de Intensidades Máximas Cotopaxi – Tungurahua, 1996</i>	2	<i>Pérdida total y temporal del caudal en la captación (2 meses, sismo 28 Marzo/97) y fisuración del cajón recolector</i> - Rotura paso elevado carretera, conducción - Rotura paso elevado Río, distribución - Fisuración tanque almacenamiento
ERUPCIÓN VOLCÁNICA	<i>Caída de piroclastos (5 – 30 cm), peligro intermedio, según mapa de peligros volcánicos potenciales Volcán Cotopaxi</i>	4	<i>Calentamiento y fisuración tubería, paso elevado carretera en la conducción y en el paso elevado Río Pumacunchi en la distribución</i>
DESGLIZAMIENTOS	<i>Ninguno</i>		
INUNDACIONES	<i>Ninguno</i>		
SEQUÍA	<i>Disminución de lluvias en verano, 6 meses cada año</i>	1	<i>Distribución de caudal de la captación durante 6 meses al año, lo que obliga a racionar el agua y suministrar por tanques</i>
OTROS	<i>Vandalismo</i>	3	<i>Roturas y robo de tuberías, paso elevado Río Pumacunchi en la distribución</i>

FORMATO 5.1
VULNERABILIDAD ADMINISTRATIVA
(DEBILIDADES ORGANIZATIVAS Y ADMINISTRATIVAS)

ORGANIZACION Y ADMINISTRACION:

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - SSA regional falta de recursos económicos. - SSA centralización administrativa. - SSA falta capacitación, promoción, concientización en mitigación de desastres | <ul style="list-style-type: none"> - SSA falta de cumplimiento del reglamento orgánico funcional para la prevención y mitigación de desastres | <ul style="list-style-type: none"> - JAAP carece de capacitación y asesoramiento - JAAP falta cumplimiento de leyes y reglamentos - JAAP no dispone de fondos económicos para mitigación - JAAP tiene interés en mitigación de desastres |
|---|--|--|

RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES:

CANTIDAD	MATERIAL Y CARACTERISTICAS	
10	Tubería PVC-P Δ 50, 32 mm	- 1 oficina en casa comunal
1	Mordaza	- Tubería PVC para nueva conducción por reubicación del tanque de almacenamiento. Donación SSA
2	Palas	
1	Sierra	

RECURSOS FINANCIEROS ACTUALES:

TARIFA MENSUAL	INGRESO NETO	EGRESO NETO	CUENTAS POR COBRAR
\$ 2.000 *	\$ 7'203.952	\$ 5'100.202	\$ 1'710.000

CUENTAS POR PAGAR	SALDO REAL	FONDO DE CAPITALIZACION
Ninguno	\$ 3'813.750	Ninguno en años anteriores 16'320.000 a recaudar para reubicación de tanque de almacenamiento (cuota extra \$ 120.000 c/usuario)

CAPACITACION DEL PERSONAL:

PERSONAL	CURSO DE CAPACITACION	ULTIMO ENTRENAMIENTO
JAAP anterior presidente, tesorero, secretario	Administradores y operadores	1995

TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES
JAAP actual, 6 meses	JAAP actual no se ha capacitado por falta de cursos dictados por SSA

* Todas las cifras están en sucres, (tipo de cambio: 3.200 sucres = 1 US \$, abril 1996)

FORMATO 5.2

VULNERABILIDAD OPERATIVA
DEBILIDADES EN LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS:
CANTIDAD, CONTINUIDAD Y CALIDAD DEL AGUA:

RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES

No. USUARIOS	COMPONENTE	CAPACIDAD COMPONENTE	REQUERIMIENTO ACTUAL
136	<i>Captación Almacenamiento</i>	<i>1.50 l/s 20 m³</i>	<i>1.50 l/s 30 m³</i>
DEFICIT (-) SUPERAVIT (+)	CONTINUIDAD (PERIODOS)	CALIDAD AGUA	
<i>(-) 10 m³</i>	<i>Racionamiento en época de verano. Falta de presión en la Red de distribución</i>	<i>En los últimos 3 años no se monitorea la calidad del agua</i>	

RECURSOS FINANCIEROS ACTUALES:

RUTINA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL
- Desinfección anormal del agua - Ausencia de control de medidores y reparación de los mismos - Ausencia de registros de caudales y de monitoreo de calidad del agua

CAPACITACION DEL PERSONAL:

