

agua



La protección de las captaciones

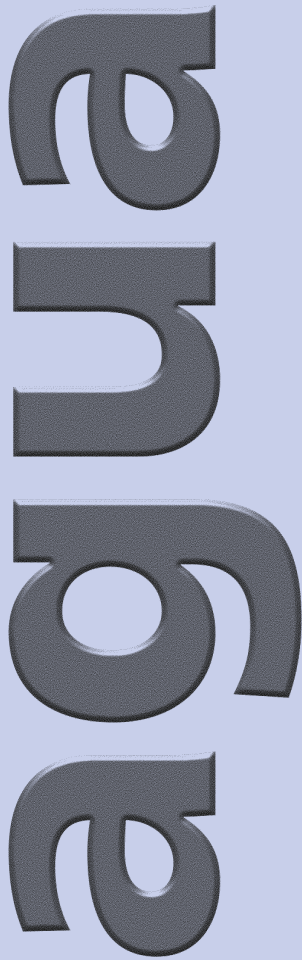


Organización Panamericana de la Salud
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional para las Américas
Oficina Regional para Europa
Organización Mundial de la Salud

La protección de las captaciones

OPS/HEP/99/36

La Organización Panamericana de la Salud /Organización Mundial de la Salud dará consideración muy favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, íntegramente o en parte, alguna de sus publicaciones. Las solicitudes y las peticiones de información deberán dirigirse a la División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, 525 Twenty-third Street, N. W., Washington, D.C. 20037, Estados Unidos de América, que tendrá sumo gusto en proporcionar la información más reciente sobre cambios introducidos en la obra, planes de reedición, y reimpresos y traducciones ya disponibles.



La protección de las captaciones

Prefacio

Abastecer a la población de agua potable es una de las tareas más fundamentales de las autoridades de salud pública. Pocas cosas son tan necesarias como el agua para una vida plena y satisfactoria, es decir, de calidad. Vivir con calidad es esencial para que las personas hagan uso de todos sus potenciales, realicen sus sueños y sean útiles a la comunidad. ¿Qué otra tarea puede tener mayor impacto en este sentido que abastecer de agua a la población?

Lamentablemente, en la realidad no siempre es posible cumplir bien esta tarea tan fundamental. Muchas veces, el consumo de agua suministrada causa graves problemas de salud y, en ocasiones, hasta puede producir la muerte. Esto ocurre porque el agua no tiene la calidad necesaria para el consumo humano. En otras palabras, no basta con abastecer de agua a la comunidad; el agua suministrada tiene que ser inocua para evitar que cause enfermedades.

A fin de que el agua tenga la calidad necesaria, es preciso, ante todo, protegerla de las distintas fuentes de contaminación. Prevenir siempre es mejor que remediar. Cualquier medida tendiente a prevenir la contaminación es mejor y más beneficiosa que todas las medidas adoptadas para recuperar la calidad perdida.

Por desgracia, los recursos hídricos destinados al abastecimiento humano son cada vez más escasos y su calidad es cada vez más pobre. Urge tomar cuanta medida sea posible o necesaria para proteger los manantiales de donde proviene el agua de consumo.

El presente fascículo tiene por objetivo presentar algunos de los conceptos y técnicas relacionados con la protección de nuestros recursos hídricos, que son, en última instancia, los surtidores del agua que tan grande influencia ejerce en la calidad de vida de la población.

J.E. Asvall
Director Regional
Organización Mundial de la Salud
Oficina Regional para Europa

George A.O. Alleyne
Director
Organización Panamericana de la Salud
Oficina Sanitaria Panamericana
Oficina Regional para las Américas
Organización Mundial de la Salud

Autoridades locales, este documento es para ustedes

Las Oficinas Regionales de la O.M.S. en Europa y las Américas, reciben regularmente solicitudes de información técnica o práctica acerca de un gran número de temas relacionados con la salud y el medio ambiente.

Para facilitar la respuesta a una parte de estas solicitudes, y con el fin de ayudar a las autoridades locales en la solución de sus problemas de salud y de medio ambiente, un grupo de expertos con el apoyo de un gran número de colaboradores han redactado la serie: "Autoridades locales, Medio ambiente y Sanidad".

Éste es uno de los fascículos de dicha serie. Las recomendaciones que encontrarán al final del mismo, se han ordenado por prioridad, con el objeto de facilitar el desarrollo de estrategias apropiadas para el contexto local.

Las recomendaciones identificadas con este símbolo son básicas para lograr un ambiente seguro y saludable. Las autoridades locales deberían implementar de inmediato acciones relacionadas con estas recomendaciones.

Las recomendaciones con este símbolo aportarán mejoras significativas en el estado de salud de la población y deberían considerarse como acciones prioritarias.

Estas recomendaciones mejoran la calidad de vida de su comunidad. Están relacionadas con el logro de un ambiente más saludable para su comunidad.

Las recomendaciones sin indicación de prioridad están diseñadas para ayudarlo a formular estrategias en el nivel local y, en general, no tendrán efecto directo sobre la salud.

Este fascículo ha sido preparado para ayudar a las autoridades locales a tomar decisiones debidamente informados. Los anexos contienen información práctica que ayudará al personal técnico y a los responsables de las relaciones públicas en su trabajo diario.

En la contraportada figura la lista de títulos publicados y los que están en preparación.

Xavier Bonnefoy, EURO/OMS
Asesor Regional en Ambiente y Salud/Ecología

Horst Otterstetter, AMRO/OMS
Director, División de Salud y Ambiente

Consejero científico



Jean-Luc Potelon
Ingeniero de ingeniería sanitaria, es responsable del servicio de Salud y Medio Ambiente del departamento de Isère (Francia). Posee una sólida experiencia de campo en lo relativo a la protección de las aguas de alimentación. Es asimismo profesor de la facultad de medicina de Grenoble y experto de la OMS.

La protección de las captaciones

Resumen

Las autoridades locales son generalmente responsables por la calidad del agua que se distribuye a la población. Por lo tanto, deben garantizar que esta agua sea siempre adecuada para el consumo humano.

Es mucho más fácil suministrar a la población agua de calidad satisfactoria si se tiene la seguridad de que los recursos hídricos que se utilizan, están en principio, libres de contaminación. Una de las condiciones para mantener la calidad natural de las fuentes de agua es adoptar una política pro-activa de protección de las captaciones.

Las dificultades que se encuentran para definir los perímetros de protección de las captaciones son muy similares de un país a otro: pueden ser de índole técnica, administrativa o financiera. Este documento tiene como objetivo proporcionar una guía práctica para facilitar el establecimiento de dichos perímetros de protección.

Tanto en el plano cualitativo como en el cuantitativo, el agua sigue siendo un problema esencial para las tres cuartas partes de la humanidad. La conservación y mejora de la calidad del agua destinada al consumo humano constituye una importante preocupación de la que las autoridades locales son, generalmente, las primeras responsables. La protección de las captaciones es una condición previa indispensable para alcanzar este objetivo.

La calidad de las aguas naturales está íntimamente ligada al saneamiento global del medio. Los vertidos de aguas residuales procedentes de las comunidades o las industrias, las prácticas culturales así como todos los demás usos del agua condicionan la calidad de los recursos destinados a la producción de agua destinada al consumo. De ahí que la instauración de una política de protección de captaciones deba ir acompañada de una reflexión global sobre el ciclo hidrológico y los usos del agua en la zona afectada.



La protección de las captaciones es indispensable para garantizar la distribución de un agua de una calidad satisfactoria

La contaminación de las aguas

La contaminación de las aguas se caracteriza por:

su naturaleza:

- ▶ física: temperatura, materias en suspensión, color, ...
- ▶ microbiológica: microorganismos tales como bacterias, virus, protozoos, ...
- ▶ química: contaminación mineral (sales, metales pesados, ...) o contaminación orgánica (pesticidas, hidrocarburos, disolventes, ...)

su origen:

- ▶ urbano: aguas residuales domésticas, aguas de lluvia, depósitos de basuras, ...
- ▶ industrial: residuos líquidos y sólidos procedentes de las actividades industriales (refinerías, papeleras,...), almacenamientos de productos (hidrocarburos, residuos industriales, ...) o extracción de materiales (minas, canteras,...)
- ▶ agrícola: prácticas de cultivos (abonos, productos fitosanitarios, ...), esparcimiento de las excretas de animales, industria agroalimentaria (mataderos, ...)

su distribución en el tiempo:

- ▶ permanente: infiltraciones procedentes de la lixiviación de descargas de residuos, ...
- ▶ accidental: ruptura de tuberías, vuelco de cisternas, ...
- ▶ temporales: productos fitosanitarios, productos para el desescarchado de calzadas, ...

su distribución en el espacio:

- ▶ difundido: origen agrícola, saneamiento in-situ, ...
- ▶ localizado: almacenamientos, industrias, vertidos urbanos, ...
- ▶ lineal: carreteras, vías férreas, cursos de agua, ...

