

II. RECARGA ARTIFICIAL EN EL ABASTECIMIENTO A NUCLEOS URBANOS

Fundamentos del método

Experiencias realizadas a nivel mundial

II. RECARGA ARTIFICIAL EN EL ABASTECIMIENTO A NÚCLEOS URBANOS



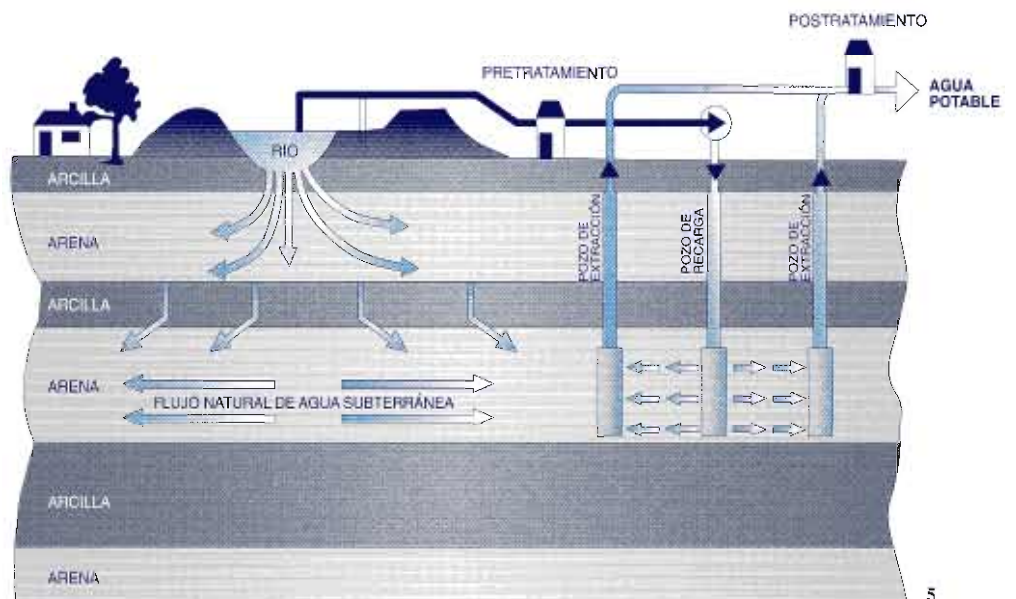
RECARGA ARTIFICIAL EN EL ABASTECIMIENTO A NÚCLEOS URBANOS

FUNDAMENTOS DEL MÉTODO

Esta faceta de la recarga artificial de acuíferos viene utilizándose desde hace años en una gran parte de los países de la Europa occidental, USA y Australia, constituyendo en algunos casos un apoyo muy importante, tanto cualitativa como cuantitativamente, a los abastecimientos urbanos de poblaciones en ocasiones muy conocidas.

La principal causa que obliga a los países europeos a utilizar la técnica de la recarga artificial de acuíferos como fuente de apoyo al suministro urbano debe buscarse en la mala calidad de las aguas superficiales de algunos ríos que los atraviesan o recorren (por ejemplo, el río Rin, cuyas aguas presentan un elevado índice de contaminación que no permite su utilización para consumo humano).

La recarga artificial actúa en esta aplicación como sistema depurador de las aguas, que al pasar por el filtro que supone el medio no saturado, se purifican y alcanzan niveles de calidad aptos para el consumo humano, convirtiéndose así en un sistema depurador de menor coste que las plantas industriales destinadas a tal fin. El tratamiento se completa, dependiendo de cada caso individualizado, con un pretratamiento del agua de recarga, que puede consistir, bien en un filtrado o en un tratamiento químico, y una vez reextraída el agua del acuífero, con un sistema de potabilización final antes de la puesta del agua en la red de abastecimiento. Un esquema tipo de una instalación de estas características se muestra en la figura adjunta.



El tratamiento de agua para abastecimiento urbano utilizando la técnica de la recarga artificial de acuíferos sigue un proceso, como el esquematizado en la figura, que se sintetiza a través de tres grandes fases: pretratamiento, recarga artificial y recuperación y post-tratamiento.

