

MANUAL BÁSICO

de soluciones para agua y saneamiento en países
en vías de desarrollo



MANUAL BÁSICO

de soluciones para agua y saneamiento en países
en vía de desarrollo

Edita:
HABITAFRICA

Redacción:
Joao Salgueiro
(Ingeniero experto en temas de agua y saneamiento)

Coordinación:
Idoia Oneca
(Responsable de los proyectos de habitabilidad
básica de la fundación habitafrica)

Foto Portada:
Agustín Moya

Diseño, maquetación, Impresión y Encuadernación:
ARTES GRÁFICAS BOYSU, S.L.

Depósito Legal:
BA-000447-2012

1ª Edición

Contenido



	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Antecedentes	13
1.2 Objetivo	13
1.3 Contexto	13
2. AGUA	15
2.1 Proceso de Planificación de la Intervención	17
2.2 Ciclo del Agua	20
2.3 Fuentes de Agua: Superficial y Subterránea.....	20
2.4 Métodos de Captación	21
2.4.1 Agua Superficial	21
2.4.2 Agua Subterránea	29
2.5 Selección de Métodos.....	33
2.5.1 Agua Superficial	34
2.5.2 Agua Subterránea	37
3. SANEAMIENTO	43
3.1 Proceso de Planificación de la Intervención	45
3.2 Métodos de Tratamiento	48
3.2.1 Excretas	48
3.2.2 Aguas Grises	52
4. BIBLIOGRAFÍA	57
5. ANEXOS	61



LECCIONES APRENDIDAS TRAS QUINCE AÑOS DE TRABAJO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN ÁFRICA

La ONG Habitafrica ha trabajado desde el inicio en el desarrollo de una estrategia de habitabilidad integral centrada en diversos países del África Subsahariana, Occidental y el Magreb, apostando por unos **asentamientos humanos** donde se pueda desarrollar una vida en plenitud y dignidad, y con expectativas de futuro, facilitando de esta manera el arraigo de las personas y ayudando a evitar los desplazamientos forzados.

Consideramos que la habitabilidad integral es un instrumento fundamental **de lucha contra la pobreza, el arraigo de las poblaciones y un desarrollo sostenible**, tanto en el entorno rural, como en el urbano y periurbano (en gran medida integrada por desplazados rurales).

En la estrategia de habitabilidad primamos la importancia de un **enfoque integral**, impulsando el desarrollo desde una visión estratégica acerca del lugar y de lo que en él acontece, para tener una mejor visión de los diferentes sectores de intervención: tenencia y derechos del suelo, soluciones habitacionales y urbanismo, comunicación y energías renovables, equipamientos, principalmente educativos y sanitarios, y lo más prioritario en nuestras intervenciones, **el acceso a las Infraestructuras básicas de agua y saneamiento**.

El acceso universal al agua y al saneamiento es uno de los mayores retos del siglo XXI. Según la OMS (2010), 1 billón de personas (cerca del 15% de la humanidad) no dispone de acceso al agua potable mientras 2,5 billones (cerca del 40% de la humanidad) no dispone de acceso al saneamiento básico. Como consecuencia mueren cada año 4 billones de personas, en su mayoría niños y niñas, víctimas de enfermedades hídricas.

Su déficit además, repercute directamente en el desarrollo comunitario en general, ya que el uso del agua no es único del consumo humano necesario para beber y cocinar. Las actividades cotidianas como son la higiene personal y la higiene del hogar y las actividades económicas de las comunidades (agricultura de subsistencia, y ganadería), también requieren de un abastecimiento extra de agua.

Por otro lado, su acceso limitado origina tensiones que pueden generar conflictos entre individuos, comunidades y países. Este es un riesgo creciente en el escenario actual de aumento poblacional, urbanización e industrialización al nivel mundial. Existen numerosos ejemplos en África de este enfrentamiento por el agua y los recursos que luego derivan en guerras internas como es el caso de

Sudán o Malí o la misma guerra de Ruwanda. El acceso a los recursos está íntimamente relacionado con la lucha por el poder.

Conscientes de esto, Habitáfrica desarrolla una línea de acción específica de agua y saneamiento, resultado de los análisis situacionales del contexto donde se desarrolla nuestro proyecto.

Hemos trabajado principalmente en zonas rurales y peri urbanas, realizando construcciones de: pozos manuales o con bombas (energía de grupo electrógeno o paneles solares), represas, sistema de recogida de aguas alternativos, así como sistemas de saneamiento de diferentes tipologías.