Los efectos en la salud

El consumo de agua contaminada puede provocar la aparición de enfermedades de gravedad variable según el estado de salud y la edad de los individuos, o las condiciones higiénicas generales. Sin embargo, los efectos dependen, en primer lugar, de los tipos de microorganismos o sustancias ingeridas (ver los fascículos "Agua y salud" y "Desinfección del agua", de esta misma serie). En suma, existen dos grandes tipos de contaminación:

Efectos vinculados a la contaminación microbiológica:

Numerosos microorganismos, sobre todo de origen humano o animal, pueden ser responsables de enfermedades transmitidas por el agua. Las molestias ocasionadas por estos gérmenes son a menudo de una gravedad moderada, pero en ocasiones pueden llegar a ser muy graves (cólera, tífus, etc.).

El vertido, cerca a las captaciones de aguas residuales contaminadas por individuos enfermos o portadores sanos¹ de gérmenes patógenos² constituye la principal causa de contaminación microbiológica de los recursos de agua.

Efectos vinculados a la contaminación química:

La ingestión de sustancias químicas de origen mineral u orgánico, incluso en dosis mínimas, algunas veces puede originar riesgos a más largo plazo. Entre éstos, el riesgo de cáncer es el más temido por la población, si bien es, por lo general, relativamente limitado.

(1) Portador sano: individuo que alberga bacterias, virus o parásitos patógenos, pero sin presentar ningún síntoma de enfermedad.
(2) Patógeno: que puede provocar una enfermedad.

La distribución de un agua sin riesgos para la salud debe constituir una preocupación prioritaria de las autoridades locales. La protección de los recursos hídricos sigue siendo el objetivo básico para alcanzar este propósito.

Aspectos reglamentarios

La distribución de un agua no perjudicial para la salud pública se basa en la aplicación de dos principios fundamentales:

Una obligación de alcanzar resultados: cumplir con los requisitos de calidad

El agua destinada al consumo humano debe cumplir exigencias de calidad cuyos valores se fijan generalmente a partir de valores guía de la O.M.S.

Una obligación de usar medios adecuados: aplicar normas de higiene.

Para poder proporcionar un abastecimiento continuo de agua segura para la población, se deben respetar las normas existentes para la producción, tratamiento o distribución del agua potable. Estas normas complementan las medidas generales de protección de nuestro ambiente.

La adopción de medidas protectoras forma parte de estas obligaciones : todas las fuentes de agua utilizadas para abastecimiento público deben protegerse contra todos los tipos de contaminación.

Como regla general, las autoridades locales responsables por el abastecimiento de agua tienen a su cargo dicha tarea. Los servicios de salud les darán la asistencia técnica que puedan requerir, vigilando que realmente se apliquen y respeten todas las medidas relativas al suministro de un agua de calidad satisfactoria.

En la actualidad, un gran número de países cuentan con normas específicas para la protección de las fuentes de agua destinada al consumo humano.

La protección de las captaciones de agua de consumo

Principios:

La protección de las fuentes de agua, es parte de un enfoque global promovido por O.M.S., con el fin de:

- ▶ proteger la salud de las generaciones presentes y venideras,
- ▶ garantizar un desarrollo sostenible del planeta preservando los recursos,
- ▶ prevenir en vez de curar.

Objetivos:

La protección se basa en la delimitación territorial de zonas geográficas denominadas perímetros de protección. Esta tiene como principales objetivos:

- ▶ impedir la avería de las instalaciones de captación del agua;
- ▶ evitar el vertido de sustancias contaminantes que podrían afectar la calidad del agua captada;
- ▶ controlar el desarrollo de cualquier nueva actividad incompatible con la preservación de los recursos captados;



¡Una captación mal protegida!

- ▶ fortalecer las medidas de prevención y control en las zonas de captación.

El respeto de estos objetivos permite asimismo:

- ▶ preservar la calidad inicial del agua, lo cual restringe el uso de tratamientos costosos y sofisticados;
- ▶ mejorar la eficacia en el tratamiento del agua, como resultado de que las características del agua se mantienen lo más estables posible. El tratamiento corresponde a la calidad específica del agua natural: cualquier variación en las características químicas del agua puede, por tanto, reducir la eficacia del tratamiento que se está aplicando.

El establecimiento de perímetros de protección alrededor de las captaciones, debido a su papel de "escudo pasivo" contra las contaminaciones, constituye la mejor garantía para obtener de forma permanente un agua de calidad satisfactoria.

Las autoridades que tienen a su cargo el abastecimiento de agua son responsables por establecer los perímetros de protección alrededor de las captaciones, así como de garantizar su mantenimiento continuo.

Medidas prácticas:

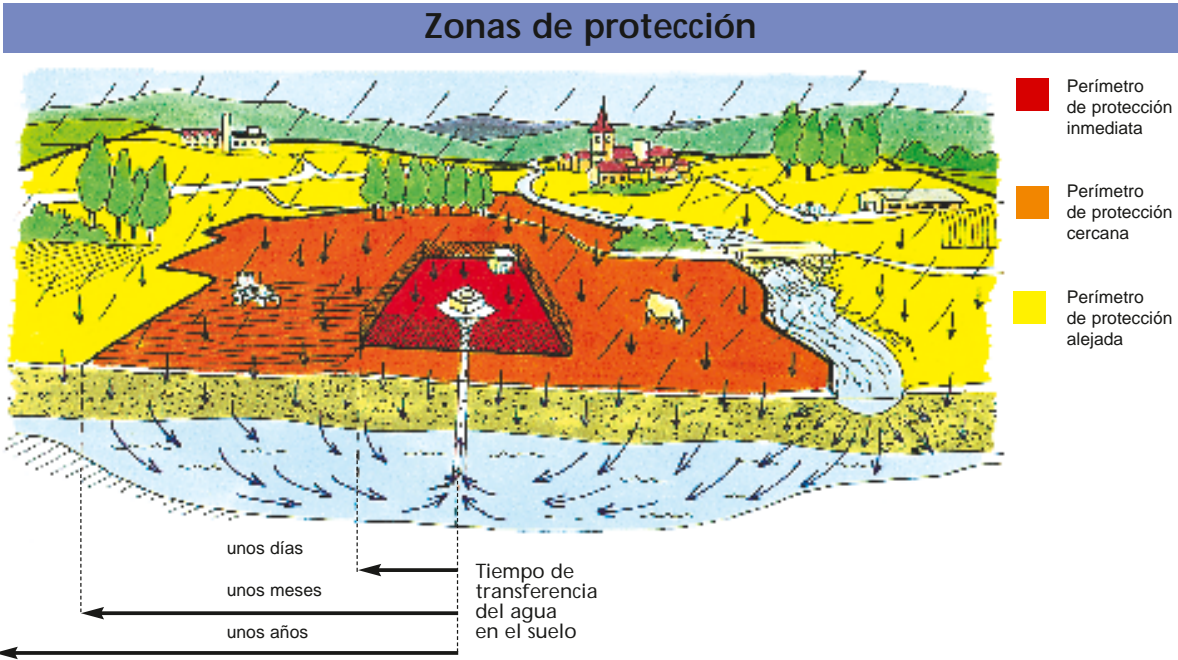
CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:

La mayoría de países que actualmente cuentan con normas para proteger las fuentes de agua subterránea han adoptado el principio de protección por medio de perímetros o zonas sucesivas. Generalmente consideran tres zonas:

El perímetro de protección inmediata (zona 1 o "zona alrededor del pozo") :

Sus límites se expresan a menudo en términos de distancia con respecto a la captación (desde varias decenas a unas pocas centenas de metros). En Bielorrusia por ejemplo, dicho perímetro, denominado "zona estricta de protección" abarca un área de 30 a 50 metros alrededor de las instalaciones de captación.

