

LA RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS EN EL MUNDO. ESTADO DE LA CUESTIÓN Y EXPERIENCIAS

PRIMERA PARTE. ESTADO DE LA CUESTIÓN

FERNÁNDEZ ESCALANTE, A. Enrique. TRAGSATEC, MADRID
GARCIA RODRÍGUEZ, Manuel. Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid.

PALABRAS CLAVE

Recarga artificial de acuíferos, dispositivos, ASR, hidrogeología.

RESUMEN

En este artículo se presentan algunas notaciones acerca de la técnica de la recarga artificial de acuíferos, el estado de la cuestión, usos y requerimientos, para después presentar un inventario, elaborado con la mayor exhaustividad posible, de las instalaciones y dispositivos que hay funcionando en el mundo en la actualidad. Con la información disponible queda demostrado que esta técnica ha adquirido una gran popularidad a lo largo y ancho del planeta, mientras que en estado español se encuentra infrautilizada. El escrito pretende alentar el desarrollo de estas actuaciones en el estado español sobre un sustrato técnico, serio y riguroso.

1. INTRODUCCIÓN

La recarga artificial de acuíferos (en adelante AR¹ o MAR²) se ha configurado en los últimos años como una herramienta de gestión hídrica económica y de gran efectividad con respecto a las grandes obras hidráulicas, resultando una actividad de primer orden en varios países del mundo, como pueden ser Holanda, USA, Australia, etc.

En España se encuentra todavía en un estadio incipiente o experimental, a pesar de haber existido antecedentes de recarga artificial, al menos desde la época árabe, como son los *careos* alpujarreños o el sistema de diques y boqueras levantinos (*Díaz-Marta, 1989*).

¹ **AR:** Artificial Recharge. Se trata del acrónimo más empleado en foros internacionales de recarga artificial y en Internet (junto con "MAR). Se ha encontrado en tantas citas y documentación que, finalmente, se ha adoptado este término con el objetivo de homogeneizar.

² **MAR:** Este término tiene su origen en el grupo de trabajo para el estudio de operaciones de recarga artificial fundado por la AIH en 1998 dirigido por Ivan Jonson, donde fue modificado el término *AR (Artificial Recharge)* por *MAR (Management of Aquifer Recharge)* o gestión de la recarga de acuíferos.

Las primeras instalaciones modernas no comenzaron su andadura hasta los años 60, en los aluviales de los ríos Besós y Llobregat (*Custodio y Llamas, 1983*). Desde 1984 el IGME ha desarrollado actividades, en general en forma de experiencias piloto (*IGME, 2000d*) y desde el año 2001 el MAPA ha construido y ampliado al menos dos dispositivos en zonas regables de la provincia de Segovia: Cubeta de Santiuste y Carracillo (Galán et al, 2001 a y b).

El volumen anual medio de recursos hídricos resultantes de operaciones de AR asciende a 300-350 hm³/año (*IGME, 2000d*). Esta cifra está en desacuerdo con la estimación realizada por el Ministerio de Medio Ambiente, según el cual “*la cuantía total de recursos destinados de forma regular a recarga artificial en España es de difícil estimación, pero no debe alcanzar siquiera los 50 hm³/año*” (*MIMAM, 2000b, p. 170*). Si bien, la misma fuente considera que los resultados obtenidos en estas experiencias son esperanzadores.

Algunos de los obstáculos que encuentra la AR en este país para su desarrollo, de acuerdo con *Pérez Paricio (2000a y b)*, son:

1. El grado de conocimiento de su potencial, posibilidades, condicionantes y limitaciones es incipiente.
2. Visión principalmente hidráulica de la política relativa a la gestión de los recursos hídricos en el país, dejando relegados a un segundo plano alternativas como son la reutilización, gestión de la demanda, y por supuesto la AR, designadas como “*técnicas especiales*” en el Programa de Actualización del Inventario Hidrogeológico (PAIH) del MIMAM, capítulo 5, donde alude a la recarga artificial en la cuenca del Duero.
3. Escasez y falta de continuidad en las experiencias realizadas hasta la fecha, que en muchas ocasiones, ha estado en el ámbito de investigación. Las operaciones realizadas por el MAPA a este respecto van cobrando importancia creciente, si bien, la primera actuación de gran relevancia ha sido en el año hidrológico 2002/03 (Cubeta de Santiuste).
4. Escasa dedicación y tratamiento en las publicaciones de mayor divulgación de la gestión hídrica del país, como son los textos del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, LBAS, (*MOPTMA-MINER, 1994*), el Libro Blanco del Aguas en España, LBAE, (*MIMAM, 2000b*), etc.

