



# Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y alcantarillado

La operación y el mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento en nuestros países latinoamericanos es deficiente y en algunos casos inexistente, los sistemas son muy vulnerables a los impactos originados por los desastres naturales, consecuentemente es necesario extremar medidas de protección, y de mantenimiento preventivo y correctivo de todos sus componentes, en lo posible con personal calificado que conozca muy bien el trabajo que debe realizarse, y especialmente que esté capacitado para responder en caso de un desastre natural.



## Criterios y recomendaciones técnicas para la reducción de vulnerabilidades

El tema de la reducción de las vulnerabilidades en los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, por impactos ante los eventos adversos de origen natural o antrópicos, se lo debe analizar tomando en cuenta la ubicación de la estructura, la condición actual, en el caso de sistemas en funcionamiento, y definiendo diseños técnicamente adecuados a ser incorporados en etapa del diseño del proyecto.

Se identificará el tipo de amenaza y el impacto al cual estaría sometido la estructura o la unidad del sistema para luego proponer las medidas de mitigación o de reducción de la vulnerabilidad. Es justamente este criterio el que ha sido tomado en cuenta para la realización de este documento, que esperamos sea de utilidad a los técnicos y autoridades que se encuentran involucrados de alguna manera en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, administración y gestión del riesgo en el sector de agua potable y saneamiento.

### Sistemas de agua potable

#### Reducción de la vulnerabilidad en las captaciones

Al ser la estructura de captación el primer componente del sistema, es necesario protegerla, ya sea que ésta se emplace en terrenos sin riesgos o en zonas expuestas a desastres naturales.

Entre los objetivos que se busca lograr, se pueden enunciar los siguientes:

a) Asegurar la continuidad del servicio, impidiendo o reduciendo los daños que puedan provocar los desastres naturales o antrópicos.

b) Evitar que sustancias contaminantes puedan afectar la calidad del agua captada. Mediante esta protección se puede restringir el uso de tratamientos costosos de purificación.

Es conveniente tener en cuenta y evaluar varios factores, como son:

- Fuentes alternativas plenamente identificadas y analizadas.
- Evaluar las características físico – químicas bacteriológicas del agua a captarse y fluctuaciones de los niveles tanto superficial como subterráneo según la estación del año.

En lo que se refiere a captaciones situadas en zonas de alto riesgo, es necesario tomar en cuenta las siguientes acciones:

### a) Para nuevos diseños

- Realizar estudios geológico, morfológico y geotécnico completos en el sitio seleccionado para la captación con el fin de conocer las características de los suelos y rocas. Es necesario también identificar el tipo de vegetación del entorno, bosques, terrenos cultivados, salinidad del suelo, efecto del agua de riego, entre otros.
- Para el emplazamiento de la captación debe considerarse el uso del suelo, y las políticas de protección de la fuente, evitando la presencia de animales, de centros poblados y elementos contaminantes.
- Diseñar la captación para las condiciones más críticas, tanto hidráulicas como estructurales. Las obras de protección contra inundaciones, erupciones volcánicas y deslizamientos deberán prever el embate de desastres naturales y antrópicos que puedan producirse, según la zona de implantación.
- Para evitar el fisuramiento de muros de ala y posibles filtraciones por consecuencia de sismos o filtraciones, es recomendable que se realice un estudio geotécnico para definir la profundidad de cimentación, a fin de garantizar la disminución de la vulnerabilidad de la estructura. Es importante considerar además en zona de riesgo sísmico diseños de muros de hormigón armado, y no de hormigón ciclópeo u hormigón simple.
- En zonas de riesgo por la actividad volcánica es conveniente diseñar las tapas sanitarias o bocas de visita considerando la utilización de las fibras sintéticas micro porosas (espuma flex) puestas en el perímetro interno de la tapa sanitaria, a fin de evitar el ingreso del polvo volcánico al interior de la unidad hidráulica.
- Cuando la zona de implantación de la captación es inestable, es importante considerar el diseño de las cunetas de coronación con secciones hidráulicamente adecuadas, diseñadas con los caudales máximos de aguas lluvias de las áreas de aportación, considerando períodos de retorno de 30 a 50 años, tomando en cuenta además el tipo de suelo y el nivel freático de la zona.

- En el diseño de sistemas de agua potable en zonas de alto riesgo volcánico es importante considerar la cobertura de las unidades expuestas a los productos volcánicos y los bypass correspondientes en las unidades de la captación y la planta de tratamiento que se encuentran expuestas; igualmente en el caso de captaciones superficiales en prevención de las avenidas con crecida máxima.

- En el caso de que las estructuras de captación estén sometidas a la caída de rocas o cualquier otro material deleznable, para el diseño es importante considerar la protección con arborización de la ladera y/o proyectar un muro de contención con una adecuada cimentación.