PERSONAL	CURSO DE CAPACITACION	ULTIMO ENTRENAMIENTO
<i>Varios usuarios</i>	<i>Ninguno</i>	<i>1995 a la JAAP anterior</i>

TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES
<i>6 meses JAAP actual</i>	- Operadores voluntarios sin capacitación y/o asesoramiento para atención rutinaria y en caso de desastres - Desconocimiento del manual de operación y mantenimiento, leyes y normas referentes a los sistemas

FORMATO 5.3**VULNERABILIDAD FÍSICA**
(DEBILIDADES DE LOS COMPONENTES FÍSICOS)AMENAZA: *Sequía*

PRIORIDAD:

1

COMPONENTE Elemento/Equipo Expuesto	ESTADO ACTUAL (Condición desfavorable)	DAÑOS ESTIMADOS (Tipo y número)	Factor de Daño %	Valor actual del componente	Costo de los daños
CAPTACION					
<i>Vertiente</i>	<i>Captación con pequeñas galerías subsuperficiales sin protección, y falta de seguridades en tapa de cajón recolector</i>	<i>Racionamiento y pérdida de calidad del agua. La comunidad tiene que proveerse de agua con tanqueros, por lo que paga considerables cantidades de dinero. En un período aproximado de 6 meses cada año (4'300.000 sucres)</i>			<i>4'300.000 sucres anuales</i>
CONDUCCION					
ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO					
DISTRIBUCION					

FORMATO 5.3.**VULNERABILIDAD FÍSICA**
(DEBILIDADES DE LOS COMPONENTES FÍSICOS)

AMENAZA: Sismo

PRIORIDAD:

2

COMPONENTE Elemento/Equipo Expuesto	ESTADO ACTUAL (Condición desfavorable)	DAÑOS ESTIMADOS (Tipo y número)	Factor de Daño %	Valor actual del componente	Costo de los daños
CAPTACION					
<i>Vertiente Tanque</i>	<i>Pequeñas galerías de la vertiente sin protección. Estructura con hueco en la parte superior</i>	<i>Derrumbamiento y pérdida de caudal Fisuras</i>	<i>100</i>	<i>1'500.000</i>	<i>1'500.000</i>
CONDUCCION					
<i>Tubo de PVC-P. Unión HG - PVC</i>	<i>- 4.000 m de tubería PVC-P enterrada. - Un paso elevado carretera</i>	<i>Fisuras en tuberías y en 14 adaptadores y rotura de accesorios y tubería.</i>	<i>1.56</i>	<i>14'000.000</i>	<i>4'500.000</i>
ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO					
<i>Tanque de reserva y válvulas</i>		<i>Fisuras pequeñas en tanque y daño en válvulas.</i>	<i>6.45</i>	<i>16'000.00</i>	<i>1'800.000</i>
DISTRIBUCION					
<i>- Tubo PVC-P y unión HG-PVC - Un paso elevado</i>	<i>- 8.000 m de tubería enterrada - 50 m tubería PVC-P expuesta</i>	<i>- Fisuras en tubería y rotura de adaptadores (50 U) - Rotura de anclajes y tubería</i>	<i>1.56</i>	<i>40'000.000</i>	<i>1'000.000</i>

• Los factores de daño de la conducción, almacenamiento y distribución fueron escogidos de la tabla presentada en la página 14. Los costos de los daños están estimados en función de la experiencia local en construcción.

FORMATO 5.3.

VULNERABILIDAD FÍSICA
(DEBILIDADES DE LOS COMPONENTES FÍSICOS)

AMENAZA: *Vandalismo*

PRIORIDAD:

3

COMPONENTE Elemento/Equipo Expuesto	ESTADO ACTUAL (Condición desfavorable)	DAÑOS ESTIMADOS (Tipo y número)	Factor de Daño %	Valor actual del componente	Costo de los daños
CAPTACION					
CONDUCCION					
ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO					
DISTRIBUCION					
<i>Paso elevado en el Río</i>	<i>Materiales expuestos al vandalismo</i>	<i>Destrucción y /o robo de la tubería (ha ocurrido en 3 ocasiones con diferentes tipos de tuberías)</i>		<i>6'000.000</i>	<i>2'000.000</i>

FORMATO 5.3.