Un método efectivo para combatir los obstáculos mencionados, consiste en la difusión de experiencias e investigaciones de programas multidisciplinarios de carácter científico-técnico, de manera planificada y rigurosa (*Pérez Paricio, 2000b*). Es precisamente en este contexto donde se pretende aportar una contribución para que la recarga artificial adquiera la consideración que merece en España.

Algunos autores han manifestado en distintos foros ponencias relativas a la aplicación de la recarga artificial en España, destacando opiniones relativas a la “falta de confianza en esta tecnología, muy probablemente por desconocimiento de sus potencialidades” (Fernández Rubio, 2001), o “la tendencia a sobreaprovechar los recursos superficiales” (Villarroya, 2002). Mientras, algunos ejemplos europeos y norteamericanos avalan su efectividad. El siguiente párrafo, relativo a la recarga artificial, ha sido extraído del LBAE (MIMAM, 2000b): “Los resultados obtenidos en estas experiencias son esperanzadores, aunque se han producido algunos fracasos que han sido fruto tanto de una falta de planificación y tecnología, como de un interés insuficiente por sus posibles beneficiarios, y escasa aportación económica para desarrollarlas.”

Ante tal panorama, se ha desarrollado el presente trabajo que, entre otras cuestiones, analiza el grado de desarrollo de esta técnica a nivel mundial, realizando un inventario a partir de la información recopilada con la mayor exhaustividad posible.

2. OBJETIVOS

Los objetivos inicialmente planteados han sido los siguientes:

- Iniciar un estudio del “estado de la cuestión” con vistas al futuro desarrollo de esta tecnología
- Estimar el grado de consideración que la técnica de la recarga artificial tiene en el resto del mundo mediante el inventariado de las experiencias y dispositivos existentes en la actualidad.



Fig. 1. Cartel indicativo de un ejemplo del desarrollo de obras y construcción de dispositivo de recarga artificial en el estado español.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las experiencias mencionadas han sido inventariadas a partir de la consulta de literatura hidrogeológica y de páginas web específicas disponibles en internet. Algunas experiencias han sido visitadas *in situ*.

4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este apartado se presenta un breve fondo teórico relativo a la recarga artificial de acuíferos.

La recarga artificial es “el conjunto de técnicas cuyo objetivo principal es permitir una mejor explotación de los acuíferos por aumento de sus recursos y creación de reservas, mediante una intervención directa o indirecta en el ciclo natural del agua” (*Freeze and Cherry, 1979*).

Consiste en la introducción de agua en el acuífero de manera no natural, para, entre otras cosas, incrementar la disponibilidad y/o mejorar la calidad de las aguas subterráneas (*Custodio y Llamas, 1983*).

Una visión más práctica de la técnica es la de Bouwer: “La recarga artificial de acuíferos consiste en disponer agua superficial en balsas, surcos, zanjas o cualquier otro tipo de dispositivo, desde donde se infiltra y alcanza el acuífero” (*en Bouwer, 2002*).

Otra definición de recarga artificial ha sido aportada por la UNESCO: “Aumento de la alimentación natural de agua subterránea a los acuíferos o embalses de agua subterránea suministrando agua a través de pozos, inundando o cambiando las condiciones naturales” (*en Unesco.org, 2002*).

El **objetivo** principal de la recarga artificial es aumentar los recursos hídricos subterráneos disponibles, y mejorar la calidad de las aguas (*ITGE, 1991; Bouwer, 2002*). Otros objetivos son: reducir la intrusión marina o salina continental, evitar procesos de subsidencia en el terreno, almacenar agua en el subsuelo, mejorar la calidad mediante técnicas de tratamiento de suelo y acuífero (SAT) o geopurificación, el uso de acuíferos como sistemas de conducción de agua, y proporcionar una fuente de abastecimiento subterráneo en aquellas zonas en las que, por tradición, se prefiere este recurso a las aguas superficiales. Otros usos de la recarga artificial en zonas volcánicas es la geotermia (*Bouwer, 2002*).

Las principales **ventajas** de la técnica son (*Martín-Alonso, 2003*):

- Incrementar las reservas en los acuíferos.