Para poder realizar este tipo de recarga artificial es necesario disponer, por una parte, de agua para recargar, y por otra, de terrenos adecuados que permitan una correcta depuración de los contaminantes que pudiera llevar el agua de recarga bruta.

La operación de recarga artificial puede realizarse de dos maneras diferentes:

- a) Infiltrar directamente en el suelo, bien a través de balsas, de sondeos, o de sistemas de aspersión, el agua de recarga, para incrementar así los recursos subterráneos.
- b) Bombear agua subterránea a través de pozos o sondeos situados cerca de cauces superficiales, lagos o lagunas, para inducir un descenso del nivel piezométrico que provoque a su vez una infiltración inducida del agua superficial, con lo que se consigue depurar ésta a medida que se infiltra en el terreno. Esta técnica se conoce con el nombre de recarga inducida.

EXPERIENCIAS REALIZADAS A NIVEL MUNDIAL

Las experiencias más notorias realizadas en otros países se resumen a continuación:

FINLANDIA. Es el primer país europeo que comenzó a utilizar la recarga artificial a escala industrial mediante el sistema de recarga inducida. En la actualidad dispone de 28 plantas de este tipo, con capacidades de hasta 21.000 m³/día. El porcentaje que la recarga artificial supone sobre el total del agua destinada a abastecimientos urbanos se cifra en el 9%, correspondiendo otro 9% a agua procedente de recarga inducida. La planificación hidrológica que se lleva a cabo en estos momentos en Finlandia prevé un uso de esta técnica a un nivel cada vez más importante como apoyo al suministro urbano de poblaciones.

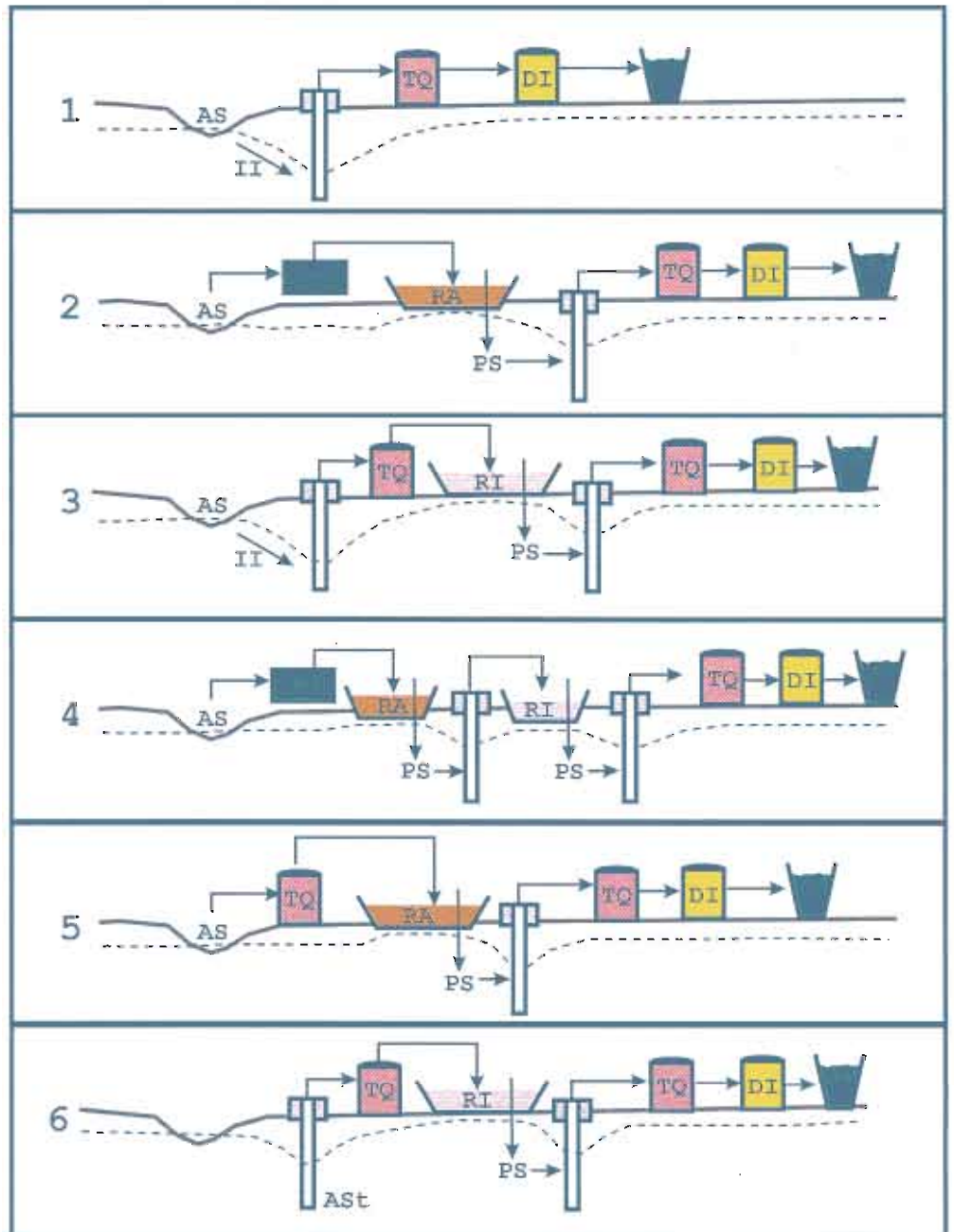
SUECIA. En el año 1995 la compañía suministradora de agua a Estocolmo, en coordinación con el Ayuntamiento, puso en marcha un macro proyecto, contemplado dentro de la Agenda 21 europea, que tiene por objeto determinar la viabilidad de utilizar la técnica de la recarga artificial, con aguas del lago Mälaren, que rodea la ciudad, en un acuífero que está conectado hidráulicamente con dicha masa de agua.

