SEGUNDA PARTE

Capítulo 2
Análisis de vulnerabilidad para los sistemas rurales de agua potable

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

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

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 organizaciónpara 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 compresión 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, hidrometereológicos, 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