El perímetro de protección inmediata tiene como principal función "impedir el deterioro de las



instalaciones de captación o evitar el vertido de sustancias contaminantes en las zonas inmediatas a la captación" (Francia). Abarca los "puntos de penetración preferentes" (Suiza). Los terrenos comprendidos dentro de este perímetro deben ser adquiridos, cercados y mantenidos, por la autoridad responsable por operar este recurso hídrico. Cualquier actividad ajena a la operación y mantenimiento de la zona será prohibida.

Esta protección es especialmente apropiada para prevenir la contaminación microbiológica.

Por ejemplo, en las regiones en que las epidemias de cólera hacen estragos, la existencia y respeto del perímetro de protección inmediata alrededor de las captaciones constituye la medida más eficaz para proteger el agua de las contaminaciones producidas por dichos microorganismos. Sin embargo, en una situación semejante, la protección deberá complementarse de forma sistemática, como mínimo, con un tratamiento de desinfección del agua previo a la distribución de la misma (ver fascículo "La desinfección del agua").

El perímetro de protección cercana (zona 2 ó "zona de prevención"):

En la mayoría de países, su delimitación se basa en una evaluación de los riesgos de migración subterránea de las sustancias contaminantes. A menudo, se toma en consideración el tiempo de transferencia de un agente contaminante para determinar los límites de este perímetro: 50 días en el caso de Alemania; 10 días, en el de Suiza. Asimismo, se pueden emplear otros criterios (ver capítulo "Aspectos técnicos").

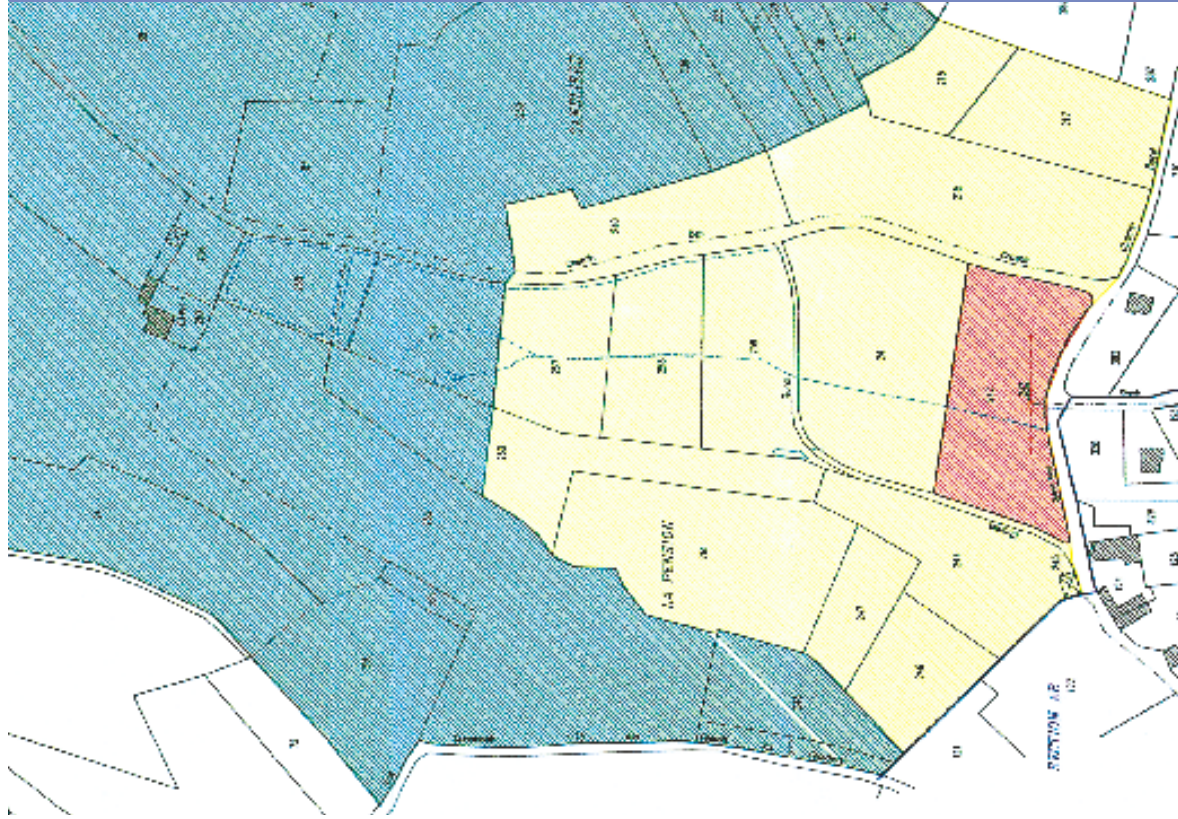
Las medidas de protección se imponen en forma de servidumbres³. Dentro de la demarcación de este perímetro (o en esta zona), se prohibirán o limitarán algunas actividades, tales como la construcción, agricultura, industria, depósitos de residuos, extracción de metales, vertidos de aguas residuales,...

El perímetro de protección alejada (zona 3 ó exterior):

Su definición y contenido son muy variables. En algunos casos, está pensado para la protección contra

(3) Servidumbre: restricción del derecho de uso del sol por razones de interés general.

Emplazamiento de captación y plano de los perímetros correspondientes



Los límites de los perímetros respetarán, en la medida de lo posible, los límites catastrales.



las contaminaciones químicas o radioactivas (Alemania). En Francia es facultativo, determinándose su creación únicamente si con ello se consiguen reducir los riesgos de forma significativa. En los Países Bajos, éste se define sobre la base de un tiempo de transferencia (de 10 a 15 años); en Bélgica, tomando como base una distancia (2000 m). En Austria, el perímetro de protección alejada está constituido por el conjunto de la cuenca alimentadora.

Dependiendo de los países, se podrán imponer en esta zona prohibiciones o sólo restricciones de actividades.

Las disparidades que presentan las reglamentaciones de los diferentes países en materia de protección de las aguas se explican fundamentalmente por las diferencias de contexto geológico e hidrológico. A modo de ejemplo, es imposible comparar el sistema de protección aplicado en los Países Bajos -país constituido por inmensas llanuras sedimentarias con muy bajo flujo de agua subterránea (< 50 m/año)- con las disposiciones vigentes en Austria, país montañoso con multitud de capas de reducidas dimensiones.

CAPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

Pocos países cuentan con normas para proteger las aguas superficiales. En general, los perímetros protegidos cubren las áreas sensibles a la contaminación situadas aguas arriba de las tomas de agua (tal es el caso de los ríos) o cerca a ellas (en el caso de los embalses). Las medidas de protección se refieren a:

- requisitos de calidad que deben cumplir los vertidos en las fuentes de agua,
- la adopción de mecanismos de protección en caso de contaminación,
- la vigilancia analítica y sistemas de alerta precoz.

En el caso de los embalses, la protección queda garantizada con la instauración de zonas o perímetros sucesivos alrededor del cuerpo de agua.

ESTUDIO DE CASO

El sistema de vigilancia de la calidad del agua que abastece al conglomerado urbano de Nancy (Francia)

Este conglomerado de 250,000 habitantes se abastece de las aguas superficiales procedentes del Río Mosela. Cuenta con un sistema de vigilancia que proporciona en forma continua, información sobre la calidad del recurso utilizado como fuente para el agua potable.

El sistema de vigilancia se basa en :

- la medición continua de diferentes parámetros químicos, como el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad, los hidrocarburos o los metales pesados,
- un dispositivo de muestreo a intervalos regulares que permite realizar análisis particulares en caso de contaminación y reconstituir historiales de calidad,
- un sistema de alerta mediante biodetectores basado en el registro de las reacciones de ciertas especies animales o vegetales a la contaminación de las aguas.

Los resultados de los análisis automáticos son teletransmitidos, permitiendo así que se dispare una alerta cuando un parámetro revela una modificación anormal de las características del agua.

