

"Documento original en mal estado"

deslizamiento es probable que ocurra en áreas debajo de reservorios, canales de irrigación o depresiones con agua estancada. La importancia de reconocer el peligro potencial en áreas derivadas de drenaje superficial, especialmente en rocas porosas y fracturadas, necesita especial énfasis.

- **Áreas de terreno ondulado:** La presencia de terreno ondulado (pequeñas elevaciones o montículos) cuyas características sean inconsistentes con aquellas de los taludes generados del área y presentan escarpas en las elevaciones altas, son generalmente indicadores de un deslizamiento antiguo. Una vez que se encuentra un deslizamiento antiguo, sirve como advertencia de que el área en general ha sido inestable en el pasado y por lo tanto nuevas perturbaciones pueden reactivar el movimiento.
- **Áreas de concentración de fracturas:** El movimiento de taludes puede estar estructuralmente controlado por superficies o planos de debilidad tales como fallas, diaclasas, planos de deposición y foliación. Estas estructuras pueden dividir un macizo rocoso en una serie de unidades individuales las cuales pueden actuar independientemente una de la otra.

Topografía y estabilidad

Los mapas de topografía representan una excelente fuente de información para la detección de deslizamientos. Con frecuencia grandes áreas de deslizamiento se pueden identificar en mapas topográficos, mediante el análisis de condiciones particulares.

Pluviosidad

La pluviosidad tiene un efecto primordial en la estabilidad de taludes ya que influye en la forma, incidencia y magnitud de los deslizamientos. En suelos residuales, los cuales generalmente se encuentran no saturados, la pluviosidad tiene un efecto muy importante ya que el efecto acumulativo puede llegar a causar la saturación del terreno activando así un deslizamiento. Con respecto a la pluviosidad hay tres aspectos importantes:

- El ciclo climático sobre un período de años, por ejemplo, alta precipitación anual vs baja precipitación anual;
- La acumulación de pluviosidad en un año dado, en relación a la acumulación normal;
- Intensidades de una tormenta dada.

Erosión

La erosión puede ser causada por agentes naturales y humanos. Entre los agentes naturales se pueden incluir: el agua de escorrentía, aguas subterráneas, olas, corrientes y viento. La erosión causada por agentes humanos incluye cualquier actividad que permita un incremento de la velocidad del agua, especialmente en taludes sin protección; entre los principales está la tala de árboles, el sobrepastoreo y la presencia de ciertos tipos de vegetación que no permiten mantener el suelo en sitio.

La erosión puede causar la pérdida de soporte de fundación de estructuras, pavimentos, rellenos y otras obras de ingeniería. En terrenos montañosos, la erosión incrementa la incidencia en la inestabilidad de taludes pudiendo resultar en la pérdida de vías u otras estructuras.

Licuefacción debido a sismos

La falla de taludes y licuefacción de suelos constituyen uno de los principales efectos causados por

los sismos, que puede afectar de modo desfavorable obras hechas por el hombre generando grandes pérdidas materiales y hasta humanas. La gran mayoría de las fallas de taludes durante sismos se deben al fenómeno de licuefacción en suelos no cohesivos. Sin embargo, fallas en suelos cohesivos también han sido observadas durante eventos sísmicos.

Tipos más importantes de deslizamientos

Los principales factores que influyen en la clasificación de los deslizamientos son:

- forma del movimiento
- forma de la superficie de falla
- coherencia de la masa fallada
- causa de la falla
- desplazamiento de la masa
- tipo de material
- tasa de movimiento

Desprendimientos

Son fallas repentinas de taludes verticales o casi verticales en las cuales se produce el desprendimiento de un bloque o múltiples bloques, los cuales descienden en caída libre. El volcamiento de bloques de rocas, generalmente desencadena un desprendimiento.

En suelos, los desprendimientos son causados por socavaciones de taludes debido a la acción de la erosión de quebradas o del hombre. En macizos rocosos son causados por socavación debido a la erosión, un incremento de la presión debido a la presencia de agua. En algunos casos los desprendimientos son el resultado de meteorización diferencial.