VULNERABILIDAD FÍSICA
(DEBILIDADES DE LOS COMPONENTES FÍSICOS)

AMENAZA: *Erupción Volcánica*

PRIORIDAD:

4

COMPONENTE Elemento/Equipo Expuesto	ESTADO ACTUAL (Condición desfavorable)	DAÑOS ESTIMADOS (Tipo y número)	Factor de Daño %	Valor actual del componente	Costo de los daños
---	---	------------------------------------	------------------------	-----------------------------------	-----------------------

CAPTACION

--	--	--	--	--	--

CONDUCCION

<i>Paso carretera</i>	<i>20 metros de tubería PVC-P expuesta</i>	<i>Dstrucción de tuberías PVC-P</i>		<i>4'000.000</i>	<i>800.000</i>
-----------------------	--	---	--	------------------	----------------

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

--	--	--	--	--	--

DISTRIBUCION

--	--	--	--	--	--

FORMATO 6.1.**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD FÍSICA**AMENAZA: *Sequía*

PRIORIDAD:

1

COMPONENTE (Elemento/Equipo)	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
---------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------	---------------------------

CAPTACION

<i>Vertiente</i>	<i>1</i>	- <i>Buscar e implementar otra fuente (vertiente) para aumentar el caudal</i> - <i>Monitorear el caudal de la vertiente y colocar seguridad en el cajón</i>	<i>20'000.000 para ampliar la capacidad del sistema (captación, conducción)</i>	<i>La Subsecretaría financiaría la ampliación (70%). La JAAP también dispondrá de aporte comunitario en dinero y en mano de obra (30%)</i>
------------------	----------	--	---	--

CONDUCCION

--	--	--	--	--

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

--	--	--	--	--

RED DE DISTRIBUCION

--	--	--	--	--

SUBTOTAL:

\$ 20'000.000

FORMATO 6.1.**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD FÍSICA**AMENAZA: *Sismo*PRIORIDAD: 2

COMPONENTE (Elemento/Equipo)	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
---------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------	---------------------------

CAPTACION

<i>Galerías y cajón recolector</i>	<i>1</i>	<i>Construir protección a las galerías</i>	<i>1'500.000</i>	<i>La comunidad puede financiar los costos y la SSA dará la Dirección Técnica</i>
--	----------	--	------------------	---

CONDUCCION

<i>Tubo PVC-P uniones PVC-HG</i>	<i>2</i>	<i>Capitalizar para adquirir los accesorios y tuberías para reparación</i>	<i>4'500.000</i>	<i>La comunidad podrá financiar en 24 meses</i>
--	----------	--	------------------	---

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

<i>Tanque de reserva actual</i>	<i>2</i>	<i>Capitalizar fondos para adquirir materiales</i>	<i>1'800.000</i>	<i>La comunidad financiará en 24 meses</i>
-------------------------------------	----------	--	------------------	--

RED DE DISTRIBUCION

<i>Tubos PVC-P unión HG-PVC Pasos elevados</i>	<i>2</i>	<i>Capitalizar para adquirir accesorios y tubería</i>	<i>2'500.000</i>	<i>La comunidad financiará en 24 meses</i>
--	----------	---	------------------	--

SUBTOTAL: *\$ 10'300.000*

FORMATO 6.1.**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD FÍSICA**

AMENAZA: Sismo

PRIORIDAD:

2

COMPONENTE (Elemento/Equipo)	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
---------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------	---------------------------

CAPTACION

--	--	--	--	--

CONDUCCION

--	--	--	--	--

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

--	--	--	--	--

RED DE DISTRIBUCION

<i>Paso elevado en el Río</i>	<i>2</i>	<i>Construcción de un paso subfluvial, aguas arriba del actual</i>	<i>2'000.000</i>	<i>La comunidad financiará los costos en 50%. La Subsecretaría aportará con el 50%</i>
-----------------------------------	----------	--	------------------	--

SUBTOTAL: \$ 2'000.000

FORMATO 6.1.**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD FÍSICA**AMENAZA: *Erupción Volcánica*

PRIORIDAD:

4

COMPONENTE (Elemento/Equipo)	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
---------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------	---------------------------

CAPTACION

--	--	--	--	--

CONDUCCION

<i>Paso carretera</i>	<i>2</i>	<i>Capitalizar y adquirir 4 tubos HG Δ 1 1/2 " y reemplazarlo a la de PVC-P</i>	<i>1'500.000</i>	<i>La comunidad financia en 24 meses</i>
-----------------------	----------	---	------------------	--