Se tiene previsto que el acuífero constituya la principal fuente de abastecimiento a la ciudad, cuya demanda para el año 2030 está estimada en 220 hm³/a.

La razón esgrimida para iniciar los estudios se concretó en evitar la contaminación que existe en las aguas del lago, así como en incrementar los índices de calidad del agua, aunque éstos no son excesivamente malos. El proyecto está todavía en fase de desarrollo. Se prevé que aún tardará unos diez años en estar operativo, aunque el propósito de utilizar la recarga artificial como alternativa al actual sistema de abastecimiento es firme.

Además de este proyecto, existen en Suecia otros sistemas de abastecimiento, situados en Ekerö, Eskilstuna, Gävle, Uppsala, etc, que utilizan la recarga artificial como fuente de agua. Estos sistemas abastecen a poblaciones con un número de habitantes comprendido entre 2.500 y 150.000 personas. Las capacidades de las plantas oscilan entre 1.000 y 55.000 m³/día. Todas estas plantas disponen de un post-tratamiento del agua antes de su puesta en la red, consistente bien en una desinfección con hipoclorito cálcico o sódico, o en una corrección del pH para minimizar los efectos corrosivos del agua. En la localidad de Kilafors, se utiliza un sistema de doble infiltración del agua, antes de suministrarla a la red, con objeto de eliminar el alto contenido en hierro que presenta el agua de recarga.