Los desprendimientos o caídas son relevantes en este tipo de sistema debido a que se trata de la caída de un bloque o varios bloques, los cuales pueden ocasionar daños a estructuras o a otros taludes que se encuentren en la parte inferior.

Derrumbes planares

Los derrumbes planares consisten en el movimiento de uno o más bloques de suelo o roca a lo largo de una superficie de falla plana bien definida. Estos derrumbes pueden ocurrir de una forma lenta a rápida.

Los deslizamientos en bloque pueden ser destructivos. En regiones montañosas los deslizamientos masivos de roca resultan desastrosos especialmente en períodos lluviosos, y en muchos casos no pueden ser prevenidos.

Derrumbes rotacionales

Los derrumbes rotacionales tienden a ocurrir lentamente, en forma de cuchara, y el material comienza a fallar por rotación a lo largo de una superficie cilíndrica; aparecen grietas en la cresta del área inestable y abombamientos al pie de la masa deslizante. Al finalizar, la masa se ha desplazado sustancialmente dejando un escarpe en la cresta.

La principal causa de este tipo de falla es un incremento en la inclinación del talud, meteorización y fuerzas de filtración. Las consecuencias de este tipo de falla generalmente no son catastróficas, a pesar de que el movimiento puede causar severos daños a estructuras que se encuentren en la masa

deslizante o sus alrededores. Cuando se presentan algunos signos tempranos de falla los taludes pueden ser estabilizados.

Desprendimiento lateral

Las fallas por desprendimiento lateral son una forma de falla planar que ocurre en suelos y rocas. La masa se deforma a lo largo de una superficie plana la cual representa una zona débil, los bloques se separan progresivamente por tensión y retroceden.

Este tipo de falla es común en valles de ríos y se asocia también a arcillas firmes y duras fisuradas, lutitas y estratos con buzamiento horizontal con una zona continua de debilidad. También se presenta en coluvios con pendientes suaves los cuales se encuentran sobre suelos residuales o rocas.

Avalanchas

Las avalanchas son el movimiento rápido de escombros de suelo y roca, el cual puede o no comenzar con la ruptura a lo largo de una superficie de falla, especialmente en presencia de agua. Toda la vegetación, el suelo y la roca suelta pueden ser arrastrados. Las principales causas de avalanchas son las altas fuerzas de filtración, alta pluviosidad, derretimiento de nieve (Nevado del Ruiz, 1985), sismos y cedencia gradual de los estratos de roca. Las avalanchas ocurren de manera brusca sin previo aviso y generalmente son impredecibles. Los efectos han llegado a ser desastrosos sepultando extensas áreas al pie del talud, llegando a perturbar las cuencas naturales de drenaje (véase CEPIS/OPS/OMS, 1996).¹⁵

Repteo

El repteo consiste en un lento e imperceptible movimiento o deformación del material de un talud a bajos niveles de esfuerzos, lo cual generalmente sólo afecta a las porciones más superficiales del talud aunque también puede afectar a porciones profundas en aquellos casos donde exista la presencia de un estrato poco resistente. El repteo es el resultado de la acción de fuerzas de filtración o gravitacionales y es un indicativo de condiciones favorables para el deslizamiento.

Efectos generales de los deslizamientos

Dependiendo de la magnitud de los deslizamientos, los daños pueden ser muy serios, pudiendo quedar enterrado todo el sistema y la ciudad como en el caso de la avalancha de Yungay, Perú en 1970. La magnitud del impacto de los deslizamientos depende principalmente del volumen de la masa en movimiento y de la velocidad de la misma, pero también de la extensión de la zona inestable y de la disgregación de la masa en movimiento.