- Facilitar el transporte de agua a través del acuífero, reduciendo el uso de conducciones y tuberías.
- Mejorar y homogeneizar la calidad del agua.
- Reducir costes de bombeo, frenar la intrusión marina, y otros efectos consecuentes del ascenso del nivel freático en el acuífero.

Para ello es necesario realizar las siguientes actuaciones (*Lerner et al, 1990; Bouwer, 1999 y 2002*):

- Reducir e incluso eliminar el descenso del nivel del agua producido por sobrebombeo, que genera los consiguientes problemas de abandono de pozos que no penetran totalmente en el acuífero y/o reprofundización de los mismos con el coste adicional que ello conlleva.
- Utilización del acuífero como embalse regulador y almacén. Esto posibilita, por un lado, disminuir las pérdidas de agua por evaporación, y por el otro, facilitar a los usuarios la oportunidad de tener una cierta independencia de las intermitencias del ciclo hidrológico, y una favorable repartición temporal de los recursos, aumentando el rendimiento y la regulación de los recursos del agua.
- Utilización del acuífero como red de distribución, lo que permite evitar la construcción o instalación de conducciones de agua innecesarias y costosas.
- Compensación de la pérdida de recarga natural en un acuífero causada por actividades humanas, tales como encauzamientos, derivaciones de agua, construcción de obras civiles, etc.
- Evitar que las aguas de inferior calidad existentes en el acuífero se desplacen hacia las captaciones de buena calidad. Una técnica para evitar que el flujo contaminante llegue a la zona de explotación consiste en ubicar las zanjas o fosas de infiltración en posición intermedia entre las captaciones para abastecimiento y las zonas susceptibles de producir contaminación.
- Evacuación y depuración de aguas residuales urbanas, que, tras un tratamiento anterior a su infiltración en el terreno, son tratadas por el terreno de acuerdo con su capacidad de autodepuración.

En cuanto al estado de la cuestión dentro del estado español, se destaca que la extracción de aguas subterráneas en España es del orden de 5.500-6.500 hm³/año, lo que representa un 15-20 % del agua utilizada (LBAE, MIMAM, 2000b). De ellos son empleados entre 1.000 y 1.500 hm³/año para abastecimiento urbano, en torno al 25 % del agua total utilizada, mientras que los países limítrofes muestran porcentajes entre el 50 y 80 %.

Las aguas subterráneas presentan ventajas económicas, ambientales, de calidad y de garantía de suministro para abastecimientos públicos, ventajas

reconocidas por la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), que considera normal una utilización de aguas subterráneas para abastecimiento cercana al 75 % en países con potencial suficiente (Llamas, 2001).

En cuanto al regadío, en España aproximadamente se riega un 30 % de la superficie, con un volumen inferior al 20 % del total, debido a que es preciso emplear dotaciones menores que con aguas superficiales por la eficiencia del riego. A este respecto, conviene establecer parámetros de gestión hídrica, evaluando la eficiencia social y económica de los usos del agua, como fase previa para la asignación del recurso o el diseño del régimen económico-financiero.

En vista de estas necesidades hídricas, la recarga artificial se perfila como una técnica complementaria al embalsamiento superficial, como un nuevo parámetro de gestión efectivo y relativamente barato (Dillon, 1996).

En el V Congreso Nacional de Medio Ambiente, celebrado en Madrid en octubre de 2000, se apunta como un objetivo medioambiental la *“Integración de aguas subterráneas en la gestión hídrica.”* Para ello se considera una estrategia *“el aumento de la capacidad de regulación de un sistema de explotación utilizando los acuíferos de modo similar a los embalses de superficie.”* De este modo *“es posible regular las escorrentías mediante operaciones de embalse (recarga artificial incluida), y desembalse (bombeos o surgencias naturales).”* Por otro lado, son reguladas las *“reservas de renovación lenta, en estrategias de respuesta a sequías en que se planifica la reposición de las reservas vaciadas mediante recarga artificial o ralentización temporal de la explotación del acuífero, o como reservas disponibles una sola vez.”*

5. INVENTARIO

Por motivos operativos este apartado ha sido postergado para la segunda parte del artículo.

6. CONCLUSIONES

En general el número de experiencias de recarga artificial en los distintos países avalan su grado de aceptación y popularidad.

Algunos de los países donde hay más sistemas operativos de ASR/MAR son Australia, Holanda, USA, Reino Unido, Canadá, Alemania, República Surafricana, etc.

Existen además varios programas en desarrollo en Holanda, Nueva Zelanda, Tailandia, Taiwán, Kuwait, India, etc.