Leyenda del mapa de la página anterior

Perímetro inmediato	
Perímetro cercano	
Perímetro alejado	
Toma (galerías de drenaje)	
Corriente superficial e infiltración	
Estanque-pantano	

Aspectos técnicos

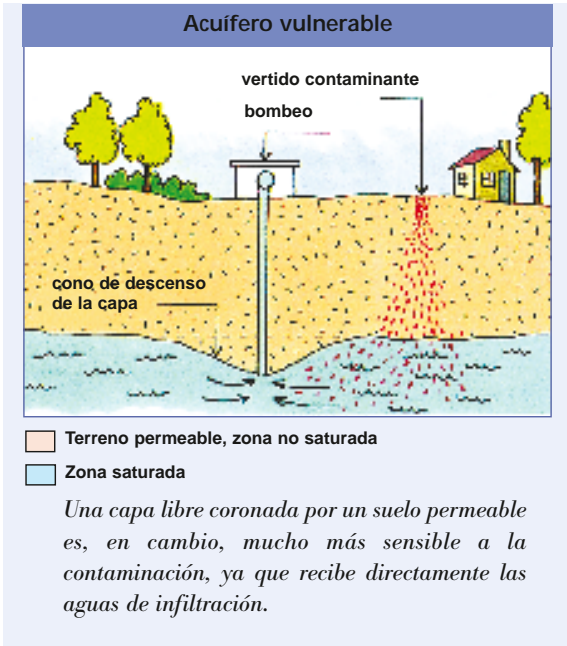
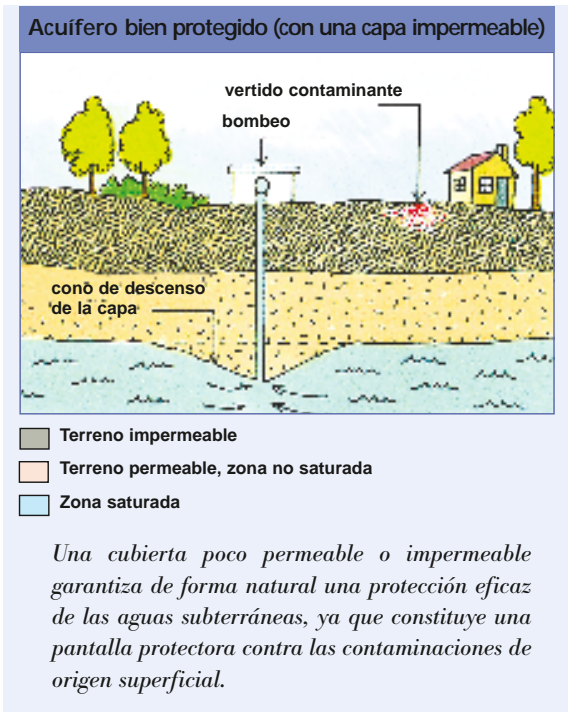
Las aguas subterráneas

Estos recursos presentan numerosas ventajas con respecto a las aguas de superficie. Con frecuencia están bien repartidos por el territorio y presentan características y caudales más regulares. También están mejor protegidos de las contaminaciones y de las variaciones climáticas. Además sus cualidades físicas, químicas y bacteriológicas los convierten, por lo general, en aptos para numerosos usos. Sin embargo, continúan siendo un recurso muy frágil.

Vulnerabilidad de las aguas subterráneas:

El impacto de una contaminación en el acuífero subterráneo está íntimamente vinculado a las condiciones hidrogeológicas locales. Esta vulnerabilidad depende de varios factores:

- del volumen de agua subterránea y su tasa de recarga,
- de la protección del acuífero.



- del espesor y la naturaleza de la zona no saturada (zona comprendida entre la superficie del suelo y la napa de agua): ésta condiciona no sólo el tiempo de transferencia de los contaminantes a la napa, sino también la eficacia de la depuración de las aguas de infiltración.
- la rapidez del flujo de las aguas subterráneas afecta los procesos de dilución, degradación, fijación o filtración de los contaminantes.

Es muy importante el estudio de esta diversidad de parámetros cuando se selecciona una fuente de agua, ya que ellos condicionan los límites de los perímetros de protección.

Siempre es preferible usar acuíferos naturalmente bien protegidos, que acuíferos vulnerables. La calidad del agua de estos últimos, muy a menudo requiere la aplicación de tratamientos complejos y costosos.

Criterios técnicos

La vulnerabilidad de la napa de agua es evidentemente el criterio fundamental para establecer los perímetros de protección. Los principales elementos para evaluar esta vulnerabilidad se han mencionado anteriormente. Sin embargo, existen otros factores que también son decisivos y deben tenerse en cuenta cuando se estudia la protección de las captaciones. Estos son:

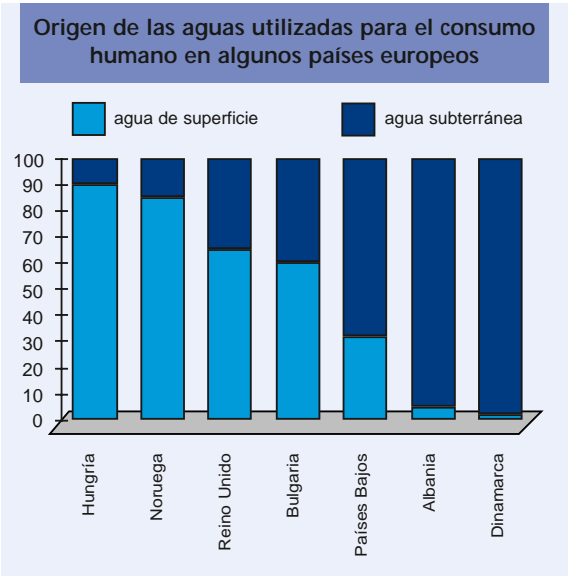
- evaluación de los riesgos de contaminación: para poder definir los perímetros de protección es necesario identificar las actividades potencialmente contaminantes, existentes o planeadas, en la zona de la captación y áreas vecinas.
- tendencias en la calidad: el conocimiento preciso de las características microbiológicas y químicas del agua proporciona información muy útil sobre el comportamiento de la napa de agua: sensibilidad a la contaminación, fluctuaciones estacionales de los parámetros químicos etc.
- consecuencias de la explotación del acuífero para el entorno y otros usos: se deben tomar en cuenta todos los usos (industrial y agrícola) del acuífero y la zona de profundización de la napa, creada por las operaciones de bombeo.

En algunos países, se pueden aplicar otras normas: distancia al pozo, tiempo de transferencia de un agente contaminante⁽⁴⁾, etc.

Las aguas de superficie (cursos de agua, lagos, embalses)

Bajo ninguna circunstancia el agua superficial debe usarse sin tratamiento, para el consumo humano: las aguas de superficie son muy sensibles a la contaminación. Además, es difícil conservar su calidad debido a la rapidez de propagación de los contaminantes. Por último, efectuar el control del

(4) Tiempo de transferencia: tiempo empleado por un agente contaminante para desplazarse desde un punto de vertido hasta la captación.



vertido usual o accidental de contaminantes en estas fuentes de agua, es una tarea delicada y a menudo impracticable.

En casi todos los casos el uso de agua superficial para el consumo humano, requiere la aplicación de tratamientos complejos y de medidas específicas adicionales para hacer frente a situaciones accidentales (redes de vigilancia, estanques de reserva, recursos de emergencia, reservorios de almacenamiento).

Por ello, la utilización de tales recursos siempre exige inversiones importantes y personal capacitado para la operación de las instalaciones.

Por tanto, sólo se recurrirá a las captaciones de agua de superficie en caso de indisponibilidad o insuficiencia de las aguas subterráneas.

Al fijar los límites de las zonas de protección alrededor de la captación de aguas superficiales, así como, las restricciones pertinentes en uso de la tierra, debe prestarse especial atención al tipo de actividades presentes aguas arriba del área de captación y a la calidad natural del agua.

Rol de las autoridades locales

Cuando las autoridades locales tienen bajo su responsabilidad el diseño, construcción y operación de los proyectos para abastecimiento público de agua, su misión incluye:

La elección del recurso:

Antes de elegir una nueva captación, siempre debe estudiarse la conveniencia del proyecto desde un punto de vista sanitario: el recurso elegido satisface las necesidades actuales y futuras de la población?

No existen otras posibilidades más fiables aunque su puesta en marcha sea más costosa? Será posible asegurar el cumplimiento de las restricciones en uso de la tierra dentro de los perímetros protegidos? Este mismo tipo de análisis debe efectuarse cuando se trata de proteger las captaciones existentes.