### b) Para sistemas existentes

Como se mencionó anteriormente, en una primera fase es necesario realizar un “análisis de vulnerabilidad” considerando los mapas de amenazas y riesgos existentes a una escala adecuada capaz de trabajar simultáneamente con los planos del sistema y de la unidad que se está analizando, en este caso los planos de la o las captaciones existentes. Las conclusiones y recomendaciones del estudio decidirán qué tipo de acciones preventivas tomar, entre las que se mencionan las siguientes:

- **Muro de ala fisurado, con filtraciones por sismos o deslizamientos.-** Frente a la vulnerabilidad de un muro de ala fisurado y no cimentado adecuadamente, como medidas de mitigación ante los impactos por sismos, deslizamientos u otros eventos adversos, se sugiere sustituir el muro de ala con cimentación en roca firme, si la cobertura del suelo es de poco espesor <sup>(1)</sup>.

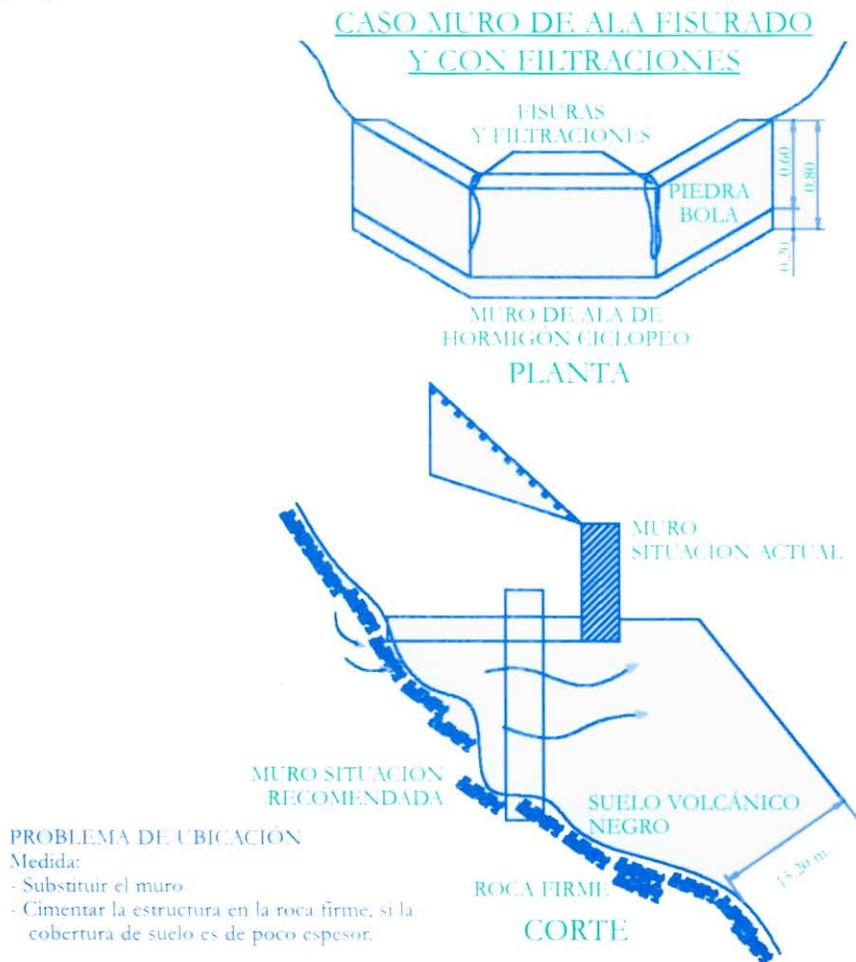
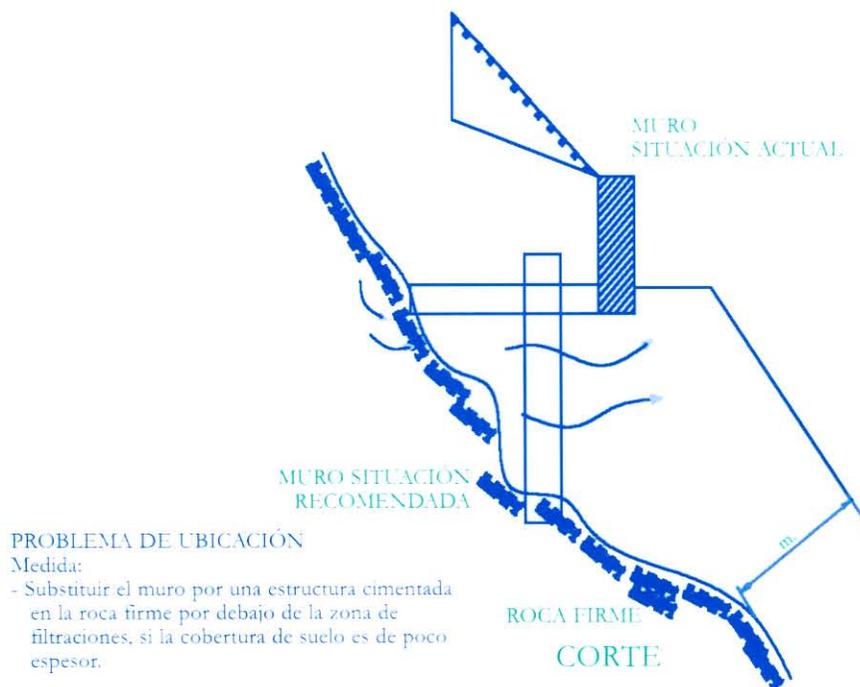
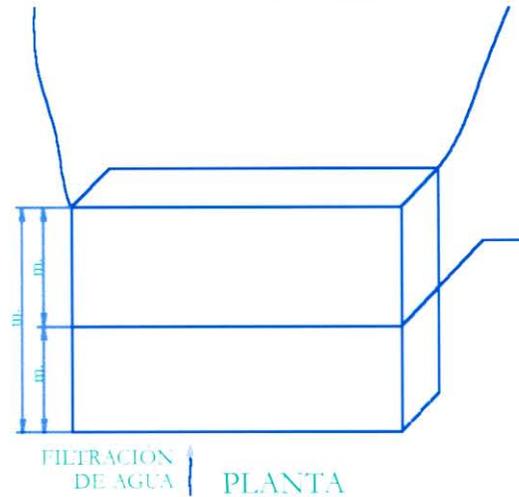


