

Solución 2: Abastecimiento mediante pozo de perforación/tubular con bomba

El abastecimiento mediante pozo de perforación es una solución ampliamente utilizada en los proyectos de cooperación para el desarrollo. Se tratará brevemente el proceso constructivo, incluyendo los estudios previos a la perforación, el montaje de estos equipos, la etapa de perforación, la etapa posterior a la perforación, el mantenimiento preventivo del pozo y el control de la contaminación de las aguas subterráneas en el sitio de perforación.

2.1 Etapas previas a la perforación

Es importante conocer algunos aspectos generales sobre el origen de las aguas subterráneas y sobre los acuíferos, y también enfatizar en la responsabilidad que tienen sus usuarios de protegerlos y conservarlos para que puedan ser aprovechados por las generaciones futuras.

Las aguas subterráneas

Proviene de la infiltración en el terreno de las aguas de lluvias o de lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas, denominadas acuíferos. Existen básicamente dos diferentes tipos de acuíferos:

Acuíferos libres: Son generalmente someros, donde el agua se encuentra relleno de poros y fisuras por acción de la gravedad. La superficie hasta donde llega el agua es denominada superficie freática y en los pozos es conocida como nivel freático. (Ver figura No.4).

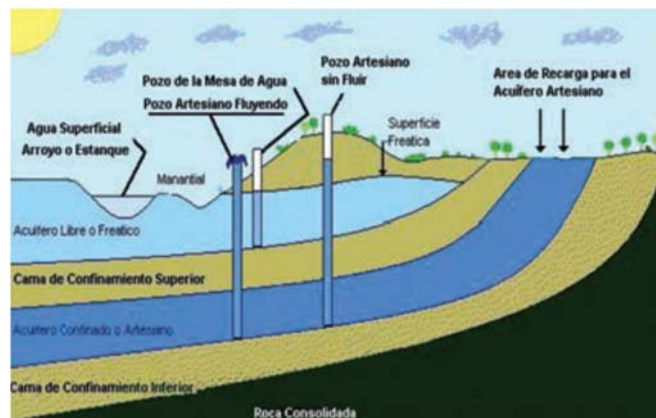


Figura 2.1: Acuíferos Libres. Fuente: UNICEF en colaboración con CRS (Catholic Relief Services) y Martínez, B.A.

Acuíferos confinados: En estos acuíferos el agua se encuentra a presión entre capas impermeables, de modo que si se extrae agua no queda ningún poro vacío, sólo se disminuye la presión del agua que colabora con la sustentación de todos los materiales, pudiendo en casos extremos, llegar a producirse asentamientos del terreno. La superficie virtual que se formaría si se perforaran infinitos pozos en el acuífero confinado se denomina superficie piezométrica y dentro de un pozo es conocida como nivel piezométrico.

La perforación manual de pozos profundos se realiza mediante una técnica relativamente fácil, rápida, económica. Esta técnica combina los sistemas de rotación y percusión, donde el origen de la fuerza motriz es la fuerza humana de los operadores o perforadores. Como se muestra en la figura No.5 el equipo de perforación está integrado por una torre de perforación, un sistema para rotación (broca, tubería y manija), un sistema de percusión y un sistema de inyección de lodo (fosas de lodo y bomba de lodo).

Las bombas manuales de agua instaladas en los pozos, tienen una capacidad de extracción aproximada entre 0,6 litros por golpe (presión de la manija). Sin embargo debe recordarse que los caudales a extraer de un acuífero no sólo dependen de la capacidad de las bombas, también de las condiciones hidrogeológicas de los acuíferos, la buena construcción y estado del pozo, la limpieza de los filtros, entre otros. En el proceso de construcción de estos pozos existen una serie de etapas previas y posteriores a la perforación, como se menciona a continuación:

Etapa previa

Inicialmente se debe seleccionar el sitio apropiado para la perforación, lo cual incluye además de la concertación con la comunidad, una serie de estudios hidrogeológicos previos que ayuden a identificar los posibles acuíferos e interpretar cuál es su disposición en la subsuperficie. El sitio también debe estar alejado de las posibles fuentes de contaminación de las aguas subterráneas.