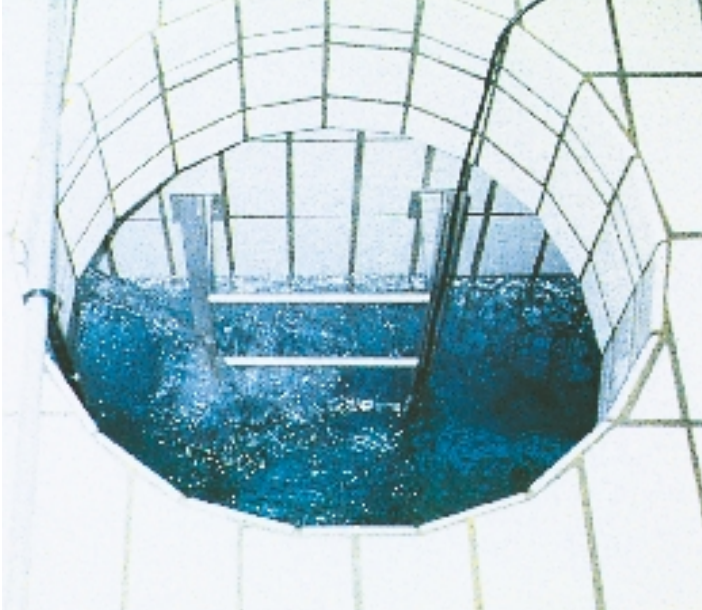
Los estudios técnicos

La delimitación de los perímetros de protección está basada en diversas informaciones que el responsable de la distribución del agua deberá reunir:

- presentación y justificación del proyecto,
- mapas y planos de la zona geográfica en cuestión, en especial mapas piezométricos y geológicos,
- estudios preparatorios o anteriores disponibles: contexto geológico e hidrológico, pruebas de bombeo, operaciones de trazado, sondeos, inventario de las fuentes de contaminación, etc.,
- estudio de la calidad de las aguas.

Estos documentos se transmiten a continuación a un experto en hidrogeología, cuya misión consiste en fijar las zonas de protección y la lista de actividades que conviene prohibir o reglamentar en cada perímetro. Las autoridades competentes de Salud Pública deberán oficializar las disposiciones relativas a la protección de las captaciones.

Estas gestiones son a menudo largas. No obstante, es indispensable llevarlas a término: el respeto de las reglamentaciones locales o nacionales vigentes garantizará con el tiempo una protección realmente eficaz.



Unas instalaciones bien concebidas facilitan las operaciones de mantenimiento

No se tomará una decisión hasta que no se hayan tenido en cuenta las ventajas e inconvenientes, y tras cotejar las proporciones costo/ventajas y costo/eficacia de las diferentes soluciones.

A pesar de su dificultad y su elevado costo, los estudios constituyen una condición previa inevitable en el caso de los recursos importantes. Podrán reducirse en función de las características locales o el número de habitantes a que abastecen.

Una vez llevados a cabo los estudios globales, se prepararán los informes de cada una de las captaciones.

La puesta en marcha in-situ

Una vez que se publica el acta oficial que establece los perímetros de protección, la autoridad local pertinente es responsable por tomar las acciones necesarias para poner en marcha las medidas que se han decidido. Estas medidas se refieren a:

- Los trabajos de puesta a punto o adecuación necesarios para la protección eficaz de las captaciones: cercado del perímetro de protección inmediata, trabajos de saneamiento o de drenaje, mejora de las instalaciones, aplicación de sistemas de vigilancia, etc.
- La adquisición de los títulos de propiedad de los terrenos comprendidos en el perímetro de protección inmediata, por la autoridad responsable por la operación del recurso. Adicionalmente, la

experiencia ha demostrado que ser propietario de todos los terrenos comprendidos por los demás perímetros de protección, es la solución más efectiva para el problema de controlar las actividades en esas zonas.

- Una acción concertada con los agricultores, industriales y la población afectada: por ejemplo, esta acción podría tomar la forma de un programa para mejorar la calidad del agua (reducción en el uso de fertilizantes, mejoras en las condiciones de almacenamiento de los desechos, etc.). La eficacia de la protección depende básicamente de la aceptación de las medidas de protección, por parte de la población y de los usuarios de la zona que se va a proteger.
- La aplicación de medidas legales para asegurar el cumplimiento de las medidas previstas, dentro de los perímetros protegidos: notificación sobre las restricciones en el uso de la tierra, contratos con los propietarios afectados, inclusión de cláusulas

específicas en los documentos de desarrollo urbano, etc. La existencia de documentos oficiales específicos y conocidos, garantiza que las medidas de protección continúen a través de los años.

- El establecimiento de medidas de seguridad y de alerta temprana, para identificar inmediatamente cualquier anomalía o acto de vandalismo.

Estas medidas irán debidamente acompañadas de una información general a la población residente en las proximidades. Esta sensibilización podrá tomar la forma de una simple información por escrito, de indicaciones en el emplazamiento o, aún mejor, de una animación real, como la organización de jornadas "de puertas abiertas" o la creación de senderos botánicos.

En algunos casos, las zonas protegidas podrán asimismo beneficiarse de la aplicación de otros procedimientos que refuercen aún más la noción de espacio natural: coto de caza, clasificación de reserva natural, etc.

ESTUDIO DE CASO

Un modelo de coordinación

Los trámites para aplicar las medidas de protección alrededor de las captaciones son muy difíciles y requieren una real coordinación entre los diferentes actores locales. Con este fin, en el Departamento de Isère (Francia) se ha organizado desde 1993 una nueva forma de cooperación: las autoridades nacionales y locales, expertos y representantes de las entidades operadoras de los sistemas de agua públicos y privados han fijado, de común acuerdo, un marco específico de intervención que abarca:

- la lista de las captaciones que hay que proteger con prioridad establecida según el consumo explotado, los riesgos de contaminación y el posterior interés del recurso (145 instalaciones de 1350 para la totalidad del Departamento),

- la descripción detallada del procedimiento que los participantes se han comprometido a respetar: dicha lista fija la función de cada servicio y los plazos necesarios para la ejecución de cada operación,
- el contenido del informe técnico relativo a la instauración de los perímetros: características geológicas y de las obras proyectadas, inventario de los riesgos de contaminación y de las actividades incluidas en las zonas de protección, etc.,
- la lista de servidumbres tipo para cada perímetro que permitan una actuación coherente en todo el territorio.

Estas normas se han establecido en un documento ampliamente difundido. Todos los responsables en cuestión ya las conocen y las ponen en práctica. Ello se traduce en una mayor eficacia y una mejor aplicación de las medidas de protección de las instalaciones así tratadas.

La vigilancia y el mantenimiento

A partir de la creación de una captación pública, se organizará, con o sin autorización oficial, una vigilancia regular. Ésta abarcará especialmente:

- la vigilancia territorial del conjunto de los perímetros y de las instalaciones: control de los

cercados y los accesos, supervisión de las actividades en las zonas de protección, etc.,

- el control analítico de los vertidos río arriba de las captaciones,
- la vigilancia del medio natural: muestreo regular del nivel de la capa en los diferentes puntos de observación, así como de la calidad del agua, etc.,

- control de los dispositivos de seguridad. Se programarán de forma regular ensayos con objeto de garantizar la eficacia de los mismos.

Por otra parte, el conjunto de las instalaciones y de los perímetros deberá ser objeto de un mantenimiento regular, detallado en anexo.

Aspectos económicos

Los gastos que conlleva la instauración de perímetros de protección se dividen del siguiente modo:

- constitución de la documentación inicial (análisis de agua, planos, estudios previos, informe hidrogeológico etc.);
- adquisición y cercado de los perímetros de protección inmediata;
- compensación a los propietarios (si aplicable), por la introducción de restricciones en el uso de la tierra;
- adecuación a los requisitos de las instalaciones dentro de los perímetros protegidos;
- mejoras específicas: acondicionamiento del lugar, drenaje, sistemas de vigilancia, etc.;
- información a los usuarios y al público en general.

La aplicación de las medidas de protección dentro de los perímetros a menudo impone limitaciones en las actividades económicas, que conviene evaluar con

Perímetros eficaces en el tiempo

Dado que estos perímetros se establecen generalmente de forma definitiva, las restricciones en el uso de la tierra y los límites de las zonas protegidas deben definirse teniendo en cuenta el desarrollo futuro previsto, como vías de comunicación (carreteras, autopistas, vías férreas) y grandes cambios en infraestructura.