- Luchamos por conseguir cumplir, al menos, los parámetros de NNUU en cuanto a cantidades mínimas de agua por persona/ día (20 litros de agua por persona), s coste (debe ser inferior al 10% del total de los ingresos del hogar para que de verdad será asequible) y accesibilidad (debe estar suministrada a menos de una hora a pie sin que necesiten someterse a un esfuerzo extremo), y en cuanto a la necesidad de cubrir el mínimo de una letrina pública, compartida por un número razonable de personas.

Pero han sido en dos proyectos recientes, en zonas rurales de Namibia y de Mozambique, donde se ha trabajado únicamente en este ámbito y donde hemos conseguido clarificar la manera de intervenir en acciones de agua y saneamiento siempre con una metodología participativa, en la que se marcan los siguientes pasos:

- Diagnóstico de la situación actual, con utilización de herramientas participativas y los estudios análisis hidrogeológicos necesarios.
- Selección, con las autoridades locales, con los técnicos y población, de la mejor solución técnica.
- Diseño y construcción participativa, dentro de las posibilidades de cada proyecto.
- Formación y capacitación de los comités de agua y comités de gestión para asegurar el mantenimiento de las soluciones construidas.
- Elaboración de las herramientas participativas de sensibilización para concienciar a la población de un buen uso del agua y de unos hábitos higiénicos importantes.

Para poder realizar estas fases, hemos constatado la importancia de que el personal implicado tenga unos conocimientos mínimos sobre la materia, de manera que pueda entender las propuestas de los técnicos locales y garantizar la buena elección de la solución final.

Por esto, consideramos importante tener una guía básica sobre estos dos temas, de manera que cualquier persona que no sea especialista en esto, pueda tener las nociones necesarias para poder participar activamente en un proyecto de agua.

Realmente este manual realizado por Joao Salgueiro, es una sistematización muy sencilla de los manuales base de cualquier intervención de agua y saneamiento.

Atentamente,

Idoia Oneca,

Arquitecta y responsable de los proyectos de Habitabilidad Básica de Habitafrica



1.

INTRODUCCIÓN



habit **áfrica**

1.1 Antecedentes

En 2010 se ha llevado a cabo un estudio de viabilidad para la mejora del acceso al agua y al saneamiento en dos comunidades rurales en el este de Namibia². Tras la realización de dicho estudio, se presentó, por parte de la *Fundación Habitáfrica*, la necesidad de sistematizar las lecciones aprendidas extrayendo premisas que puedan ser comunes a futuros proyectos de agua y saneamiento.

1.2 Objetivo

La presente guía pretende crear una base clara, concisa y sencilla que facilite el análisis técnico y la toma de decisiones en proyectos de agua y saneamiento en el medio rural en contextos de cooperación. Las notas técnicas cubren la fase inicial del proyecto en lo que respeta la planificación de la intervención, desde la identificación del problema hasta selección de métodos de captación.

1.3 Contexto

El acceso universal al agua y al saneamiento es uno de los mayores retos del siglo XXI. Según la OMS (2010), 1 billón de personas - cerca del 15% de la humanidad - no dispone de acceso al agua potable mientras 2,5 billones (cerca del 40% de la humanidad) no dispone de acceso al saneamiento básico. Como consecuencia mueren cada año 4 billones de personas, en su mayoría niños, víctimas de enfermedades hídricas.

La importancia del agua no se limita a la salud pública, sino al desarrollo comunitario en general: agricultura (70-80% del consumo mundial), pecuaria, industria, comercio y actividades de la vida cotidiana. Por otro lado, su acceso limitado origina tensiones que pueden generar conflictos entre individuos, comunidades y países. Además, este riesgo es creciente en el escenario actual de aumento poblacional, urbanización e industrialización al nivel mundial.

Sin embargo, la disponibilidad del recurso se ve progresivamente afectada por la erosión, desertificación, contaminación, sobreexplotación y desperdicio.

El agua es un recurso limitado, por eso la forma de mejorar el acceso y asegurar su sostenibilidad pasa por una gestión adecuada del recurso y de la demanda. A tal efecto, es necesario intervenir a tres niveles: (i) *internacional* - para definir reglas sobre su uso y evitar conflictos entre países; (ii) *nacional* - para aplicar las reglas internacionales y definir políticas de acceso al agua; (iii) *local* - para implementar iniciativas que garanticen el acceso de las comunidades a este recurso.

En este sentido, el presente manual incide sobre el nivel *local*, que es el ámbito de acción de los proyectos de cooperación llevados a cabo por la *Fundación Habitáfrica*.

² Ref.[1]



2. AGUA

habit **áfrica**

2.1 Proceso de Planificación de la Intervención

Antes de empezar cualquier intervención habrá que identificar adecuadamente el problema. Una vez el problema acotado en sus distintas dimensiones, formularemos soluciones posibles con base en toda la información previamente recopilada y elegiremos aquella que mejor responda al problema.