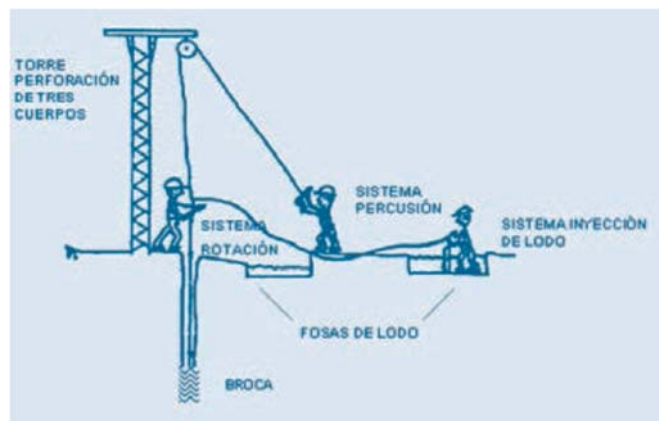


Figura 2.2: Perforación manual de pozos. Fuente: UNICEF en colaboración con CRS (Catholic Relief Services) y Martínez, B.A.

Etapa de perforación

Una vez montados todos los equipos de perforación, se procede a su instalación en el sitio seleccionado y se inicia la etapa de perforación. La instalación del equipo de perforación, incluye el anclaje de la torre de perforación, la instalación de la manija o agarrador en forma de “T”, los tubos de perforación y la broca, la excavación de las fosas de lodo, la instalación de la bomba de lodo y de la manguera de inyección. Posteriormente viene la etapa de perforación en sí, que consiste en un proceso combinado de rotación y percusión basado en la fuerza de los operadores o perforadores.

Etapa posterior a la perforación

Esta etapa incluye la limpieza del pozo, el entubado del pozo, la instalación del sello sanitario, la instalación de la bomba de agua y del cabezal. Finalmente, se deben tener en cuenta recomendaciones sobre el cuidado y mantenimiento preventivo de las instalaciones y sobre control de la posible contaminación del sitio.

Equipo de perforación

Para la perforación manual de pozos profundos, se requiere de los siguientes equipos:

-Torre de perforación: Las torres de perforación tienen la función de ser el almacén o sostén de toda la obra y por lo tanto generalmente son construidas con materiales muy resistentes, pero, que a la vez son de poco peso. Estas torres tienen la característica de ser fácilmente montadas y desmontadas, permitiendo ser transportadas hasta zonas rurales y de difícil acceso.

-Barras o tubería de perforación: son de hierro reforzado de gran resistencia a los impactos de la percusión y torsión. En el proceso de perforación además de los tubos se requiere de una palanca (manija o agarrador) que facilita las labores de rotación.

-Broca: son las herramientas que realizan el trabajo de rotura, disgregación, trituración y mezcla de las rocas o materiales por donde va pasando la perforación. Estas herramientas deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas y geométricas que le permitan trabajar con materiales de diferente consistencia, como arenas, arcilla, conglomerados y rocas duras.

-Bomba de lodo: La bomba es un dispositivo mecánico que permite inyectar lodo o agua a medida que avanza la perforación, facilitando esta labor y evitando derrumbes de las paredes del pozo. La bomba de lodo es instalada en uno de los extremos de la fosa de lodo y es accionada por un operador mediante presión de la manija. Como se muestra en la fotografía No. 6, la bomba de lodo está constituida por tres partes principales, cuerpo, pistón y colector de lodo, los cuales se describen a continuación.



Figura 6: Bomba (inyección de lodos). Fuente: UNICEF en colaboración con CRS (Catholic Relief Services) y Martínez, B.A.

El cuerpo es la parte externa de la bomba, está formado por un tubo galvanizado de 0,55 m de largo y 2'' de diámetro, sin vena interna. El pistón va dentro del cuerpo y está conformado por tres partes, el agarrador en T-boquilla, pistón y válvula. Agarrador en T, tiene diámetro de $\frac{3}{4}$ '' y es la palanca que sirve al operario para realizar la presión en la bomba. La boquilla está conectada al agarrador, tiene su mismo diámetro y es el orificio de salida del lodo. El pistón está unido a la sección anterior y tiene una longitud de 0.6 m y un diámetro de $\frac{3}{4}$ '' . La válvula se encuentra en la parte inferior del pistón y en su interior va alojada una bola de cristal (canica) de 20 mm de diámetro. El colector de lodo va sumergido en la fosa de lodo y es la parte de la bomba por donde es succionado el lodo. Este colector va unido al cuerpo de la bomba y está constituido por dos niples de 0.20 m con diámetro de 1'' y otro de 0.30 m, los cuales van soldados en forma de T y están reforzados con una varilla, como puede observarse en la Fotografía No. 6. El niple más largo, es ranurado con segueta a lo largo cada 2mm, y constituye el filtro del colector de lodo. Uno de los extremos de este niple tiene rosca y el otro es cubierto con soldadura.