Los deslizamientos más comunes son la caída de rocas desde los escapes de macizos rocosos muy fracturados, los deslizamientos de tierra en laderas y taludes, los flujos y avalanchas de lodo y escombros que pueden transitar grandes distancias por valles y cauces, y la reptación de laderas que puede abarcar grandes superficies. Las caídas de rocas, flujos y avalanchas afectan solamente a las obras dispuestas en la superficie, mientras que los deslizamientos afectan también los elementos enterrados. Los más peligrosos son los fenómenos de aparición repentina y movimiento con altas velocidades (caídas de rocas, flujos y avalanchas). Los deslizamientos generalmente presentan signos precursores (grietas, ondulaciones del terreno, etc.) y pueden ser de aparición repentina o lenta con velocidades muy gran

¹⁵ Estudio de Caso: Terremoto del 22 de Abril de 1991, Lomón, Costa Rica. OPS/CEPIS/OMS. Pub/96-23, Lima, 177p.

des o pequeñas. La captación involucra solamente la parte muy superficial de los suelos y es muy lenta.

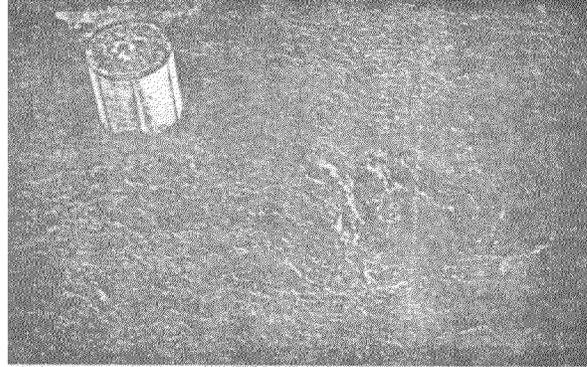
Daños producidos por los deslizamientos

- **Captación.** Los elementos de captaciones superficiales (azudes, derivaciones con puertas) ubicados en zonas montañosas pueden quedar enterrados o ser arrastrados por el impacto de flujos, avalanchas y deslizamientos.

Las represas de tierra o escollera construidas para abastecimiento de agua pueden fallar por deslizamiento de sus taludes o por overtopping provocado por deslizamientos en el embalse. Un daño importante se refiere a la contaminación del agua por aumento de la turbidez, debido a deslizamientos en las áreas de captación superficial de zonas montañosas. Este daño llega a ser de gran magnitud en el caso de deslizamientos provocados por sismos o lluvias excepcionales, pues las áreas devastadas llegan a ser muy grandes. En el terremoto de Limón, Costa Rica (22 de abril de 1991), se afectaron varias cuencas por deslizamientos con porcentajes de devastaciones no menores al 30%. En solamente una de ellas esto significó 8000 hectáreas devastadas, y en otra que servía como la principal fuente de abastecimientos del sistema de agua potable de la ciudad de Limón, se detectaron hasta 27 deslizamientos que provocaron un aumento inesperado en los niveles de turbiedad del agua, nivel que iba más allá de la capacidad de la planta de tratamiento, lo cual hizo necesario sacar de operación la toma de aguas por bombeo localizada en el río.¹⁶

- **Daños en la conducción.** El principal daño se refiere al arrastre y destrucción de tramos de tuberías, canales de conducción, válvulas e instalaciones de bombeo ubicados sobre o en el trayecto de deslizamientos, flujos y avalanchas. Si se trata de movimientos lentos el arrastre de la tubería o el canal puede tomar bastante tiempo hasta llega a su ruptura, de tal manera que el tramo puede ser relocalizado. Sin embargo, se debe considerar que las infiltraciones de agua a través de las fisuras formadas en la estructura de los canales aceleran los deslizamientos. En el caso de deslizamientos abruptos la conducción será arrastrada en forma violenta y la destrucción del tramo será total.