A. Identificación del Problema

En una comunidad existe un problema de agua cuando: la *calidad* es inadecuada al uso; y/o su *cantidad* es insuficiente; y/o la fuente no es *accesible* a la población y/o el suministro no es *fiable* a lo largo del tiempo³.

La *calidad* del agua es normalmente analizada a través de análisis de laboratorio⁴. Sin embargo en muchos contextos, estos análisis no son posibles por falta de equipamiento adecuado o por las distancias entre las fuentes y los laboratorios. Existen también en el mercado diferentes *kits* portátiles⁵ que permiten analizar los parámetros básicos de calidad. Sin embargo cuando ninguna de las opciones anteriores está disponible (o en una fase preliminar de identificación) la calidad del agua tendrá que ser evaluada a través de observación y análisis de las condiciones sanitarias locales. Por ejemplo, si la fuente de agua está expuesta a contaminaciones de excretas humanas y/o animales o infiltraciones, entonces la fuente debe ser protegida, tratada o abandonada. Por otro lado, si existe una alta incidencia de enfermedades hídricas⁶ entre los miembros de la comunidad entonces posiblemente la fuente de agua estarán contaminadas.

La *cantidad* de agua se mide a través del número de litros por persona, cabeza de ganado o superficie de huertos por día⁷. Para determinar la cantidad total de agua diaria necesaria en la comunidad se multiplica entonces, por ejemplo, el número de personas por el ratio de consumo estimado.

El suministro de agua debe ser *accesible*. Se existe una gran distancia entre el punto de suministro y el usuario, el consumo se reducirá y los hábitos de higiene también. Además crece el riesgo de que los usuarios busquen una fuente más cercana aunque esté contaminada.

La *fiabilidad* de una fuente de agua asegura su uso continuado. Si la fuente se seca, si suministra una cantidad de agua insuficiente o si depende de un sistema que se quiebra frecuentemente, podrá llevar a los usuarios a buscar una fuente menos deseable del punto de vista de la calidad.

³ Ver Anexo I - Indicadores clave Esfera relativas al Abastecimiento de Agua.

⁴ Ver Anexo II - Límites Físico y Bioquímico en Agua Potable (OMS).

⁵ E.g. OXFAM DelAgua Water Testing Kit o Hach MEL/850 Potable Water Laboratory.

⁶ Ver Anexo III - Enfermedades Hídricas.

⁷ Ver Anexo IV _ Ratios de Consumo de Agua.

B. Recopilación de Información

La recopilación de información es un proceso sistematizado, reiterativo y continuado. Para entender el problema del agua en la comunidad se deberá buscar información sobre el entorno ambiental y las condiciones sociales y económicas del entorno.

Proyectos anteriores: el éxito o fracaso de intervenciones pasadas puede apoyar la decisión sobre las alternativas planteadas. Permite también prever eventuales errores y puntos débiles tomando la solución más adecuada. Este tipo de información se puede obtener a través de departamentos locales de la administración pública y de la propia población de la comunidad, sobre todo los ancianos.

Situación actual: es necesario cuantificar la población actual y estimar el eventual crecimiento, según el horizonte de vida útil de la infraestructura. Del mismo modo, es fundamental analizar los hábitos de consumo (actividades, padrón temporal de consumo, etc.) y el grado de pertinencia de las fuentes de suministro existentes y su potencial de mejora. Por otro lado, es recomendable determinar la incidencia de enfermedades hídricas en la población de la comunidad en la que trabajamos. Además, habrá que identificar si la accesibilidad actual es equitativa, sobre todo en lo que respeta los grupos más vulnerables (niños, enfermos, ancianos, minusválidos). Esto se puede hacer a través de observación, cuestionarios⁸ / entrevistas / grupos de discusión con los líderes y miembros de la comunidad. En el centro de salud más cercano se podrán también contrastar resultados con los registros clínicos disponibles.

Geografía: identificar las principales fuentes de agua - pozos, manantiales, ríos/riachuelos, lagos, etc. y diseñarlas en un mapa de la comunidad. Determinar la profundidad del nivel freático particularmente durante la época seca. Para esto, se podrán analizar los pozos existentes, preguntar a propietarios de pozos cercanos, empresas de perforación que trabajen en la zona y gobierno local. A la vez, es importante analizar el tipo de suelo pues esto va influir en su permeabilidad y dificultad de perforación: arenoso, arcilloso, rocoso, etc.