Actualmente esta técnica está infrautilizada en España, donde se encuentra todavía en un estadio incipiente o experimental. Hasta ahora, apenas ha recibido consideración por parte de la administración hidráulica del país. A pesar de haber varias experiencias, la mayoría son experimentales, mientras que tan solo tres dispositivos pueden ser considerados de “gran envergadura”, desarrollados en Cataluña y Castilla-León.

El volumen anual medio de recursos hídricos resultantes de operaciones de AR en España oscila entre 50 y el intervalo de 300 a 350 hm³ según distintas fuentes. Este volumen es incluso diez veces inferior al registrado en países como Holanda por operaciones de AR, si bien los datos oscilan entre límites anchos según las fuentes consultadas.

Algunos ejemplos europeos y norteamericanos de experiencias en recarga artificial de acuíferos, ASR y RBF, bien conocidos por la Administración General del Estado y los responsables de la gestión hídrica en el estado español, avalan la efectividad de la técnica. Tal ejemplo podría y debería influir en su progresiva implantación, ya que convergen los principales condicionantes necesarios en gran parte de la geografía peninsular.

Este inventario puede servir para tomar conciencia de la importancia que ha adquirido la técnica MAR a escala mundial, y como un paso más en aras de fomentar la recarga artificial de acuíferos, su conocimiento e importancia, en fomento de la divulgación y educación ambiental.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acreman, M. (2000). “*Hidrología de los humedales.*” Medwet nº 10. Conservación de humedales mediterráneos. Tour du Valat, Arlés, Francia.
- Bouwer, H. (1999). “*Artificial recharge of groundwater: systems, design, and management.*” In: Mays LW (Ed.) Hydraulic design handbook. McGraw-Hill, New York, pp 24.1–24.44
- Bouwer, H. (2002). “*Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering.*” Hydrogeology Journal, volume 10, nº 2, abril 2002.
- Cook, M.C. & Moncaster, S. (1998). “*ASR feasibility testing of the semi-confined Cretaceous Chalk aquifer of South Essex, England.*” Artificial recharge of groundwater, Peters, J.H. (ed). Proceedings of the 3th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, TISAR 98, Ámsterdam, Netherlands, 21-25 September 1998. Ed. Balkema, Róterdam.
- Custodio, E y Llamas, M.R. (1983). “*Hidrología Subterránea.*” Ed Omega. Barcelona. 2 vols: 1-2450.
- De La Orden, J.A., López-Geta, J.A. y Murillo, J.M. (2003). “Experiencias de recarga artificial de acuíferos realizadas por el IGME en acuíferos detríticos.” Boletín Geológico y Minero. Volumen 114, nº 2, abril-junio de 2003. I.G.M.E- M.C.T.

- De los Cobos, G. (2002). *"The aquifer recharge system of Geneva, Switzerland: a 20 year successful experience."* Management of Aquifer Recharge for Sustainability, Dillon, P.J. (ed). Proceedings of the 4th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, Adelaide, South Australia 22-26 September 2002. Balkema Publishers-AIH, The Netherlands.
- Díaz-Marta, M. (1989). *"Esquema histórico de la ingeniería y la gestión del agua en España."* Revista de OP nº 13, España y el Agua I. Otoño 1989 pg.8-23.
- Dillon, P.J. (1996). *"Economics of ASR: System and users perspective."* Aquifer Storage and Recovery. Centre for Groundwater Studies. Adelaide, Australia. 1-2 october, 1996.
- Fernández Escalante, A.E. (2004). *"Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Criterios técnicos derivados de la experiencia en la Cubeta de Santiuste (Segovia)."* Tesis Doctoral. Inscripción: septiembre de 2004. Pendiente defensa. Universidad Complutense de Madrid.
- Fernández Escalante, A.E., & López, J. (2002a). *"Contribution to the hydrogeological knowledge of an artificial recharge area based on hydrochemical investigation. Los Arenales site, Duero basin, (Spain)."* Management of Aquifer Recharge for Sustainability, Dillon, P.J. (ed). *Proceedings of the 4th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, Adelaide, South Australia 22-26 September 2002.* Balkema Publishers-AIH, The Netherlands.
- Fernández Rubio, R. (2001). *"Las aguas subterráneas en el Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional."* Club Español del Medio Ambiente. Revista Tecnoambiente Nº 106 Año XI.
- Freeze, R.A., Cherry, J.A. (1979). *"Groundwater."* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 604 pp.
- Galán, R, Fdez Escalante, A.E. y Martínez, J. (2001b). *"Contribuciones al estudio hidrogeológico para la recarga artificial del acuífero de la Cubeta de Santiuste. (Segovia)."* VII Simposio de hidrogeología, AEH, Murcia.
- Galán, R., López, F., Martínez, J., Macías, C., Galán, G. y Fdez. Escalante, A.E. (2001a). *"Recarga artificial del acuífero de los Arenales en la comarca de "El Carracillo" (Segovia). Soporte físico."* VII Simposio de hidrogeología, AEH, Murcia.
- Grischek, T., Madeleidt, W. & Nestler, W. (2002a). *"River bed specifics and their effect on bank filtration efficiency."* Management of Aquifer Recharge for Sustainability, Dillon, P.J. (ed). Proceedings of the 4th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, Adelaide, South Australia 22-26 September 2002. Balkema Publishers-AIH, The Netherlands.
- Grischek, T., Schoenheinz, D. Worch, E. & Hiscock, K. (2002b). *"Bank filtration in europe- an overview of aquifer conditions and hydraulic controls."* Management of Aquifer Recharge for Sustainability, Dillon, P.J. (ed). Proceedings of the 4th International Symposium on Artificial Recharge of