Este daño puede ser puntual en el caso de un deslizamiento localizado o restringido a un talud o ladera, o de gran extensión, el caso de deslizamientos provocados por sismos o lluvias excepcionales en zonas montañosas o en zonas planas con terrenos lamabiles o expansibles. En estos casos las tuberías y canales ubicados en media ladera o hacia las cuchillas de laderas fuertemen-



Las vías de acceso a los sistemas pueden dañarse por deslizamientos locales. Lo cual impide y retarda la inspección de los componentes en caso de desastre.

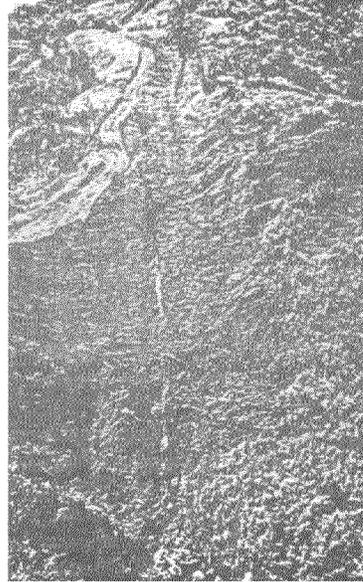
¹⁶ PESA/EPIN 23 Estudio de caso Terremoto del 22 de abril de 1991, Limón, Costa Rica, Lima 1994.

te inclinadas, serán los más afectados, al igual que los pasos aéreos sobre ríos y quebradas. También es común en zonas montañosas, la destrucción u obstrucción de canales abiertos y tuberías no enterradas localizadas al pie de escarpes rocosos debido a la caída de rocas, al igual que las roturas periódicas de la conducción ubicada en zona de macrodeslizamientos.

Las tuberías o canales ubicados hacia el pie de deslizamientos rotacionales son desplazadas y levantadas de su posición original, mientras que las situadas hacia la corona perderán los terrenos de apoyo por el desplazamiento de los mismos. En estos deslizamientos las tuberías ubicadas hacia el pie, están sujetas a compresión y las ubicadas hacia la corona a tensión.

En caso de movimientos lentos o de poco desplazamiento las tuberías flexibles dispuestas en forma sinusoidal son las más adaptables aunque puede desacoplarse en las uniones.

Debido a la longitud generalmente grande de la conducción, los daños por deslizamiento son generalmente más frecuentes que en la captación.



Las tuberías ubicadas sobre taludes están expuestas a deformaciones y roturas, debido a resquebrajamiento por deslizamientos.

- **Planta de tratamiento.** Los daños en la planta se ocasionan solamente cuando la misma ha sido ubicada sobre o en la trayectoria de un deslizamiento, flujo o avalanchas, debajo de un escarpe rocoso, al pie de taludes sin protección, en zona de rellenos, o terrenos expansibles o licuables. En caso de flujos y avalanchas las instalaciones quedan llenas de tierra y piedras, por licuación puede ser destruida toda la planta, por deslizamientos lentos y terrenos expansibles los desniveles de la superficie del terreno afectan tuberías, uniones, la cimentación de edificaciones o de generadores de energía eléctrica.

Los efectos esperados con la ocurrencia de deslizamientos en zonas donde se encuentran ubicados los componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado 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 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 o comunicaciones.

Erupciones volcánicas

Los volcanes son estructuras compuestas de materiales que se acumulan sobre la tierra y tienen un conducto llamado chimenea que comunica la superficie de la tierra con el interior de la corteza terrestre. Este conducto sigue una dirección más o menos vertical y en la boca del mismo se presenta un orificio denominado cráter.

Los volcanes se clasifican por el tipo de erupción que emanan. Por ejemplo, el tipo hawaiano erupción magma fluido constituido por torrentes delgados y a menudo muy extensos de lava fluida. La naturaleza de la actividad depende en gran parte de dos factores: la viscosidad del magma y la cantidad de gases desprendidos. Los gases pueden producirse dentro del magma o ser consecuencia del contacto de ese magma con aguas subterráneas u superficiales que producen vapores. Los materiales de erupción varían desde fuertes torrentes de lava fluida, bombas de materiales incandescentes, nubes ardientes de gases, gases y cenizas de varios tamaños.