Suministro de agua: primero será necesario analizar la calidad del agua y garantizar que es segura para el consumo humano (potable). Por otro lado, es necesario conocer los caudales de las fuentes disponibles (pozos, sondeos, ríos, riachuelos, manantiales, etc.), la precipitación anual y mensual y sus variaciones a lo largo de los últimos años. En el caso de que la fuente de agua sea subterránea será también importante preguntar a los usuarios sobre las variaciones de volumen con las estaciones de año (época seca/lluvias),

sobre el tiempo de espera para abastecerse y la distancia de las casas al punto de agua.

Recursos: si es posible, la comunidad deberá contribuir con trabajo, materiales y dinero/bienes/servicios para el sistema de agua. Es recomendable utilizar, tanto como sea posible los materiales y recursos humanos existentes en la comunidad o en el mercado local. Una buena práctica es identificar los potenciales trabajadores cualificados y no cualificados, los materiales disponibles, herramientas, equipos y fuentes de ingreso.

Costumbres: es importante entender las costumbres locales para asegurar una adecuada apropiación y sostenibilidad de la intervención tales como, las actitudes de la comunidad en relación al agua y sus preferencias por determinados sistemas. Tener en cuenta eventuales “perdedores” (p.ej. vendedores de agua) y abrir el diálogo a ellos también. Tener en cuenta sus creencias religiosas y culturales así como sus *taboos*. En general, en los contextos en que trabajamos el papel de la mujer es clave en la colecta, transporte, almacenaje y uso del agua. En este sentido, es importante conocer con particular atención su perspectiva cuanto a la ubicación del sistema y su modo de operación.

C. Formulación y Selección de Alternativas

Después de recolectada toda la información, se formularán posibles soluciones para el problema. Las mejores alternativas son aquellas que proveen agua potable en abundancia a partir de fuentes accesibles y fiables, al mínimo coste. Para esto, se debe discutir con la comunidad las ventajas y desventajas de las distintas alternativas de forma a determinar sus preferencias, teniendo en cuenta los costes y recursos disponibles. La solución puede pasar por una fuente o una combinación de fuentes que cubra las distintas necesidades. Para elegir la fuente adecuada se deberá considerar, además de los criterios técnicos expuestos en A. *Identificación del Problema*, lo siguiente:

Necesidades de la comunidad: optar dentro de lo posible por soluciones técnicamente sencillas analizado primero la posibilidad de mejorar las existentes;

Aceptación comunitaria: asegurarse que la fuente de agua seleccionada así como su localización (p.ej. en el caso de pozos) es aceptada por la comunidad. Cuanto mayor sea el nivel de aceptación y el grado de elección del sistema, mayor será la voluntad para usarlo y mantenerlo;

Costes: analizar si la comunidad puede costear los costes de operación y mantenimiento del sistema con sus propios recursos o en caso de que no sea totalmente posible, asegurar la capacidad y acuerdo con las autoridades locales, para que ellos lo hagan parcialmente. Este análisis se puede hacer por cuestionarios domiciliarios.

2.2 Ciclo del Agua

El ciclo del agua es un proceso dinámico en lo cual el agua se evapora y condensa continuamente. En este ciclo, los océanos son los principales responsables por el volumen de agua evaporado (por acción de la energía solar). A nivel continental la principal contribución es la de las plantas, por transpiración y en menor escala la de las *aguas superficiales* - ríos y lagos. Una vez precipitada, una parte del agua, al nivel continental, se evapora y transpira inmediatamente para la atmósfera - donde el vapor de agua es sujeto a los vientos y movimientos

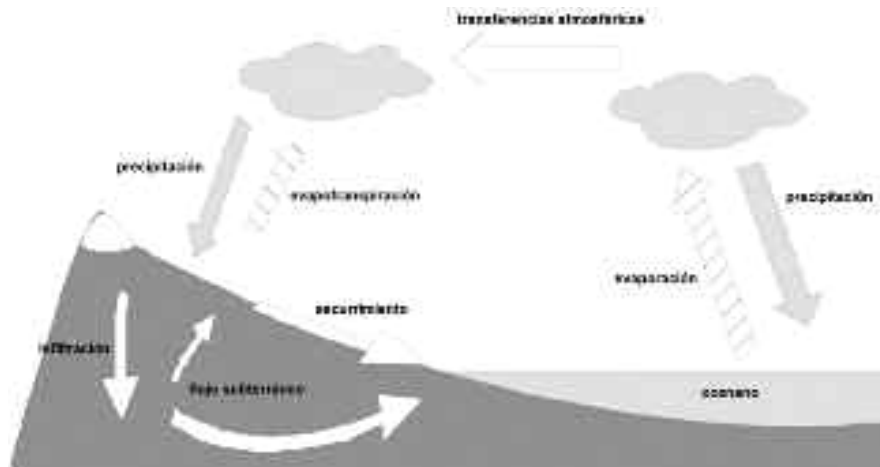


Figura 1 - El ciclo del agua. *Water, sanitation and hygiene for populations at risk. Action contre la Faim.* Herman Editeurs des Sciences et des Arts. 2005.

de transferencia - otra alimenta los ríos y lagos que escurren hacia los océanos y una tercera parte se infiltra en el subsuelo. Esta *agua subterránea*, no se queda estáticamente almacenada (excepto los acuíferos fósiles que ya no son alimentados). Ella integrará el ciclo del agua al alimentar los manantiales y/o los océanos.