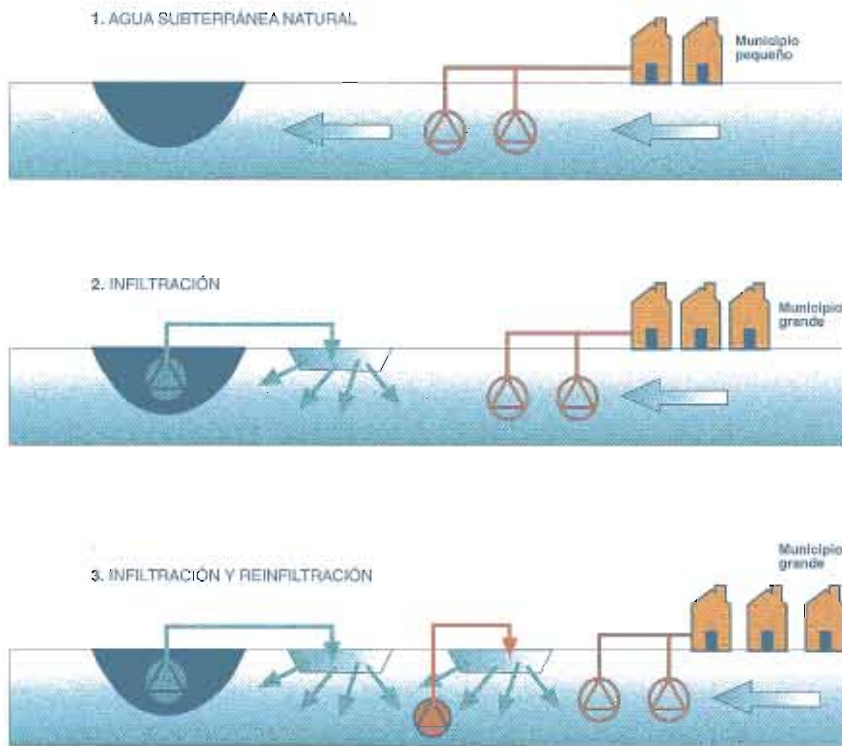
ESQUEMAS DE TRATAMIENTO SUELO-ACUÍFERO EMPLEADOS EN EL ABASTECIMIENTO A NÚCLEOS URBANOS



6

AS = Aguas Superficiales.
 II = Infiltración Inducida.
 TQ = Tratamiento Químico.
 DI = Desinfección.
 AB = Agua de Abastecimiento.
 ---- = Nivel Piezométrico.

ASt = Aguas Subterráneas.
 RA = Recarga Artificial.
 RI = Reinfiltración.
 PS = Paso a través del Suelo.
 PT = Pretratamiento.



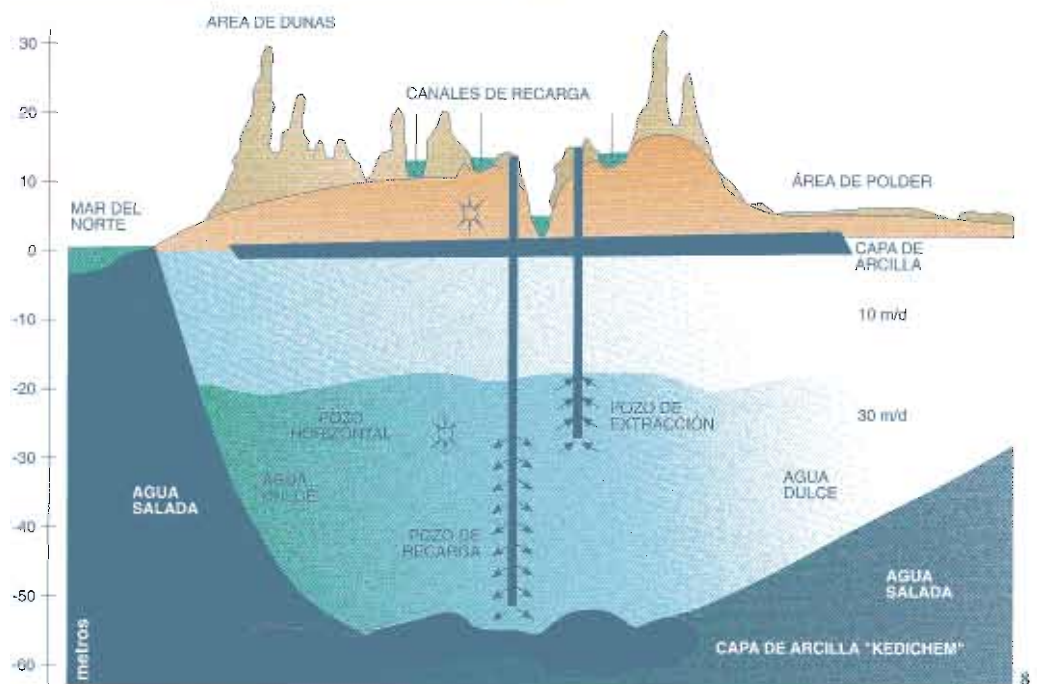
En algunas localidades de Suecia se utiliza un sistema de doble filtrado antes de recuperar el agua para el abastecimiento. El esquema es similar al mostrado en la figura.