Los torrentes de lava que se generan, varían en volumen, extensión, espesor y velocidad de avance. La extensión y espesor depende del volumen, fluidez y la posibilidad de que pueda expandirse o no lateralmente. Estos torrentes dependen de la topografía subyacente pero pueden producirse desviaciones en sus trayectorias por valles poco profundos, especialmente cuando se trata de torrentes más viscosos.

La actividad de erupción de los volcanes puede durar días y hasta años, como el caso del volcán Irazú en Costa Rica que erupció ceniza sobre la ciudad de San José durante dos años.

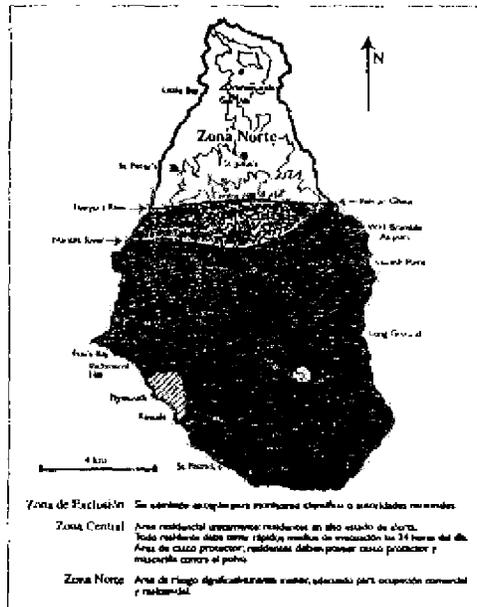
Áreas de impacto

La información sobre las áreas de impacto directo se obtendrán del análisis histórico de ocurrencia de eventos; éstas son aquellas que pueden quedar cubiertas con lava o las afectadas por lluvias ácidas y cenizas, así como los cursos de agua afectados por los mismos materiales. En la Figura 3.11 se reproduce el mapa con las áreas de impacto esperado, en base al estudio prospectivo de erupciones del volcán de la isla de Montserrat.

Evaluación de la amenaza

La evaluación de la amenaza con-

Figura 3.11
Mapa de riesgo volcánico. Isla de Montserrat
(OPSVOMS)¹⁷



¹⁷ Vulnerability assessment of the drinking water supply infrastructure of Montserrat. Barbúelos, July, 5th y anexos.

Los principales 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 caudal 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.

Sequías

Efectos generales de las sequías.

La sequía, a diferencia de otros desastres naturales, no ocurre de forma súbita, se produce por la falta o insuficiencia de lluvias o nieve durante meses y, a veces, durante años. Sus efectos principales se refieren a la disminución o extinción de fuentes de abastecimiento de agua potable. Los cursos de agua superficial, tales como ríos y esteros, sufrirán usualmente el efecto de la sequía mucho antes que las napas de agua subterránea, debido a dos factores principales:

- El agua de los cursos superficiales escurre generalmente a velocidades mucho mayores que las del agua subterránea. Esto implica que el agua de origen pluvial o del derretimiento de nieves llegará al mar, por los ríos, mucho más rápidamente¹⁸ que el agua infiltrada al subsuelo. Por lo señalado, el caudal de los ríos es más rápidamente afectado por sequías (o por grandes lluvias) a menos que existan lagos o embalses artificiales que regulen la variación anual del nivel de las lluvias y regulen en el caudal del río correspondiente
- El agua subterránea cuenta con dos características muy eficaces para atenuar y postergar el efecto de la sequía (en particular si las características hidrogeológicas son favorables): una gran capacidad de almacenamiento de agua en los poros del terreno permeable y una lenta velocidad de escurrimiento para finalmente ir a desembocar en el mar. Esa velocidad, del orden de unos pocos metros por día¹⁹, implica que su caudal de escurrimiento es el resultado de la infiltración de lluvias de muchos años consecutivos y, por lo tanto, sus fluctuaciones dependen menos de los cambios anuales en el nivel de las precipitaciones