ALMACENAMIENTO - TRATAMIENTO

--	--	--	--	--

RED DE DISTRIBUCION

--	--	--	--	--

SUBTOTAL: \$ 1'500.000

FORMATO 6.2.**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD OPERATIVA**

AREAS	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
<i>Operación y mantenimiento</i>	2.0	<i>Contratar operador y capacitarlo</i>		- La Junta de Agua Potable contratará al operador a corto plazo - La SSA capacitará al personal en forma gratuita
	2.0	<i>Adquisición de herramientas para operación y mantenimiento</i>	1'000.000	
<i>Cantidad continuidad y calidad</i>	1.0	<i>Construcción del tanque de reserva 30 m3 de ferrocemento (nuevo) y de tramo conducción</i>	15'000.000	- La JAAP adquirirá los materiales y construirá el tanque. Financiando los 15'000.000 de sucres a través de cuotas por usuario de 120.000 sucres. El material para la conducción fue donado por la SSA.
SUBTOTAL:			16'000.000	

FORMATO 6.3.**MEDIDAS DE MITIGACIÓN: VULNERABILIDAD ADMINISTRATIVA**

AREAS	PRIORIDAD DE ATENCION	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTOS	CAPACIDAD DE RESPUESTA
<i>Administrativa</i>	<i>1.0</i>	<i>Adquisición, difusión y cumplimiento de: Leyes, Normas y Reglamentos</i>	<i>10.000</i>	<i>Inmediata en el ámbito de la JAAP</i>
	<i>2.0</i>	<i>Capacitación del personal de JAAP.</i>		- <i>La SSA regional capacitaría al personal en plazo inmediato</i>
	<i>2.0</i>	<i>Capitalizar fondos para medidas de mitigación</i>	<i>49'800.000</i>	- <i>Subir 1.000 sucres la tarifa mensual</i> - <i>Cuota adicional cada año</i> - <i>Control del consumo real de los usuarios</i>
SUBTOTAL:			49'810.000	

6.1 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Existe desconocimiento de las Leyes, Normas y Reglamentos principalmente por parte de los miembros de la JAAP.
- Los documentos cartográficos sobre amenazas presentan distintas escalas y calidad de los datos, dificultando su utilización. No todas las amenazas han sido estudiadas y este tipo de estudios técnicos no se encuentran en la SSA.
- Es posible determinar la vulnerabilidad del sistema ante las amenazas naturales e identificar las medidas de mitigación, aunque existen dificultades en evaluar los impactos y en cuantificar los costos de las medidas de mitigación.
- Es indispensable que el grupo esté consciente y capacitado para realizar el proceso de análisis para que la aplicación del normativo no se convierta en ejercicio de llenar formularios.
- Es necesario para conseguir un resultado óptimo, la integración del grupo con personeros de la organización estatal (SSA) y de la administración local (JAAP), realizando el análisis en la comunidad y recorriendo minuciosamente el sistema.

Recomendaciones

- Obtener y/o elaborar los documentos técnicos sobre las amenazas naturales, con escalas y nivel de detalles adecuados.
- Concientizar y capacitar primeramente a los personeros de la organización estatal (SSA), en el proceso de análisis de la vulnerabilidad de los sistemas frente a las amenazas naturales y en el uso del manual. Son elementos claves el ingeniero y los promotores que trabajan en la zona.
- Definir o potenciar la política de autogestión de los sistemas rurales de agua potable, para identificar mejor las responsabilidades, atribuciones, deberes y derechos de los diferentes actores (organización estatal, administración local, autoridades, comunidad, etc).
- Atribuirle firma de responsabilidad al documento elaborado como producto del análisis de vulnerabilidad, por cada grupo de trabajo.

Definiciones

Amenaza: La probabilidad de ocurrencia dentro de un tiempo y lugar determinado, de un fenómeno natural o provocado por la actividad humana que se torna peligroso para las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas y para el medio ambiente.

Análisis de vulnerabilidad: Proceso para determinar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción, de edificaciones, instalaciones y sistemas, o de grupos humanos, y las medidas de emergencia y mitigación a tomarse ante las amenazas.

Componente: Parte discreta del sistema capaz de operar independientemente, pero diseñado, construido y operado como parte integral del sistema. Ejemplos de componentes individuales son pozos, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, presas, conducción, etc.

Desastre natural: Manifestación de un fenómeno natural que se presenta en un espacio y tiempo limitado y que causa trastornos en los patrones normales de vida, pérdidas humanas, materiales y económicas debido a su impacto sobre poblaciones, edificaciones, instalaciones, sistemas y el medio ambiente.