2.3 Fuentes de Agua: Superficial y Subterránea

Cuando llueve, una parte del agua se infiltra en el terreno y va descendiendo por gravedad hasta que se encuentra con una capa de menor permeabilidad, generalmente arcillas o la roca madre. Otra parte se infiltra desde el lecho de los propios ríos y lagos. El resultado es una zona geológica saturada de agua - el acuífero. A todo el agua contenida en el acuífero se llama *agua subterránea*.

Toda el agua que no se infiltra en el suelo, se llama *agua superficial*. Esto comprende las corrientes de agua que pasan por superficies impermeables o saturadas (ríos, riachuelos, arroyos), las masas de agua colectadas en la superficie (océanos, mares, lagos, lagunas) o los afloramientos de agua (manantiales).

El *agua subterránea* existe en la mayor parte del mundo, tratándose normalmente de una fuente fiable y de buena calidad. Fiable, porque normalmente sufre un reducido o nulo impacto de los cambios de estaciones en la cantidad de agua disponible. De buena calidad, porque normalmente dada su profundidad de almacenaje se encuentra libre de contaminantes bacteriológicos.

Al contrario que en el agua subterránea, el *agua superficial*, al estar en contacto con el medio exterior, pueden fácilmente contaminarse (cualquier fuente de agua superficial, que se destine al consumo humano, debe ser bien protegida y/o tratada). Además su caudal puede sufrir variaciones temporales importantes, pudiendo incluso secarse totalmente en época seca. Sin embargo, sus métodos de explotación pueden ser bastante más sencillos de construir, operar y mantener cuando comparados con los del agua subterránea.

2.4 Métodos de Captación

Cualquier fuente de agua, superficial o subterránea, necesita ser captada en su origen, antes de ser eventualmente, tratada, almacenada y distribuida. Tal como se ha referido en 1.2 *Objetivo*, esta guía incidirá sobre los respectivos métodos de captación.

2.4.1 Agua Superficial

A. Manantiales

Un manantial es agua subterránea que llega a la superficie normalmente en una ladera de una montaña o colina, a lo largo de los bancos de un río o depresiones en el suelo a través de pequeñas aberturas, fallas o fracturas en las rocas. Los manantiales se dividen en dos grandes grupos según el tipo de afloramiento: por gravedad o bajo presión (artesiano).

Antes de llegar a la superficie el agua de los manantiales es generalmente de buena calidad. Por eso, para evitar cualquier contaminación el manantial debe ser protegido en el punto de contacto con la superficie. Entre los métodos más frecuentes para captar un manantial se encuentran las cajas y los pozos horizontales.

Cajas de manantial: se trata de una caja de hormigón localizada sobre una pequeña área alrededor del manantial previamente cubierto con grava. Esta caja con una tapa movable coleccionará y almacenará el agua proveniente del manantial. La tapa previene la contaminación exterior debiendo ser lo suficientemente pesada como para evitar que las personas la abran y así coleccionar agua directamente con cubos desde la caja. Un grifo y un tubo de salida en el tope evitarán que el agua vuelva al acuífero ([Figura 2](#)). Su ubicación debe asegurar en la medida del posible un sistema (captación - almacenaje - distribución) que funcione por gravedad.