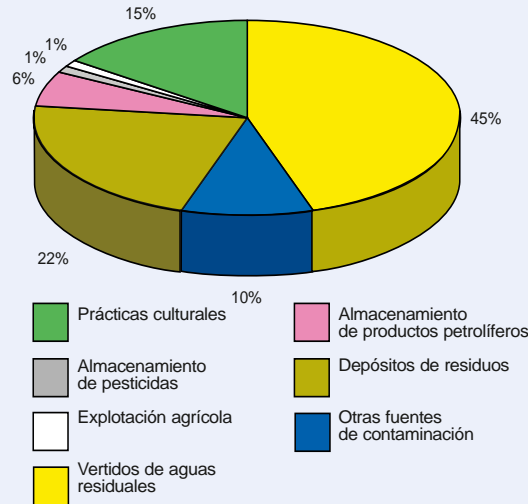
Las restricciones en el uso de la tierra deben formularse muy cuidadosamente, para evitar ambigüedad en la interpretación de las restricciones vinculadas con la protección del agua.

ESTUDIO DE CASO

Las inversiones relativas a la protección de las aguas en Hungría

Una encuesta, realizada en Hungría, sobre 1.600 tomas, esto es sobre el 75% de las captaciones existentes en el país, da como resultado que 576 de éstas están mal protegidas. El costo de la reducción de los riesgos de contaminación se reparte del siguiente modo, según la fuente de la misma:

Evaluación del reparto del costo de la protección según las fuentes de contaminación:



Queda claro que, independientemente del país, no se pueden comprometer a un mismo tiempo todas las inversiones necesarias para la protección de las aguas destinadas al consumo humano. Será conveniente, por tanto, establecer prioridades entre los trabajos que hay que realizar, dando preferencia especial a las captaciones que abastecen a las poblaciones más importantes.

respecto a sus beneficios para la salud. Debe garantizarse que las medidas propuestas son técnicamente viables y que seguirán siendo válidas y aplicables en el tiempo.

Recomendaciones



Distribuir de forma permanente, un agua sana en cantidad suficiente.

Usar recursos de la mejor calidad posible.

Dar preferencia al uso de agua subterránea de acuíferos bien protegidos naturalmente.

Evitar, en la medida de lo posible, recurrir a la captación de agua de superficie. Utilizarla únicamente, si no hay disponibilidad de agua subterránea ó si ésta es inadecuada.

Preferir proteger la fuente de agua, en vez de utilizar tratamientos complejos para el agua.

Proteger de forma permanente las captaciones

Instaurar perímetros de protección alrededor de las captaciones y poner en marcha las medidas que garanticen el respeto y la vigilancia de los mismos.

Asegurarse que la ocupación del suelo es y seguirá siendo compatible con los planes de desarrollo urbano, proyectos viales, o la ubicación de instalaciones industriales en las zonas sensibles.

Llevar a cabo una política de adquisición de los terrenos abarcados por los perímetros.

Garantizar un mantenimiento cuidadoso y regular de todas las facilidades: vías de acceso, cercados, dispositivos de seguridad, etc.



Velar por la información y la participación de la población.

Desarrollar una acción concertada con las poblaciones afectadas, cuando se trata de establecer los perímetros de protección.

Informar a los usuarios sobre los beneficios de esta protección.

Iniciar actividades de relaciones públicas, motivación y sensibilización en la comunidad afectada.

Sensibilizar a la población sobre la necesidad de realizar actividades de protección ambiental.

Referencias bibliográficas

- ▶ **"Directives de qualité pour l'eau de boisson"**, Vol. 1, Recomendaciones, 1994, O.M.S. Ginebra.
- ▶ **"Protection of bank-filtered drinking water resources"**, 1988, Proyectos O.M.S./P.N.U.D., Copenhagen.
- ▶ **"Guide méthodologique d'établissement des périmètres de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine"**, A. Lallemand-Barres, J.C. Roux, 1989, Ediciones del B.R.G.M., Orleans (Francia).
- ▶ **"Drinking water source protection"**, occasional paper series, M. D. Lee, T.F. Bastemeiser, 1991, IRC International Water and Sanitation Centre, La Haya, Países Bajos.
- ▶ **"La protection des captages"**, 1989, Cuadernos técnicos de la Dirección del Agua y de la Prevención de Contaminaciones y Riesgos, Ministerio de Medio Ambiente, Paris.
- ▶ **"Implantation, protection, surveillance, entretien des ouvrages de captage d'eau potable"**, 1989, Agencia de Agua Sena Normandia, Paris.



Instalaciones de captación y perímetros de protección que abastecen a una gran aglomeración

El agua

La protección de las captaciones

Anexo Técnico

Sumario

Ejemplo de programa de vigilancia y de mantenimiento de los perímetros y las captaciones

Un enfoque práctico de definición de los límites de perímetros de protección

Ejemplo de programa de vigilancia y mantenimiento de los perímetros y las captaciones

Para distribuir a los consumidores un agua de calidad satisfactoria, una captación de agua requiere una vigilancia y un mantenimiento regulares. Estos cuidados contribuyen a prolongar la vida de las instalaciones y limitan los riesgos de contaminación. Además, un edificio y un perímetro de protección inmediata mal conservados incitan a acciones ilícitas y peligrosas (almacenamiento, descarga no controlada, ...).

Los responsables de la distribución pública tendrán que definir y poner en marcha un programa de vigilancia y de mantenimiento adaptado a cada situación local, que podrá inspirarse en el siguiente modelo.

Cada semana

- ▮ limpiar el local de la estación de bombeo o de la sala de visita,
- ▮ investigar las eventuales fugas (bombas, juntas de estanqueidad, ...),
- ▮ controlar el estado de las aberturas (puertas, ventanas, cubiertas, registros, rejillas de ventilación, rejillas de salida de los sumideros, ...), del cercado, de la reja del perímetro de protección inmediata y de las cerraduras,

- ▮ garantizar las reparaciones, limpiezas y mantenimientos necesarios,
- ▮ registrar los caudales y los volúmenes del muestreo,
- ▮ comparar estos datos con los de las muestras anteriores, al objeto de revelar eventuales anomalías.

Cada mes

- ▮ medir el consumo de energía,
- ▮ si hay varias bombas, ponerlas en funcionamiento de forma alternativa,
- ▮ inspeccionar el perímetro de protección inmediata y sus aledaños, investigar sobre las eventuales fuentes de contaminación potencial.

Cada trimestre

En la captación:

- ▮ mantener los aparatos conforme a las prescripciones del instalador,
- ▮ verificar el funcionamiento de las válvulas, lubricarlas,
- ▮ verificar la ausencia de algas u otros seres vivos en el interior de la captación; su presencia es indicio de un mal estado de las paredes de las instalaciones.

Se tomarán todas estas precauciones para asegurar que los trabajos de mantenimiento en el lugar y cerca a la captación, no signifiquen riesgos de contaminación para la calidad del agua. En particular, no se almacenarán en el lugar las provisiones, y los materiales utilizados, tales como pinturas y revoques no deberán ser contaminantes ni tóxicos.

En el perímetro de protección inmediata:

- ▮ limitar el crecimiento de vegetales, cortándolos manual o mecánicamente (prescribir el empleo de herbicidas),
- ▮ talar los árboles y arbustos que crezcan en las proximidades de la toma, superando el nivel de las galerías o de los drenajes de captación y de los conductos de retorno y de sumidero,

- ▮ mantener las cubiertas de tierra que garantizan la protección térmica de las instalaciones

Cada año

- ▮ inspeccionar todo el perímetro de protección aproximada para comprobar si se respeta la reglamentación a la que está sujeto.

En pozos y perforaciones:

- ▮ en el caso de bombas sumergidas, controlar el aislamiento eléctrico,
- ▮ llegado el caso, controlar el estado del dispositivo antibloqueo,
- ▮ comprobar la estanqueidad del espacio anular entre las paredes de la captación y el terreno natural.

En el caso de manantiales:

- ▮ comprobar el estado de las cámaras de carga y de decantación, y limpiarlas (estregado y lavado a presión);
- ▮ estregar los sumideros.

Cada 2 años

- ▮ hacer pruebas de bombeo para verificar las características de la fuente de agua.