Fig. 1- Fuente: Escuela Politécnica Nacional

(1) Estudio para la elaboración del manual de mitigación en sistemas de agua potable rurales. Escuela Politécnica Nacional (EPN) – OPS – SSA

• **Muro de hormigón con filtraciones por la base.**- Ante la vulnerabilidad existente por la ubicación de un muro de hormigón con filtraciones por la base, se sugiere sustituir el muro por una estructura cimentada en roca firme por debajo de la zona de filtraciones, si la cobertura es de poco espesor. Cuando se construya el elemento es conveniente utilizar aditivo impermeabilizante y acelerante, capaz de conseguir una estructura segura en el menor tiempo posible <sup>(2)</sup>.

### CASO MURO DE HORMIGÓN CON FILTRACIONES POR LA BASE



#### PROBLEMA DE UBICACIÓN

Medida:

- Sustituir el muro por una estructura cimentada en la roca firme por debajo de la zona de filtraciones, si la cobertura de suelo es de poco espesor.

Fig. 2- Fuente: Escuela Politécnica Nacional

• **Captaciones en zonas inestables con riesgo de deslizamientos.**- En zonas geológicamente inestables existe el riesgo de deslizamientos, los mismos que se potencializan cuando se producen fuertes y continuas precipitaciones; ante esta amenaza es imprescindible proteger el talud con materiales geosintéticos y la construcción de cunetas de coronación hidráulicamente adecuadas, diseñadas para caudales máximos y períodos de retorno de 30 a 50 años, considerando el tipo de suelo y los niveles freáticos de la zona.

(2) Estudio para la elaboración del manual de mitigación en sistemas de agua potable rurales. EPN – OPS – SSA.

• **Unidades de captación expuestas a contaminación por ceniza volcánica.**- Durante la actividad volcánica se generan varios productos piroclásticos y gases volcánicos, entre ellos la ceniza o polvo volcánico, que pueden provocar la contaminación del agua localizada en las unidades hidráulico sanitarias abiertas de los sistemas de agua potable; por tal razón es necesario proteger las unidades expuestas de la captación, mediante la cobertura con fibrocemento o materiales de la zona.



Fotos 10 y 11. Protección de captaciones  
Fuente: MIDUVI

*Toda estructura de captación debe tener protección (tapa hermética) que reduzca al mínimo la posibilidad de contaminación (polvo, ceniza en zonas volcánicas, humana o animal).*

- En zonas de caída de ceniza volcánica es conveniente diseñar las tapas sanitarias o bocas de visita considerando la utilización de las fibras sintéticas micro porosas (espuma flex) dispuestas en el perímetro interno de la tapa sanitaria, a fin de evitar el ingreso del polvo volcánico al interior de la unidad hidráulica.
- En captaciones superficiales de río (con galerías de infiltración) contaminadas con productos volcánicos, debe buscar una fuente alternativa fuera de la zona de peligro hasta que la emergencia haya decrecido o cese totalmente, ya que un mecanismo de protección para este tipo de captación resultaría oneroso.
- Las fuentes de agua subterráneas, que circulan al interior del volcán o en las zonas circundantes a este, pueden sufrir alteraciones de tipo físico químico por contaminación de gases u otros productos volcánicos, por lo que es importante se realicen monitoreos constantes de la calidad del agua de las fuentes de los sistemas. Principalmente se monitoreará el PH, conductividad y elementos químicos nocivos a la salud.

• **Captaciones ubicadas en quebradas sometidas a impactos por caídas de rocas.**- Cuando la estructura de la captación y obras anexas se encuentran al pie de taludes o en sectores de quebradas, son vulnerables a caídas de rocas, las que pueden provocar fisuramientos, colapsos y desplazamientos en las unidades, por lo que se sugiere proteger el sitio con barreras de árboles, siembra de plantas nativas y/o muros de contención cuyas características y dimensiones dependerán del tipo de suelo de la zona, altura de paredes laterales, presencia de vegetación circundante y nivel freático.



Foto 12. Captación vulnerable a la caída de rocas  
Fuente: MIDUVI