Fenómeno natural: Manifestación de procesos naturales ya sean atmosféricos o geológicos tales como terremotos, huracanes, erupciones volcánicas y otros.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones y obras a implementarse para reducir o eliminar el impacto de las amenazas, mediante la disminución de la vulnerabilidad de los sistemas y sus componentes.

Plan de mitigación: Conjunto de medidas y obras a implementar antes del impacto de las amenazas para disminuir la vulnerabilidad de los componentes y de los sistemas.

Prevención: Acciones de preparación para disminuir el impacto de las amenazas.

Riesgo: Es el número esperado de muertos, heridos, daños a la propiedad, interrupción de las actividades económicas, impacto social debidos a un fenómeno natural o provocado por el hombre.

Sistema de agua potable: Conjunto de componentes construidos e instalados para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir agua a los usuarios. En su más amplia acepción comprende también las cuencas y acuíferos.

Vulnerabilidad: Es el grado de daños susceptible de experimentar por las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, cuando estén expuestas a la ocurrencia de un fenómeno natural.

Referencias

- Escuela Politécnica Nacional, Municipio de Quito, Geohazard International, Orstom y OYO Corp., Proyecto de Manejo del Riesgo Sísmico en Quito, Yepes, H., (Local Coordinator), Fernández, J., Valverde, J., Bustamante, G., Chatelain, J.L., Kaneko, F., Villacís C., Yamada, T., Tucker, B., *The Quito, Ecuador, earthquake risk management project: Methods and findings*. Geohazards International Publication, San Francisco, 1994, 240 p.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Documento Técnico No. 01-NT. Quito, Ecuador, 1995a, 34 p.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, *Guías para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Quito, Ecuador, 1995b, 21 p.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, *Ley y reglamento de juntas administradoras de agua potable*. Quito, Ecuador, 1996, 47 p.
- Organización Panamericana de la Salud, *Manual sobre preparación de los servicios de agua potable y alcantarillado para afrontar situaciones de emergencia, tercera parte: Análisis de vulnerabilidad*. Sismos y otros, 1990, 81 p.
- Organización Panamericana de la Salud, *Planificación para atender situaciones de emergencia en sistemas de agua potable y alcantarillado*. Cuaderno Técnico No. 37. Washington, D.C., 1993, 67 p.
- Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, *Guías para la elaboración del análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado*, Lima, 1996, 77p.
- Organización Panamericana de la Salud, Escuela Politécnica Nacional, *Análisis de vulnerabilidad sísmica: Estudio de las características de siete sistemas de agua potable afectados por el sismo de Pujilí, informe inédito*. Quito, Ecuador, 1996, 41 p. y anexos.
- Organización Panamericana de la Salud, Escuela Politécnica Nacional, *Guía para el análisis de vulnerabilidad y determinación de las medidas de mitigación para los sistemas rurales de agua potable en el área Andina*, anexo 3, en estudio de caso: *El terremoto del 28 de marzo de 1996, Pujilí, Ecuador. Informe inédito*. Quito, 1997, 48 p. y anexos.

- Richter, Ch., *Elementary seismology*. W.H. Freeman and Company. San Francisco and London, 1958, 768 p.
- Trifunac, M. D. and Brady, A. G., *On the correlation of seismic intensity whit peaks of recorded strong ground motion*. B.S.S.A., 1975, 65: 139 - 162.s
- Visscher, J.T., et al., *En la búsqueda de un mejor nivel de servicio. Evaluación participativa de cuarenta sistemas de agua y saneamiento en la República del Ecuador*. Serie de documentos ocasionales. Convenio SSA, CARE, ETAPA, IRC, CINARA. Quito, Ecuador, 1996, 46 p.

Otros títulos en la misma serie de la OPS/OMS:

- Lecciones aprendidas en América Latina de mitigación de desastres en instalaciones de salud: Aspectos de costo-efectividad, 1997.
- Mitigación de desastres en las instalaciones de la salud. Evaluación y reducción de la vulnerabilidad física y funcional (cuatro volúmenes), 1993:
 - Volumen I: Aspectos generales
 - Volumen II: Aspectos administrativos de salud
 - Volumen III: Aspectos de arquitectura
 - Volumen IV: Aspectos de ingeniería
- Guías para la mitigación de riesgos naturales en las instalaciones de la salud de los países de América Latina, 1992.
- Serie de diapositivas: Mitigación de desastres en hospitales: Elementos no estructurales, 1997.
- Video: Mitigación de desastres en las instalaciones de salud, 1996.