En manantiales:

- ▮ llegado el caso, comprobar el estado de las galerías de captación y acceso, limpiarlas,
- ▮ si procede, desmontar, limpiar y volver a montar (o reemplazar) el filtro del tubo de aducción,
- ▮ en caso necesario, reacondicionar las vías de acceso a la captación, que deben ser transitables en todo momento.

Cada 3 años

- ▮ inspeccionar todo el perímetro de protección alejada, comprobando que se respeta la reglamentación a la que está sujeto,

En todas las instalaciones:

- ▮ examinar y reacondicionar los elementos metálicos, plásticos o de madera del edificio: escalas, escaleras, balaustradas, peldaños...

En todos los pozos y perforaciones:

- ▮ examinar y, en caso necesario, reacondicionar el bordillo y su zócalo de apoyo.

En los manantiales:

- ▮ estregar las zanjass y limpiar el fondo de los arroyos que reciben los reboses.

Cada 6 años

- ▮ visitar el interior de las instalaciones para controlar su estado, estanqueidad, la presencia de cuerpos extraños..., utilizando, por ejemplo, fotografías, inspección por circuito de televisión o muestreos...,
- ▮ extraer las bombas de achicamiento, controlar su estado,

- ▮ comprobar la estanqueidad y la solidez de las instalaciones tabicadas: pabellón de captación, galerías, peldaños, partes visibles del revestimiento... Reacondicionarlas, en caso necesario, por medio de revoques que resistan la humedad y las fluctuaciones de temperatura (por ejemplo: revoques a base de plástico o silicona),

- ▮ volver a pintar (con pintura resistente a la humedad):

- las bombas, tuberías, válvulas...

- las partes metálicas y de madera (puertas, ventanas, etc.) de los edificios, así como los mismos edificios,

- ▮ desmontar y revisar los postigos,

- ▮ comprobar que se ha realizado bien el cambio de contadores, o que está programado.

Después de fuertes lluvias

- ▮ controlar las instalaciones de captación,

- ▮ comprobar que el agua no esté turbia ni tenga colorantes,

- ▮ inspeccionar la instalación, investigar eventuales infiltraciones de aguas superficiales,

- ▮ revisar la zona inmediata a la captación: si existen huellas de acumulación de agua o de lodo; prever el desvío del flujo y acondicionar el terreno.

Antes del invierno

- ▮ comprobar el estado de aislamiento térmico del local y, llegado el caso, del buen funcionamiento de los calentadores,

- ▮ garantizar, en caso necesario, la protección antitérmica de los conductos a la vista, válvulas, contadores y colectores,

- ▮ estregar las zanjass de evacuación de la escorrentía procedente de aguas arriba de la captación,

- ▮ mantener en buen estado el camino de acceso a la captación.

En verano

- ▮ garantizar la ventilación del local para evitar la condensación.

El carnet de operación y mantenimiento de las captaciones:

Todos los trabajos realizados en las instalaciones de captación deben anotarse cuidadosamente en un cuaderno de mantenimiento accesible en todo momento. Se anotarán en especial: las fechas de visita, las observaciones realizadas, las operaciones de control y de reparación llevadas a cabo.

Además, se llevará un expediente completo de las instalaciones: planos de las captaciones, informes periciales, planos de los perímetros de protección, certificados oficiales, resultados de análisis de agua, gráficos de evolución de la calidad del agua...

Esta documentación facilitará la localización de eventuales problemas de contaminación o de descenso de caudal, así como la toma de medidas adaptadas para garantizar la continuidad de la distribución.

Anexo técnico

Anexo técnico

Un enfoque práctico de definición de los límites de los perímetros de protección

En ausencia de datos hidrogeológicos locales precisos y en la imposibilidad de consultar con expertos competentes, se puede intentar definir los límites de los perímetros de protección y las restricciones en el uso de la tierra, usando algunos indicadores simples.

Este enfoque sólo puede aplicarse en instalaciones existentes, quedando pendiente la opinión de profesionales calificados, y excluyéndose cualquier proyecto nuevo. Su objetivo es evitar un deterioro irreversible de la situación y adoptar medidas inmediatas de conservación.

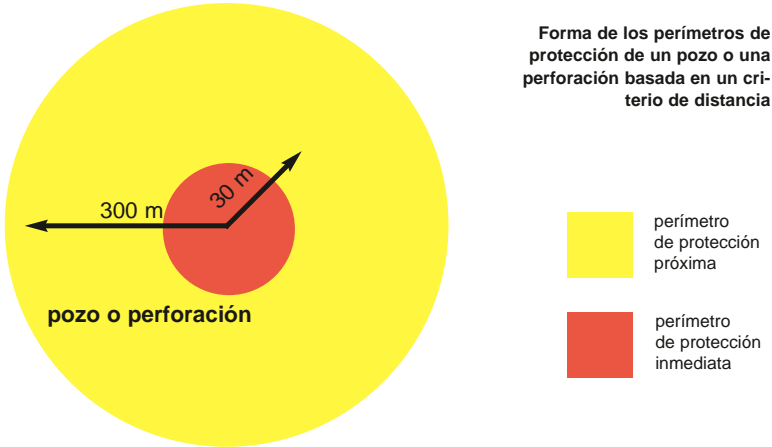
Los perímetros de protección cuya definición no se base en dictámenes de especialistas se considerarán siempre como provisionales. Deberán ser reexaminados lo antes posible por profesionales.

Las decisiones se podrán basar, por una parte, en un criterio de distancia para fijar los límites de los perímetros y, por otra, en las observaciones de campo para evaluar la vulnerabilidad de la napa de agua.

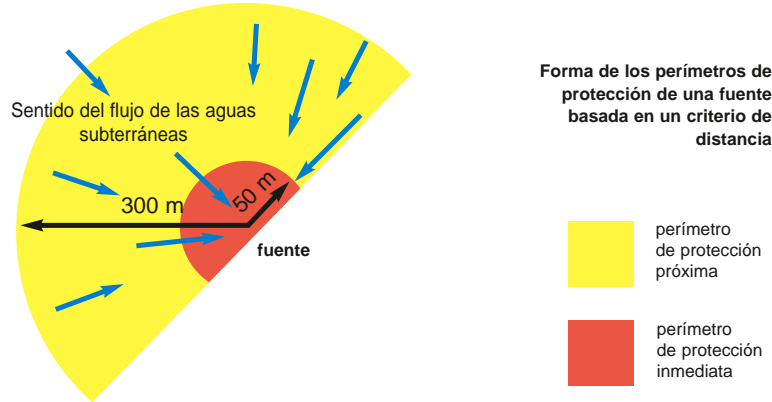
Criterio de distancias

Cuando se explote un recurso sin especial protección y no existe ninguna información de índole geológica o hidrogeológica, se fijarán alrededor de la captación, a título conservatorio, perímetros de protección cuyos límites podrán estar basados en criterios de distancia. La forma de éstos será:

- ▮ concéntrica en el caso de pozos y perforaciones: el radio del perímetro de protección inmediata será de un mínimo de 30 metros, y de 300 metros el del perímetro de protección próxima.



- ▮ en semicírculo con centro en la captación y orientado aguas arriba en el caso de manantiales: debido al origen más superficial del agua procedente de los manantiales, el radio del semicírculo que limite el perímetro de protección inmediata será de un mínimo de 50 metros, mientras que el radio del perímetro de protección próxima quedará a 300 metros.



Las observaciones de campo

Éstas permiten recabar datos sobre la vulnerabilidad del recurso.

- ▮ **estudio de las características del agua y en especial de sus tendencias:** el seguimiento de la turbiedad, la temperatura o la mineralización de un agua proporciona datos interesantes sobre la "sensibilidad" del recurso ante las variaciones climáticas, el origen del agua y los terrenos que éste atraviesa. En efecto, bruscas variaciones de estas características apuntan, a priori, un origen superficial sensible a los flujos de superficie, así como una gran vulnerabilidad del recurso debida, por ejemplo, a flujos en terrenos agrietados. Por ello, tendrán preferencia los recursos que presenten pocas variaciones de las características del agua y la menor turbiedad posible.

- ▮ **estudio de las variaciones de caudal (aplicable a manantiales):** del mismo modo, un manantial bien protegido, por lo general tiene caudales constantes o poco dependientes de la pluviometría. En cambio, variaciones bruscas del caudal deben hacer sospechar una extrema sensibilidad a las contaminaciones de superficie.