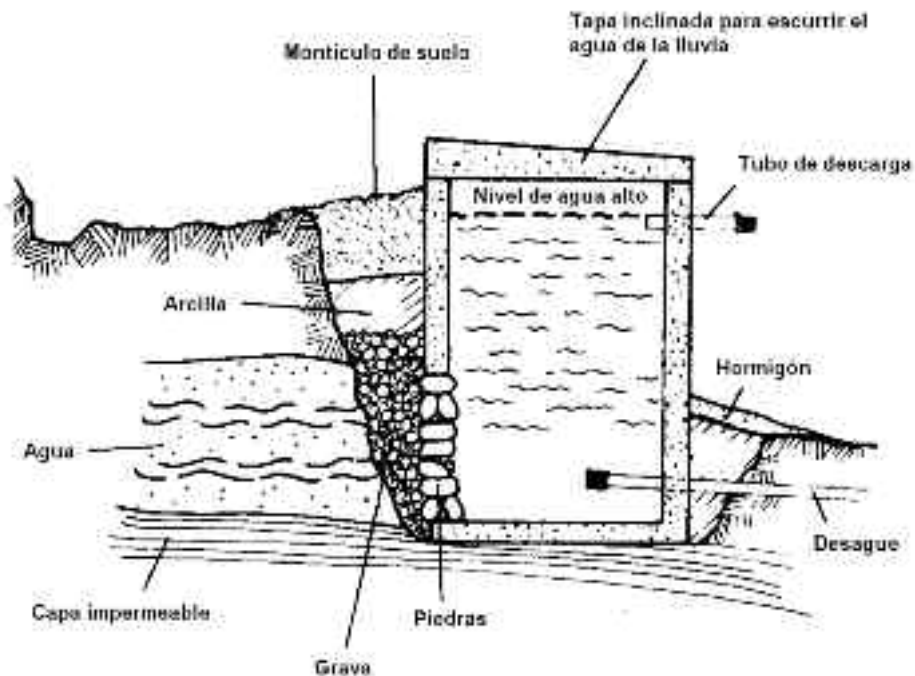


Figura 2 - Caja de manantial. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

El coste de construcción de una caja de manantial es mínimo y su coste de mantenimiento es prácticamente nulo. La desinfección es raramente necesaria. Dado que los manantiales se encuentran normalmente en las encuestas de los montes, un simple sistema de gravedad puede ser instalado para asegurar la distribución.

La principal desventaja de los manantiales es su fiabilidad. Los eventuales cambios de agua disponible según las estaciones del año deben por eso ser consultados con la comunidad.

Pozos horizontales: cuando el acuífero que origina el manantial presenta una superficie inclinada se pueden desarrollar pozos horizontales. Se perfora el acuífero con un tubo (abierto en ambas puntas o con un filtro en una y abierto en otra) que va a extraer el agua hacia la superficie de la encuesta del monte. Si se trata de un acuífero de gravedad se colocará el tubo en la horizontal. Sin embargo, si se trata de un acuífero artesiano se podrá colocar el tubo de extracción con una ligera inclinación que permita entregar el agua a una cota superior (Figura 3). En ambos casos se debe tener especial cuidado en evitar que el agua se escurra por la superficie exterior del tubo. A tal efecto, es recomendable construir un pequeño muro alrededor del tubo (uti-

lizando una argamasa de arcilla o cemento) con efecto impermeabilizante. Las ventajas y desventajas son similares a las cajas de manantial.

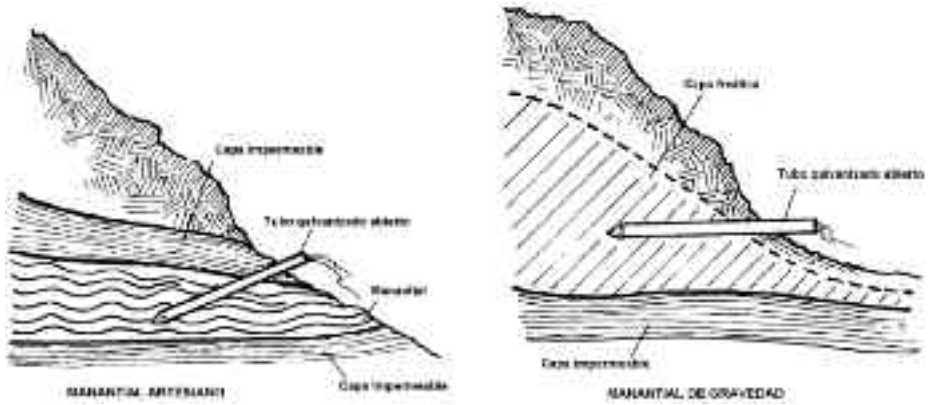


Figura 3 - Pozos horizontales. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

B. Lagos

Los lagos naturales se forman cuando aguas de drenaje superficial se acumulan en depresiones del suelo. La cantidad y calidad del agua de los lagos va a depender esencialmente de una gestión apropiada de las cuencas. Su principal ventaja es su fácil accesibilidad. Sin embargo, su superficie de contacto con el exterior así como su origen basado en aguas de drenaje superficiales exige normalmente, tratamiento. Esta necesidad es particularmente importante en lagos de pequeñas dimensiones. En realidad, en grandes masas de agua se desarrollan procesos de auto-purificación que permiten su uso sin tratamiento.