- Groundwater, Adelaide, South Australia 22-26 September 2002. Balkema Publishers-AIH, The Netherlands.
- Haeffner, H., Detay, M. & Bersillon, J.L. (1998). "*Sustainable groundwater management using artificial recharge in Paris region.*" Artificial recharge of groundwater, Peters, J.H. et al. (ed). Proceedings of the 3th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, TISAR 98, Ámsterdam, Netherlands, 21-25 September 1998. Ed. Balkema, Róterdam.
 - IGME. (2000d). "*Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias.*" MCT.
 - ITGE. (1991). "*Tecnología básica de la recarga artificial de acuíferos.*" Serie: Lucha contra la contaminación.
 - ITGE. (2000a). "*Recarga artificial de acuíferos.*" ITGE.-Exma.Dip. Provincial de Alicante.
 - ITGE. (2000b). "*Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias.*" ITGE. Ministerio de Ciencia y Tecnología (e.a. M.C.T).
 - Laszlo, F. (2003). "*The Hungarian Experience with Riverbank Filtration.*" Riverbank filtration: the future is now!. Proceedings of the Second International Riverbank Filtration Conference. Melin, G. (Ed.). September 16-19, 2003. Cincinnati, Ohio. National Water Research Institute. Fountain Valley, California.
 - Lerner, D.N., Issar, A.S. & Simmers, I. (1990). "*Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural resource.*" IAH Int contribution Hydrogeology, 8. Heinz Heise, Hannover, 345 pp.
 - Llamas, M.R. (2001). "*Aguas subterráneas: retos y oportunidades.*" Fundación Marcelino Botín. Ediciones Mundi-prensa.
 - Madsen, B., Henriksen, H.J. & Knudby, C. (1998). "*The national water resource model developed for the assessment of the distribution and protection of the Danish groundwater resources.*" En Brahma et al. IAH/AIH joint conference Gambling with groundwater – physical, chemical and biological aspects of aquifer stream relations, p 219 – 226.
 - Martín-Alonso, J. (2003). "*Combined Use of Surface Water and Groundwater for Drinking Water Production in the Barcelona Metropolitan Area.*" Riverbank filtration: the future is now!. Proceedings of the Second International Riverbank Filtration Conference. Melin, G. (Ed.). September 16-19, 2003. Cincinnati, Ohio. National Water Research Institute. Fountain Valley, California.
 - Menció, A., Mas-Pla, J. y Vilanova, E. (2003). "*Análisis de las posibilidades de la recarga artificial de aguas residuales en el contexto hidrológico de la cuenca del río Onyar (Cuencas internas de Cataluña).*" Presente y futuro del agua subterránea en España y la Directiva Marco del agua. Medidas de corrección. Zaragoza, 20-22 de noviembre de 2002. IGME.
 - Miettinen, I., Lehtola, M., Vartiainen, T. & Martikainen, P. (2003). "*Microbial Regrowth in Artificially Recharged Groundwater: Experiences from a 4-Year Project.*" Riverbank filtration: the future is now!. Proceedings of the Second International Riverbank Filtration Conference. Melin, G. (Ed.). September