- ▮ **estudios piezométricos⁵:** la profundidad o la sensibilidad de la napa de agua a las variaciones climáticas puede evaluarse mediante un muestreo regular en



Aptitud de un suelo à la protección de una capa en función de un test de permeabilidad

varios puntos utilizados para observación del acuífero (pozos, piezómetros) ubicados cerca al lugar de la captación. El sentido del flujo del agua subterránea es, en cambio, difícil de definir sin ayuda de profesionales especializados.

- ▮ **estudio de la naturaleza del terreno de recubrimiento:** el estudio de las características del suelo es competencia de profesionales calificados. No obstante, se puede obtener una evaluación aproximada de la aptitud del suelo para proporcionar una protección satisfactoria al acuífero, estu-

diando las diferentes capas de terreno encontradas durante la excavación del pozo, o realizando un test de infiltración. Este test consiste en medir el tiempo de infiltración, de una altura de agua determinada, en agujeros excavados en diversos puntos del área de abastecimiento de la captación. Los resultados obtenidos pueden utilizarse para evaluar la capa superficial del suelo, según la siguiente tabla:

(5) Piezometría: técnica de medición de la profundidad del límite superior de una capa subterránea respecto a la superficie del suelo, mediante tubos hundidos en el suelo, denominados piezómetros.

Uso de un test de permeabilidad para determinar la aptitud de un suelo para proteger la napa del agua

Tiempo de infiltración	menos de 2 h	de 2 h a 5 h	de 5 h a 10 h	más de 10 h
Permeabilidad del terreno	más de 50 mm/h	de 50 a 20 mm/h	de 20 a 10 mm/h	menos de 10 mm/h
Aptitud del suelo para proteger la napa del agua	Mala	Mediocre	Regular	Buena

Conclusión	Emplazamiento desfavorable para la captación de agua subterránea. A falta de otras posibilidades, el agua captada en condiciones semejantes se debe considerar como un agua de superficie.	Emplazamiento poco favorable. A falta de otras posibilidades, sólo puede preverse la captación tras un profundo estudio geológico.	Emplazamiento posible. A condición de que se instauren amplias protecciones territoriales y servidumbres muy estrictas.	Emplazamiento favorable. No obstante, se deberán aplicar los perímetros de protección.
------------	---	---	--	---

Realización del test

- excavar agujeros de unos 10 dm2 de sección (agujeros cuadrados de 30 cm de lado) y de 50 cm de profundidad
- rascar las paredes de los agujeros de ensayo para eliminar las huellas de excavación y reestablecer el aspecto del suelo natural
- colocar en el fondo del agujero una pequeña capa de areno o gravilla para evitar la formación de una capa de barro impermeable en los sucesivos rellenados
- introducir 10 litros de aguas y mantener el nivel alcanzado añadiendo progresivamente agua durante 4 horas para saturar el suelo
- al cabo de estas 4 horas, dejar que el agua se infiltre por completo. Introducir entonces 10 litros de agua y medir el tiempo necesario para la filtración de dicho volumen de agua
- una vez finalizado el test, volver a tapar los agujeros con materiales naturales

© Organización Panamericana de la Salud, 1999

Las publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor. Reservados todos los derechos.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Secretaría de la Organización Panamericana de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Panamericana de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan en las publicaciones de la OPS letra inicial mayúscula.

La serie de fascículos "Autoridades locales, Medio Ambiente y Sanidad" ha sido originalmente publicada por la Oficina Regional para Europa de la OMS. La producción de la versión en español de esta serie, es un esfuerzo conjunto de dicha Oficina y de la Oficina Regional para las Américas, la cual ha traducido al español los textos y los ha adaptado a esta Región.

Agradecimientos:

La Oficina Regional para Europa de la OMS y la Oficina Regional para las Américas agradece la contribución de la Dra. H. Galal Gorchev, Sras. V. Horváth, G.I. Kourganskaia, señoritas Y. Smirnov, J.C. Roux, J.L. Godet, G. Alcaydé, P. Deltour, P. Marchandise, Ing. Horst Otterstetter (OPS), Ing. Rosario Castro (OPS) y Sra. Janet Khoddami (OPS) a la realización del documento, y a la D.D.A.S.S. de Saboya y la C.O.G.E.S.E. (Francia) por la cesión de fotografías.

Diseño: Oficina de Información Pública,
Organización Panamericana de la Salud

Anexo técnico

Notas

Lista de fascículos - Estado actual, marzo 1997

Aire

- ▮ Aire y salud
- ▮ La contaminación del aire en el interior de locales
- ▮ La contaminación atmosférica por la industria
- ▮ La contaminación atmosférica provocada por residuos y disolventes
- ▮ La contaminación del aire y la producción de energía
- ▮ El control de la calidad del aire
- ▮ El asma
- ▮ El aire y los problemas generales

Agua

- ▮ Agua y salud
- ▮ El seguimiento de la calidad del agua
- ▮ El plomo en el agua
- ▮ Los nitratos
- ▮ La eutrofización
- ▮ La protección de las tomas
- ▮ La desinfección del agua
- ▮ Tratamientos I
- ▮ Tratamientos II
- ▮ Mantenimiento y gestión de las redes de agua potable
- ▮ La seguridad de la distribución del agua
- ▮ Las aguas pluviales
- ▮ El saneamiento autónomo
- ▮ Estaciones depuradoras de las aguas residuales
- ▮ Mantenimiento y gestión de las redes de desagüe
- ▮ Las aguas para el tiempo libre

Residuos

- ▮ Residuos y salud
- ▮ Los vertidos
- ▮ La incineración de los residuos
- ▮ Los residuos de actividades sanitarias
- ▮ Tratamiento biológico
- ▮ Reciclaje de los residuos
- ▮ La reducción de la producción de residuos
- ▮ Los residuos tóxicos en las ciudades

Urbanismo

- ▮ Urbanismo y salud
- ▮ Suelos contaminados
- ▮ Ciudad verde, ciudad azul
- ▮ Urbanismo y aspecto socio-culturales
- ▮ Las redes urbanas
- ▮ Una visión de futuro
- ▮ Transportes y circulación
- ▮ Indicadores urbanos
- ▮ Las herramientas del urbanismo
- ▮ Administración y gestión
- ▮ Los equipamientos de proximidad
- ▮ La ciudad en bici o a pie

Ruido

- ▮ El ruido y la salud
- ▮ El ruido en la escuela
- ▮ Las discotecas
- ▮ El ruido y la circulación
- ▮ El ruido y los aeropuertos
- ▮ La insonorización de las viviendas
- ▮ Un entorno sonoro sano

Seguridad

- ▮ Estrategia local para la prevención de accidentes
- ▮ Prevención de accidentes infantiles
- ▮ Los accidentes de las personas mayores
- ▮ La seguridad de las viviendas
- ▮ La seguridad vial
- ▮ Prevención de incendios
- ▮ Prevención de inundaciones
- ▮ Las zonas de juego y ocio
- ▮ La seguridad en guarderías y colegios

Edificios

- ▮ Síndrome del edificio enfermo
- ▮ El plomo en el hábitat
- ▮ El hábitat y las energías
- ▮ Cocina y salud

Radiación

- ▮ Radón
- ▮ Los rayos ultravioleta
- ▮ Antes, durante y después de las situaciones de emergencia radiológica
- ▮ Los campos electromagnéticos
- ▮ Los residuos radioactivos

Toxicología

- ▮ El plomo y salud
- ▮ Las alergias
- ▮ Las intoxicaciones y la salud
- ▮ Los pesticidas y la salud
- ▮ El amianto y la salud

Higiene

- ▮ Los roedores
- ▮ Los mosquitos
- ▮ Los pájaros
- ▮ Los animales domésticos
- ▮ Las cucarachas
- ▮ La limpieza en la ciudad

Para mayor información, se puede consultar el sitio Internet:
<http://www.who.dk/tech/eh/ehs02e.htm>
<http://www.paho.org>

CEPIS

- Evaluación de riesgos ambientales
- Control de riesgos ambientales
- Laboratorios de salud ambiental
- Información en salud ambiental



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
y Ciencias del Ambiente
Centro regional de tecnología ambiental de la
Organización Panamericana de la Salud (OPS)

*La Organización Panamericana de la Salud agradece la colaboración financiera del
"Chlorine Chemistry Council" (CCC) en la impresión del presente documento*