En el manual de *Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras (2005). Abastecimiento de agua y Saneamiento. Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos*. Se indican distintas técnicas de perforación más adecuadas para cada formación. Estos métodos de perforación son:

- Barrenado o taladrado: hincando barras helicoidales en el terreno a las que se hace girar.
- Por percusión: dejando caer dentro del hoyo barras pesadas que impactan en el terreno, machacándolo y hundiéndolo.
- Por clavado: incrustando en el terreno una punta porosa que se abandona y que será la futura toma de agua del pozo.

-Por inyección: en terrenos pocos cohesivos o sueltos, se puede inyectar en el fondo agua a presión, que saldrá por la boca del pozo arrastrando el material en suspensión.

En la mayoría de los métodos de perforación se utiliza un revestimiento metálico durante la operación. Éste tiene como objeto sostener las paredes. Cuando la excavación se termina, se retira el revestimiento provisional y se introduce uno que sea poroso en aquellas capas del acuífero donde se pretenda la entrada de agua. A continuación se muestra una tabla con indicaciones generales sobre los métodos de construcción de pozos más adecuados a cada formación.

Método	Profundidad máxima	Diámetro (cm)	Formación Geológica	
			Adecuada	No Adecuada
Manual	25-30 (excepcional 50)	120-200	Arcilla, limo, arena, grava, arenisca blanda, caliza fracturada	Roca ígnea
Perforación con trépano	25-35	10 y 40	Yeso, grava, arenisca blanda, caliza fracturada, formaciones aluviales	Roca ígnea
Perforación a percusión	300	10 y 60	Arcilla, limo, arena, grava, grava cementeada, roca grande (en estratificación firme), arenisca, caliza y roca ígnea	Ninguna
Rotación con circulación de fluido	250	10 y 60	Arcilla, limo, arena, grava, grava cementeada, arenisca, caliza y roca ígnea	Problemas con roca grande
Perforación con martillo de fondo	250	10 y 50	Particularmente adecuado para dolomita, basalto y rocas metamórficas	Arena suelta, grava, arcilla, limo, arenisca

Tabla 2.1: Aplicabilidad de los métodos de construcción de pozos. Fuente: Adaptación de Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres (2005).

Para más información sobre técnicas de perforación, equipo de perforación, y diseño véase capítulo XIII de Acción Contra el Hambre (2005). Agua, saneamiento e higiene para las poblaciones en riesgo. Hermann Editeurs, París, Francia.

Problemas frecuentes

- Mala calidad del agua debido a la corrosión del revestimiento de hierro galvanizado.
- Hundimiento del revestimiento causado por la corrosión del revestimiento de hierro galvanizado.

- Caudal de agua limitado por un desarrollo inadecuado del pozo.
- Entrada de partículas en el pozo debido a filtros inapropiados o desarrollo inadecuado.
- Contaminación del agua motivada por una plataforma superior inadecuada, mal construida o mal mantenida.

Restricciones

- La situación de un pozo perforado no es flexible. Puede estar lejos de los usuarios o colocado en un lugar de difícil acceso.
- Los pozos perforados no deberían ubicarse cerca de letrinas o ganado. La distancia habitualmente recomendada es 50 metros, aunque eso no garantiza que no haya contaminación.
- La inversión necesaria para la construcción de un pozo profundo puede superar la capacidad de la comunidad.
- Puede ser muy difícil transportar la maquinaria pesada y los materiales necesarios hasta el sitio de perforación. Normalmente, la comunidad se encarga de mejorar el acceso.
- Si se instala una bomba de mano, el sistema llevará largas colas (5 minutos/hogar, recogiendo 4 bidones de 25 litros). Eso limita el número de beneficiarios. Se puede recomendar instalar una bomba motorizada para aumentar el número de éstos.

Comparativa entre pozos excavados y pozos perforados:

Características	Pozo Profundo	Pozo excavado
Diámetro (cm)	12,5 - 25	100 y 150
Profundidad (m)	40 - 200	5 y 50
Servicio		
Capacidad de horas punta	Baja: sin almacenamiento	Alta: almacenamiento
Calidad del agua	Buena	Cuestionable: Posible contaminación
Ejecución		
Seguridad	Buena	Peligro de desmoronamiento
Limitación época	Ninguna	Nivel freático bajo
Aporte mano de obra local	Ninguna	Considerable
Equipo necesario	Sofisticado: maquinaria pesada	Sencillo: pala, cuerdas, etc.