ALEMANIA. En este país la recarga artificial con destino al abastecimiento urbano se aplicó por primera vez en 1875 en la ciudad de Chemnitz. Actualmente, el agua subterránea empleada en el abastecimiento urbano es de 3.100 hm³/a, representando esta cantidad el 63,5% del total destinado a tal fin. De estos 3.100 hm³/a, aproximadamente 520 hm³/a proceden de recarga artificial. Estas cifras dan una idea de la gran magnitud que esta técnica ha alcanzado en Alemania. En la actualidad esta técnica también se utiliza para preservación de zonas húmedas, recuperación y restablecimiento de niveles piezométricos en acuíferos, mantenimiento hídrico de lagos, almacenamiento subterráneo de recursos hídricos, e incluso desplazamiento de aguas subterráneas no deseadas por su mala calidad. En los últimos años, la planificación hídrica está aplicando esta tecnología para compensar balances deficitarios en los acuíferos, así como para infiltrar aguas procedentes de la escorrentía superficial generada por las tormentas.

DINAMARCA. En este país el 99% del agua suministrada para consumo humano es de origen subterráneo. De ahí que, en los últimos años, hayan tomado cada vez más importancia las experiencias de recarga artificial como apoyo al abastecimiento urbano. En la actualidad está operativa, desde el año 1994, una planta industrial experimental situada en la isla de Zealand, construida por la compañía de abastecimiento a Copenhague, que en 1997 infiltró, en un acuífero detrítico cuaternario, más de 300.000 m³ de agua procedente del lago Arreso, que tiene una elevada cantidad de algas, algunas tóxicas, así como de pesticidas. Los primeros resultados son esperanzadores, e indican que los contenidos en elementos no deseables se reducen considerablemente tras su paso por la zona no saturada. La compañía suministradora de agua a Copenhague espera que, en un futu-

ro no lejano, la recarga artificial esté integrada como un elemento más del sistema de recursos hídricos que suministra agua a la ciudad.

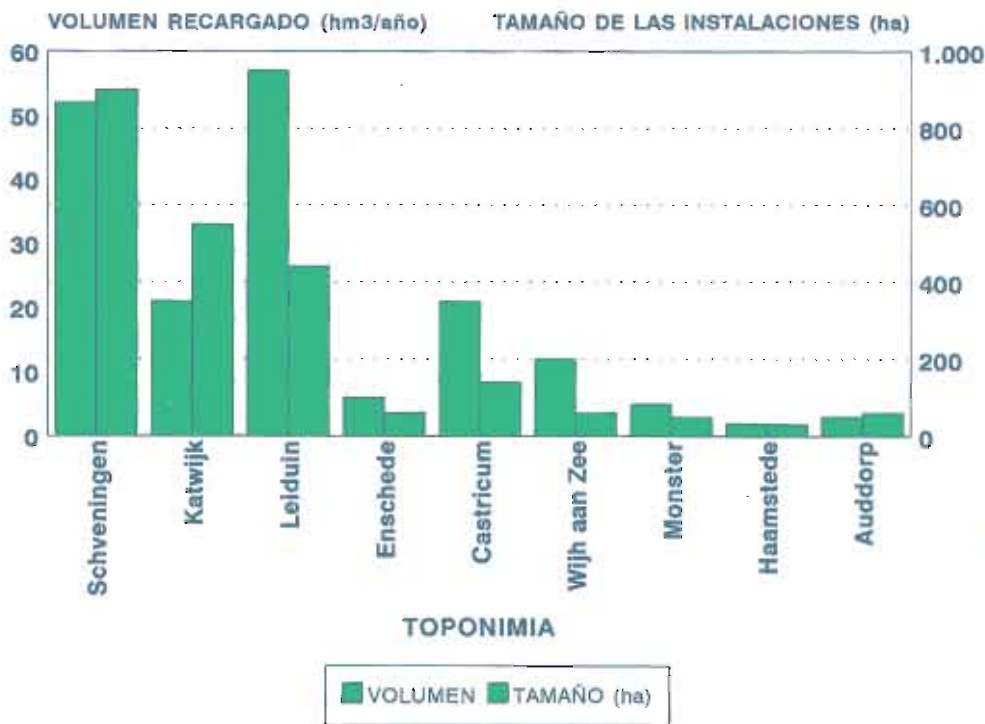
HOLANDA. Holanda es el país europeo donde la recarga artificial ha alcanzado un desarrollo mayor, no porque sea un país deficitario en recursos hídricos, que no lo es, sino porque la calidad de los mismos es muy mala, ya que, por una parte, los ríos que la atraviesan arrastran una carga contaminante muy importante adquirida en los países situados aguas arriba de Holanda y, por otra, porque la mayor parte de los acuíferos almacenan agua con alto contenido en sales.