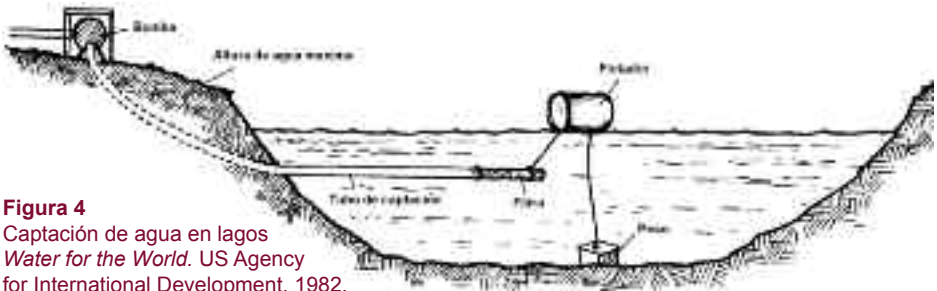


Figura 4
Captación de agua en lagos
Water for the World. US Agency for International Development. 1982.

Otro requisito para el uso del agua de lagos es la necesidad de bombeo. Además de encarecer el sistema, este método exige una fuente de energía y un mantenimiento asociado a las bombas que debe ser bien organizado con la comunidad y las autoridades locales.

Un posible método de captación se trata de un tubo de plástico flexible que conecta el lago con una estación de bombeo o directamente con la red de distri-

bución/unidad de tratamiento por gravedad. Se prende la extremidad del tubo que está en el lago (y que posee un filtro) a un flotador de manera a que el tubo se quede a 30-50cm de profundidad. El objetivo es evitar la entrada de materia orgánica que se encuentra en la superficie (Figura 4).

El punto de captación deberá estar lo más apartado posible del borde, de manera que se evite al máximo cualquier contaminación resultante de la actividad humana o de animales. En grandes masas de agua, este efecto de distancia es particularmente relevante. En lo que respecta a la profundidad, el tubo de captación deberá evitar las aguas superficiales y las muy profundas. Las primeras contienen una gran cantidad de materia viva mientras las segundas sólidos en suspensión. En ambos casos se tupidrá fácilmente el filtro del tubo y se deteriorará la calidad del agua. Para evitar esta situación se instalará un tubo flexible con un flotador que asegurará una profundidad constante de 0,3-0,5m de la superficie, independientemente de las variaciones del nivel del agua.

C. Ríos

Los ríos o riachuelos se forman a partir del agua de lluvia y/o de manantiales, de la fusión del hielo o nieve. Su calidad y caudal es muy variable, pudiendo incluso secarse durante la época seca. Además están muy expuestos a la contaminación por disposición de detritos, lavaje de ropa, actividades de higiene personal y/o uso por animales. Estas condiciones exigen normalmente tratamiento antes de su uso para consumo humano. Sin embargo, en zonas montañosas o poco pobladas la calidad del agua puede ser muy buena requiriendo poco o ningún tratamiento.

Existen tres métodos principales para captar el agua de los ríos: *pozos de infiltración y galerías; captaciones por gravedad y con bomba.*

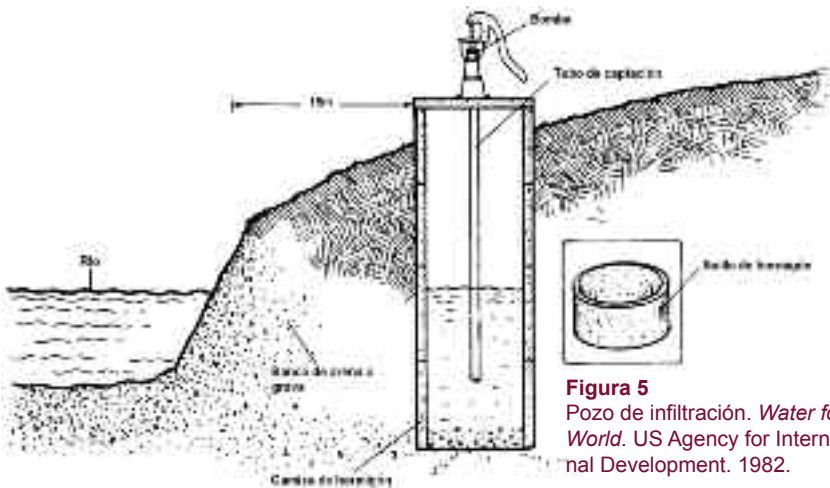


Figura 5
Pozo de infiltración. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Pozos de Infiltración: se trata del método más barato de captación para ríos. Se excava un pozo en el banco del río, lo suficientemente próximo de su cauce de manera a captar el agua que se infiltra en la base y en el lado del cauce (Figura 5). Normalmente este método asegura un suministro de agua bastante fiable a lo largo del año. Cuando el río se seque debido a escasa lluvia puede aún existir agua subterránea disponible. En lo que respecta a la calidad, las arenas y arcillas del banco del río filtran naturalmente las impurezas. La eficacia de la limpieza va a depender del grado de contaminación inicial del río así como del tipo de suelo. En muchos casos, la purificación natural será suficiente, evitando cualquier tipo de tratamiento.