Tabla 2: Comparativa pozos profundos y pozos excavados. Fuente: Adaptación de Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras (2005).

Según el manual de OMS (2003), algunas ventajas que tienen los pozos excavados de los perforados son:

- Los pozos excavados se pueden construir a menudo con materiales localmente disponibles.
- Si el sistema de elevación de agua se rompe, aún puede seguir funcionando con el sistema de cuerda y cubo (ver figura 1 de la solución 1)
- Su capacidad de almacenamiento es mayor a la de los pozos perforados.
- Pueden ser reparados o desinfectado por la propia comunidad.
- Los pozos excavados se pueden construir en formaciones donde la perforación manual o mecánica resulta difícil o imposible.

Cuando se cuestiona la construcción de un pozo en una comunidad, es importante señalar el efecto que se obtendría en cuanto a la disponibilidad de agua y todos los usos posibles. Se ganaría más interés por parte del usuario final si se diseña la plataforma para que incluya el lavado de ropa, instalaciones de baño o para desviar las aguas residuales hacia lotes de tierra de cultivo.

Para más información sobre pozos profundos véase Obras de captación. Sistema de agua potable (2010).

7. BIBLIOGRAFÍA

Acción Contra el Hambre (2005). [Agua, saneamiento e higiene para las poblaciones en riesgo](#). Hermann Editeurs, París, Francia.

Aiken, B. A., Stauber, C. E., Ortiz, G. M. & Sobsey, M. D. (2011). [An assessment of continued use and health impact of the concrete biosand filter in Bona, Dominican Republic](#). Am.J. Trop. Med. Hyg. 85 (2), 309–317.

Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras (2005). [Abastecimiento de agua y Saneamiento. Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos](#). [Fecha de consulta: 27 Febrero 2014]. ISBN: 84-689-1937-3

Baumann E (1993) Choice of technology: a paper prepared for a CWS project in Ghana. St. Gallen, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management.

Cleaver, F. & Toner, A. 2006 [The evolution of community water governance in Uchira, Tanzania: The implications for equality of access, sustainability and effectiveness](#). Natural Resources Forum 30, 207–218.

Collins, S. (2000). *Hand-dug Shallow Wells*. (Series of Manuals on Drinking Water Supply, 5). St. Gallen: Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT). ISBN 3-908001-97-8

Debris T, Collignon B (1994) *Entrepreneurs puisatiers du Sahel: la promotion des artisans et des petites entreprises du secteur hydraulique*. Paris, Association Française des Volontaires du Progrès, Ministère de la Coopération.

Delgado, L.L., Schiffer, A. y FLASH (2012). [Manual de Requerimientos Mínimos para Intervenciones en Agua, Saneamiento e Higiene](#) [en línea]. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, AECID. [Fecha de consulta: 10 Marzo 2014].

ED (n.y.): *Pioneers of Sand Dams*. Brentford: EXCELLENT DEVELOPMENT (ED). [URL](#) [Fecha de consulta: 22 Abril 2014].

Erskine JM (1991) Rain water harvesting systems in Southern Africa. In: Show-Chyuan Chu, ed. *Rainwater catchment for future generations: proceedings of the fifth International Conference in RainWater Cistern Systems, Keelung, Taiwan, 4–10 August 1991*. Keelung, National Taiwan Ocean University, pp. 574–585.

Faillace, C. (1990). [The importance of using simple and indigenous technologies for the exploitation of water resources in rural areas of developing countries](#). *Journal of African Earth Sciences (and the Middle East)* (1), 217-220.

Galada, C. H., Gurian, L. P., Montalto, F., Sheller, M., Piasecki, M., Ayalew, B. T., Ayalew, T.B. y O'Connor, S. (2013). [Attitudes towards post-earthquake water and sanitation management and payment options in Leogane, Haiti](#). *Water International*, XXXVIII (6), 744-757.

Garfi, M., & Ferrer-Martí, L. (2011). [Decision-making criteria and indicators for water and sanitation projects in developing countries](#). *Water Science & Technology* (1), 83-101.

Garfi, M., Tondelli, S. & Bonoli, A. (2009) [Multi-criteria decision analysis for waste management in Saharawi refugee camps](#). *Waste Management* 29, 2729–2739.