- 16-19, 2003. Cincinnati, Ohio. National Water Research Institute. Fountain Valley, California.
- MIMAM. (2000b). "*Libro Blanco del Agua en España 2000 (LBAE)*." MIMAM. Madrid. 637 pp.
 - Montgomery, H. (1987). "*U.K. Experience in the ground water recharge of threated sewage: Potential for irrigation purposes.*" *Irrig. & Drainage Eng.*
 - MOPTMA.-MINER (1994). "*Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (LBAS)*." Serie Monografías. Secretaría General Técnica del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
 - Murillo, J.M. (2000). "*Recarga artificial de acuíferos o como introducir y almacenar agua en los acuíferos.*" *Terralia*. La revista independiente del medio rural. Año 4. nº 15. Junio de 2000.
 - Murillo, J.M., de la Orden, J.A. y Rodríguez, L. (2001). "*La recarga artificial como técnica de recuperación de acuíferos contaminados. Aplicación a la Plana de Vergel (Alicante)*." IGME., 2001.
 - Murillo, J.M., Durán, J.J., Orden, J.A. de la, López Geta, J.A. (2002). "*Experiencia piloto de recarga artificial en el acuífero de Mitidja (Argelia)*." Curso de recarga artificial de acuíferos." IGME.- Agencia Española de Cooperación Internacional. Técnicas Hidrogeológicas y de Servicio.
 - Pavelic. P., & P. Dillon. (1996). "*The impact of two seasons of stormwater injection on groundwater quality in South Australia.*" *Proc. of the Internat. Symp. on Artificial Recharge of Groundwater (Helsinki, Finland): 105-110.* Edited by A-L. Kivimaki and T. Suokko.
 - Pérez-Paricio, A. (1999b). "*Site description Cornellà, Spain.*" Proyecto Europeo de Recarga Artificial de Acuíferos. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona.
 - Pérez-Paricio, A. (2000a). "*Integrated modelling of clogging of artificial recharge systems.*" Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.
 - Pérez-Paricio, A., Benet, I., Ayora, C., Saaltink, M. y Carrera, J. (2000b). "*CLOG: A code to address the clogging of Artificial Recharge systems.*" Simposio international: Computer Methods for Engineering in Porous Media, Flow and Transport, 28/9 al 1/10 de 1998. Giens (Francia). Ed.: J.M. Crolet.
 - Pyne, D.G. (1998). "Aquifer storage recovery: Recent developments in the United States." *Artificial recharge of groundwater, Peters, J.H. et al. (ed). Proceedings of the 3th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, TISAR 98, Amsterdam, Netherlands, 21-25 September 1998.* Ed. Balkema, Róterdam.
 - Sandlund, O.T., & Viken, Å. (Eds.) (1997). "*Report from Workshop on Freshwater Biodiversity.*" Selbu, Norway, 5.-7. June 1997. The Trondheim Conferences on Biodiversity.
 - Silgado, A., Román, J, Martín, M. y Mantecón, R. (2002). "*Uso eficiente del agua en cuencas optimización de la gestión de los recursos hidráulicos mediante la recarga artificial. Experiencias en la cuenca del Guadalquivir.*" Internet: <http://www.unesco.org>.
 - Tuinhof, A & Heederik, J.P. eds. (2002). "*Management of Aquifer Recharge and Subsurface Storage. Making Better Use of Our Largest Reservoir.*" Papers of Seminar Wageningen. 18 - 19 December 2002. Netherlands

National Committee for the IAH in cooperation with Netherlands Hydrological Society.

- Tuinhof, A, Olsthoorn, T., Heederik, J.P. & de Vries, J. (2004). "*Management of Aquifer Recharge and Subsurface Storage. A promising option to cope with increasing needs.*" Netherlands National Committee for the IAH in cooperation with Netherlands Hydrological Society.
- Valdés, J.L. (1992). "*Experiencias de recarga artificial en los acuíferos del Río Llobregat y Río Besòs.*" Aguas de Barcelona (AGBAR), Barcelona
- Villarroya, F. (2002). "*El marco de la Directiva Marco.*" Jornadas técnicas sobre la gestión y el control del agua frente a la Directiva Marco. UAM-CY-II.
- <http://www.cgwaindia.com/success.htm>
- http://www.earthetc.com/ecwearth/asps/ecwearth_frame.asp?Image=geodetic/world/landsat742
- <http://www.iah.org/recharge>
- <http://www.csir.co.za>, 2002