En Holanda, el esquema-tipo de recarga artificial para uso en abastecimiento urbano utiliza infiltración tanto a través de balsas (superficial) como a través de pozos (profunda). El agua recargada se almacena en formaciones arenosas de alta permeabilidad y queda retenida en el acuífero por el agua salada que la rodea.

Los ejemplos de utilización de la recarga artificial en los abastecimientos urbanos son múltiples. En este sentido basta señalar que la ciudad de Amsterdam se abastece en un 65% con agua cuyo origen proviene de operaciones de recarga artificial, cuyas instalaciones se sitúan en una zona de dunas localizada en Zandvoort, a unos 30 km al norte de la ciudad. El agua del río Rhin se transporta hasta esa zona desde unos 55 km. Previamente a su infiltración en las dunas, se somete a un tratamiento de purificación, debido a la alta contaminación que este agua presenta. El sistema de recarga es una mezcla entre la infiltración en balsas o canales y la recarga en pozos profundos, que se utiliza para almacenar agua dulce a mayor profundidad. El agua suministrada posteriormente a la operación de recarga es de gran calidad. El sistema se ha extendido a otras ciudades del país como Rotterdam y La Haya.

En otros países europeos, como AUSTRIA, se utiliza la recarga artificial de acuíferos en Viena, en donde se abastece mediante esta técnica a dos distritos de la ciudad, con una superficie de unos 30 km². La recarga se incluye dentro de un sistema integral de gestión del agua construido en 1995, concebido para regularizar la posición del nivel freático y contribuir a la defensa contra avenidas. Mediante esta práctica, se consigue una mejora



Tamaño y volumen de agua recargado en las principales instalaciones de recarga artificial de Holanda.

apreciable de la calidad del agua del río Danubio, que posteriormente se utiliza en el abastecimiento de la ciudad.

En HUNGRÍA, se utiliza la técnica de la recarga inducida en el abastecimiento a Budapest, en una cantidad de 180 hm³/a. El agua utilizada en la operación de recarga procede del río Danubio que, en el proceso de infiltración a través del terreno, se depura. Posteriormente es recuperada mediante bombeo y puesta en la red de abastecimiento.

En Estados Unidos y Australia también se han puesto en marcha numerosos proyectos de recarga artificial, aunque los objetivos de los mismos se encaminan más hacia el suministro de agua para la industria o la agricultura que para el consumo humano, lo que no es óbice para que, en algún caso, éste sea también el objetivo de la recarga artificial. Los proyectos más conocidos a nivel mundial son los de California en USA y Adelaida en Australia. Las exigencias ambientales de la legislación en estos países son muy estrictas en cuanto a los parámetros de calidad de las aguas que se van a utilizar en la operación de recarga.

Hay otros países fuera de Europa, como son Kuwait, Líbano, Israel, Omán o Egipto, que también utilizan la recarga artificial de acuíferos con el propósito de servir de apoyo al abastecimiento urbano. En cada país, dependiendo de las fuentes de agua disponibles, se utiliza el método de recarga más apropiado para cada caso. Algunos de estos países ya tienen plantas operativas, mientras que en otros aún se está en fase de experiencias previas, pero en todos se considera a la recarga artificial como una fuente futura de suministro de agua a poblaciones.

La distribución porcentual del volumen de agua recargado artificialmente, sea cual sea el destino final de su utilización, se estructura según la siguiente asignación: Estados Unidos de América (85%); Unión Europea (13%); otros países del mundo (2%).