Giné, R. & Pérez-Foguet, A. (2008) [Sustainability assessment of national rural water supply program in Tanzania](#). *Natural Resources Forum* 32, 327–342.

Goldblatt, M. (1999). [Assessing the effective demand for improved water supplies in informal settlements: a willingness to pay survey in Vlakfontein and Finetown, Johannesburg](#). *Geoforum* (30), 27-41.

Griffin, C., Briscoe, J., Singh, B., Ramasubban, R., Bhatia, R., 1995. Contingent valuation and actual behaviour: predicting connections to new water systems in the state of Kerala, India. *The World Bank Economic Review* 9 (3), 373-395.

Grimaud, J. & Legagneur, F. [Community beliefs during a cholera outbreak](#). *Intervention* 9 (1), 26–34.

Harvey, P. 2007 [Cost determination and sustainable financing for rural water services in sub-Saharan Africa](#). *Water Policy* 9, 373–391.

Hazeltine, B. & Bull, C. (2003) *Field Guide to Appropriate Technology*. Academic Press, Amsterdam, Netherlands, pp. 874.

Hoogmoed, M. (2009): [An Introduction into Sand Storage Dams \(SSD\)](#). [Accessed: 20.04.2014].

Ioris, R. (2012). [The geography of multiple scarcities: Urban development and water problems in Lima, Peru](#). *Geoforum* (43), 612-622.

Jiménez, A., Pérez-Foguet, A. (2008). Quality and sustainability aspects in water access indicators: an example from same District, Tanzania. 33rd WEDC International Conference Access to sanitation and Safe Water: Gobar Partnerships and local actions, Accra, Ghana.

Jiménez, A., & Pérez-Foguet, A. (2011). [The relationship between technology and functionality of rural water points: evidence from Tanzania](#). *Water Science & Technology* (5), 949-956.

Jiménez, F.P.A., Pérez-Foguet, A., Batista, E., Mecerreyes, C., Marín, P.G., Giné, G.R., Mancebo, J.A. El agua como elemento clave para el desarrollo (2011). Madrid, España: CanalEduca. Disponible en: <http://www.canaleduca.com/web/guest/editorial/coleccion-adultos>

JMP (2008). *Progress on Drinking Water and Sanitation: Special Focus on Sanitation*, Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. WHO/UNICEF.

JMP (2014). [Progress on Drinking Water and Sanitation. Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation](#). WHO/UNICEF.

Joseph, M., Wang, F., & Wang, L. (2014). [GIS-based assessment of urban environmental quality in Port-au-Prince, Haiti](#). *Habitat International* (41), 33-40.

Joseph, M., Wang, F. (2010). Population density patterns in Port-au-Prince, Haiti: A model of Latin American City?. *Cities* (27), 127-136. Disponibel en ScienceDirect.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2004). [Criterios para la selección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales](#) [en línea]. Perú. [Fecha de consulta: 22 Abril 2014].

Lee MD, Visscher JT (1990) *Water harvesting in five African countries*. The Hague, IRC International Water and Sanitation Centre (Occasional Paper Series, No. 14).

Murphy, M. H., McBean, E. A. & Farahbakhsh, K. (2009) [Appropriate technology – a comprehensive approach for water and sanitation in the developing world](#). *Technology in Society* 31, 158–167.

Nilsson, A. (1988): [Groundwater Dams for small-scale Water Supply](#). London: IT Publications.

Nyangeri EEN (1986) *Rehabilitation of hand-dug wells and protected springs in Kisumu, Kenya*. Tampere, Tampere University of Technology (Water Supply and Sanitation Publications, No. 29).

[Obras de captación. Sistema de agua potable \(2010\)](#). [Online]. Civilgeeks. [Fecha de consulta: 24 Julio 2014].

OMS (1996). *Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento*. Ginebra.

OMS (2003). *Right to Water*. World Health Organization, Geneva.

[OMS \(2003\). Linking technology choice with operation and maintenance in the context of community water supply and sanitation. World Health Organization and IRC Water and Sanitation Centre. Geneva.](#)

OMS (2005). *Minimum water quantity needed for domestic purposes*, Technical note 9. South East Asia Regional Office, WHO, New Delhi.

PNUD (2006). *Informe sobre desarrollo humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Grupo Mundi-Prensa.

PRACTICAL ACTION (Editor) (2008): [Sand Dams](#). Bourton on Dunsmore: Practical Action, Schumacher Centre for Technology & Development. [Accessed: 11.03.2014].