Daños producidos por las sequías

- **Fuentes superficiales de agua potable:** De acuerdo a las características de la o las fuentes superficial(es) de agua potable y a la forma en que se presenta la sequía, podrían producirse:
 - La disminución del caudal normal de abastecimiento de agua potable podría determinar, según su gravedad

¹⁸ Con una velocidad en el río de sólo 0,1 m/s, por ejemplo, el agua superficial recorrería 8,64 km/día y tardaría unos 12 días en recorrer 100 km

¹⁹ Con una velocidad usual, del orden de 1 m/día, se demoraría unos 274 años en recorrer 100 km

- una restricción moderada de los consumos
 - su racionamiento, desde mediano hasta muy agudo,
 - la extinción total de algunas fuentes
- **Contaminación de las fuentes de agua potable debido a factores tales como**
- disminución de la capacidad de autopurificación de ríos o esteros, debido a la disminución de su caudal,
 - aumento de concentración de pesticidas, insecticidas o residuos industriales, debido a ese mismo fenómeno,
 - contaminación causada por peces muertos al disminuir, por ejemplo, el oxígeno libre,
 - contaminación por animales muertos en las cercanías de las tomas de agua potable.
- lo anterior puede determinar la necesidad de incrementar o variar los agregados químicos al agua para disminuir riesgos sanitarios o turbiedad,
- necesidad de construir (o poner en operación) fuentes alternativas de agua potable⁴⁰
- **Fuentes de aguas subterráneas:** De acuerdo a la duración del período de sequía, según las características hidrogeológicas locales puede haber nuevas demandas de aguas subterráneas
- para los abastecimientos de emergencia de agua potable y también,
 - para el abastecimiento alternativo de industrias o usos agrícolas,
- lo señalado puede implicar una disminución relativa del nivel freático de la napa lo que produciría una disminución del rendimiento de los pozos y una mayor altura de bombeo para obtener el caudal necesario
- La situación anterior puede involucrar mayores costos de operación en los pozos de captación de agua que ya existían, incluyendo probablemente una disminución del rendimiento de los equipos de bombeo e inclusive—en ciertos casos—el riesgo de tener que pagar multas a la compañía eléctrica por corriente devorada
- **Fuentes alternativas de agua potable:** La necesidad de disponer de fuentes alternativas de agua potable (debido a la menor capacidad de las fuentes superficiales) puede llevar a la necesidad de:
- construcción de pozos de emergencia y equiparlos en forma urgente para suplir el abastecimiento de agua potable;
 - utilizar pozos existentes de otros usos (industrial, deportivo o agrícola, por ejemplo) volcándolos al abastecimiento indispensable de agua potable para el servicio público

En resumen, los efectos esperados en los sistemas de abastecimiento de agua potable son:

- Pérdida o disminución del caudal de agua superficial y/o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Necesidad de consumo de agua que llega en camiones tanque, con la consecuente pérdida de calidad del agua y el incremento en los costos.
- Abandono del sistema.

⁴⁰ En muchos casos pueden ser capaces de aguas subterráneas como pozos profundos.

Los principales 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 caldas 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.

Sequías

Efectos generales de las sequías.

La sequía, a diferencia de otros desastres naturales, no ocurre de forma súbita, se produce por la falta o insuficiencia de lluvias o nieve durante meses y, a veces, durante años. Sus efectos principales se refieren a la disminución o extinción de fuentes de abastecimiento de agua potable. Los cursos de agua superficial, tales como ríos y esteros, sufrirán usualmente el efecto de la sequía mucho antes que las napas de agua subterránea, debido a dos factores principales:

- El agua de los cursos superficiales escurre generalmente a velocidades mucho mayores que las del agua subterránea. Esto implica que el agua de origen pluvial o del derretimiento de nieves llegará al mar, por los ríos, mucho más rápidamente¹⁸ que el agua infiltrada al subsuelo. Por lo señalado, el caudal de los ríos es más rápidamente afectado por sequías (o por grandes lluvias) a menos que existan lagos o embalses artificiales que regulen la variación anual del nivel de las lluvias y regularicen el caudal del río correspondiente
- El agua subterránea cuenta con dos características muy eficaces para atenuar y postergar el efecto de la sequía (en particular si las características hidrogeológicas son favorables): una gran capacidad de almacenamiento de agua en los poros del terreno permeable y una lenta velocidad de escurrimiento para finalmente ir a desembocar en el mar. Esa velocidad, del orden de unos pocos metros por día¹⁹, implica que su caudal de escurrimiento es el resultado de la infiltración de lluvias de muchos años consecutivos y, por lo tanto, sus fluctuaciones dependen menos de los cambios anuales en el nivel de las precipitaciones.

Daños producidos por las sequías

- **Fuentes superficiales de agua potable.** De acuerdo a las características de la o las fuentes superficial(es) de agua potable y a la forma en que se presenta la sequía, podrían producirse:
 - La disminución del caudal normal de abastecimiento de agua potable podría determinar, según su gravedad

¹⁸ Con una velocidad en el río de sólo 0,1 m/s, por ejemplo, el agua superficial recorrería 8,64 km/día y tardaría unos 12 días en recorrer 100 km.

¹⁹ Con una velocidad usual, del orden de 1 m/día, se demoraría unos 274 años en recorrer 100 km.

una restricción moderada de los consumos,
su racionamiento, desde mediano hasta muy agudo,
la extinción total de algunas fuentes

- *Contaminación de las fuentes de agua potable debido a factores tales como*
 - disminución de la capacidad de autopurificación de ríos o esteros, debido a la disminución de su caudal,
 - aumento de concentración de pestidas, insecticidas o residuos industriales, debido a ese mismo fenómeno,
 - contaminación causada por peces muertos al disminuir, por ejemplo, el oxígeno libre,
 - contaminación por animales muertos en las cercanías de las tomas de agua potable,
 - lo anterior puede determinar la necesidad de incrementar o variar los agregados químicos al agua para disminuir riesgos sanitarios o turbiedad,
 - necesidad de construir (o poner en operación) fuentes alternativas de agua potable⁴⁰
- *Fuentes de aguas subterráneas:* De acuerdo a la duración del período de sequía, según las características hidrogeológicas locales puede haber nuevas demandas de aguas subterráneas
 - para los abastecimientos de emergencia de agua potable y también,
 - para el abastecimiento alternativo de industrias o usos agrícolas,
 - lo señalado puede implicar una disminución relativa del nivel freático de la napa lo que produciría una disminución del rendimiento de los pozos y una mayor altura de bombeo para obtener el caudal necesario

La situación anterior puede involucrar mayores costos de operación en los pozos de captación de agua que ya existían, incluyendo probablemente una disminución del rendimiento de los equipos de bombeo e inclusive—en ciertos casos—el riesgo de tener que pagar multas a la compañía eléctrica por corriente desviada
- *Fuentes alternativas de agua potable:* La necesidad de disponer de fuentes alternativas de agua potable (debido a la menor capacidad de las fuentes superficiales) puede llevar a la necesidad de:
 - construcción de pozos de emergencia y equiparlos en forma urgente para suplir el abastecimiento de agua potable;
 - utilizar pozos existentes de otros usos (industrial, deportivo o agrícola, por ejemplo) volcándolos al abastecimiento indispensable de agua potable para el servicio público

En resumen, los efectos esperados en los sistemas de abastecimiento de agua potable son:

- Pérdida o disminución del caudal de agua superficial y/o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Necesidad de consumo de agua que llega en camiones tanque, con la consecuente pérdida de calidad del agua y el incremento en los costos.
- Abandono del sistema.

⁴⁰ En muchos casos pueden con captaciones de aguas subterráneas como pozos profundos.