Proyecto Esfera (2011). Disponible en: www.sphereproject.org

Rain (Editor) (n.y.): [A practical guide to Sand Dam Implementation: Water Supply through local Structures as Adaption to Climate Change](#). Amsterdam: Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). [URL](#) [Accessed: 05.05.2014].

Rheinlander, J. & Grater, F. (2001) [Technologies for the desalination of typically 10 m³ of water per day DESAL10 – a tool for the identification of appropriate de-central solutions](#). *Desalination* 139, 393–397.

Rienstra K (1990) Het voetpad naar de bron: de strijd voor het behoud van land en water. [The footpath to the source: the struggle for conservation of land and water in Nepal]. *Internationale Samenwerking*, 5(1):22–23.

- Schouten, T. & Moriarty, P. 2003 *Community Water, Community Management: From System to Service in Rural Areas*. ITDG Publishing, London.
- Schumacher, E. F. 1973 *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*. Blond & Briggs, London, UK.
- Sisson, J. A., Wampler, J. P., Rediske, R. R., & Molla, R. A. (2013). [An assessment of long-term biosand filter use and sustainability in the Artibonite Valley near Deschappelles, Haiti](#). *Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development*, III (1), 51-60.
- Smith, J. M. (2001) *When the Hands Are Many: Community Organization and Social Change in Rural Haiti*. Cornell University Press, New York.
- Sobsey, M. D., Stauber, C. E., Casanova, L. M., Brown, J. M. & Elliott, M. A. [Point of use household drinking water filtration: a practical, effective solution for providing sustained access to safe drinking water in the developing world](#). *Environ. Sci. Technol.* 42 (12), 4261–4267.
- SSWM (Sustainable Sanitation and Water Management). [Sand Dams and Subsurface Dams](#) [Online]. [Fecha de consulta: 22 Abril 2014].
- Sullivan, C. (2002). “Calculating a Water Poverty Index”, *World Development*, 30, 1195-1210.
- THISISEXCELLENT (Editor) (2009): [Newly-constructed Sand Dam](#). Brentford: EXCELLENTDEVELOPMENT. [URL](#) [Accessed: 15.06.2014].
- UNICEF en colaboración con CRS (Catholic Relief Services) y Martínez, B.A. [Pozos de Agua. Manual de perforación](#). Bolivia. [Fecha de consulta: 27 Febrero 2014].
- UNICEF/WHO Diarrhea: Why Children are still Dying and what can be done. The United Nations Children’s Fund and World Health Organization, Geneva.
- United Nations (UN) (1992) Report of the United Nations Conference on Environment and Development. General Assembly Resolution (A/CONF.151/26 (Vol. I)). UN Earth Summit, Rio de Janeiro, Brazil. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf151261annex1.htm>
- United Nations (2002). *The Right to Water. Economic and Social Council Committee on Economic, Social and Cultural Rights*, E/C.12/2002/11, General Comment No. 15. November 26th.
- Vanderzwaag, J. Use and Performance of the Biosand Filters in Posoltega, Nicaragua. Master’s Thesis, The University of British Columbia, BC, Canada.
- VSF (Editor) (2006): [SubSurface Dams: a simple, safe and affordable Technology for Pastoralists. A manual on SubSurface Dams Construction based on an Experience of Vétérinaires sans Frontières in Turkana District \(Kenya\)](#). Brussels: Vétérinaires sans Frontières (VSF). [Accessed: 20.04.2014].
- Whittington, D., 1997. Administering contingent valuation surveys in developing countries. *World Development* 26 (1), 1-10.
- World Bank (2008) Implementation Completion and results report (IDA-36230, IDA-3623A) on a credit in the amount of SDR20.8 Million (US\$26.00 Million equivalent) to the United Republic of Tanzania for a Rural Water Supply and Sanitation Project. Report No:ICR 0000730.

World Health Organization (WHO) 2009a The World Health Report 2008 – Primary Health Care (Now More Than Ever).
Available from: <http://www.who.int/whr/2008/en/index.html>

World Health Organization (WHO) 2009b Technical Notes for Emergencies 2009.
Available from: http://wedc.lboro.ac.uk/knowledge/notes_emergencies.html

Wurzel P, de Rooy C (1993) Boreholes versus handpumps: addressing a mismatch. *Waterfront*, 3(6-7):20-21.

Water Services that Last. Un recurso para quienes están interesados en mejorar el abastecimiento rural de agua. <http://www.waterservicesthatlast.org/>