Para extraer el agua del pozo se podrá instalar una bomba manual, eléctrica o un molino de viento. El método de extracción va a depender de existencia o no de red de distribución. Básicamente, si el punto de entrega del agua está cerca de la fuente entonces una bomba manual será suficiente. Sin embargo, si el punto de entrega es un grifo público o las propias casas de los miembros de la comunidad, entonces será necesaria alguna fuente de energía externa (electricidad, diesel, sol o viento) para bombear el agua.

Galerías de infiltración: se trata de un método que permite aumentar el volumen de agua captado por un pozo de infiltración. Se excavan trincheras a lo largo del banco del río, paralelas a la corriente, por debajo del nivel freático o incluso por debajo del cauce del río. En estas trincheras rellenas con grava se coloca un tubo de plástico perforado que conducirá el agua hacia un pozo de almacenaje. La grava filtra los sedimentos y previene el atascamiento. El agua una vez en el pozo es bombeada del mismo modo que en los pozos de infiltración (Figura 6).

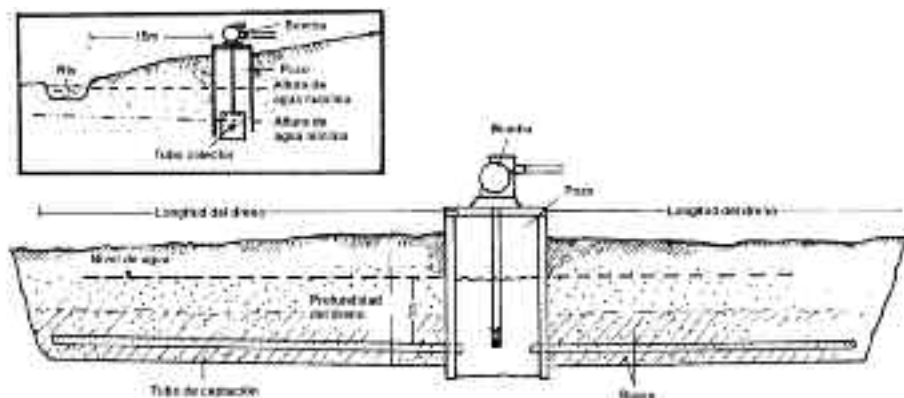


Figura 6 - Galería de infiltración. *Water for the World.* US Agency for International Development. 1982.

Su ubicación depende fundamentalmente del tipo de suelo en las inmediaciones del río. A tal efecto, el suelo jugará un papel purificador que será

tanto más eficaz cuanto menor sea la velocidad de percolación del agua. Así según el suelo sea fino y compacto⁹ o grueso y suelto, la distancia en planta del pozo/galería al río podrá ser desde 2-3m hasta 20-30m.

La profundidad deberá ser superior al lecho del río (cerca de 1m), de forma a asegurar un suministro de agua incluso en época seca.

Captación por gravedad: se trata de una caja de hormigón abierta en uno de los lados con alas extendidas que recoge el agua hacia un tubo de captación. Este tubo con un filtro en la extremidad de captación, conduce por gravedad el agua desde la toma hacia un punto de almacenaje. La caja de hormigón debe ser instalada en el cauce del río y anclada al banco (Figura 7).

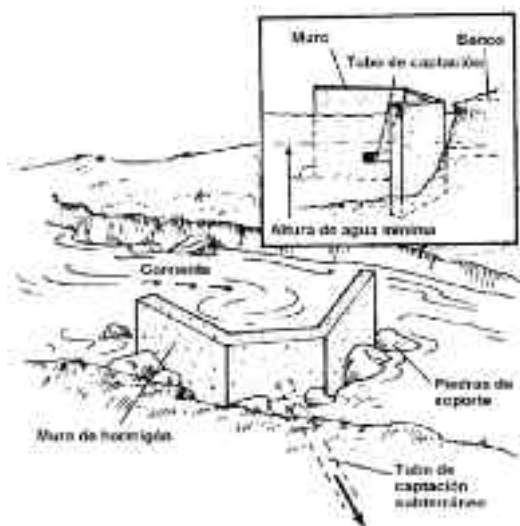


Figura 7 - Captación por gravedad. *Water for the World.* US Agency for International Development. 1982.

Dado que no necesita de cualquier sistema de bombeo, su mantenimiento es casi nulo. En el caso de que la corriente del río tenga una caída suficiente, se podrá utilizar una bomba de ariete para bombear el agua hacia un punto de almacenaje a una cota superior sin necesidad de cualquier fuente de energía externa.

Su ubicación en planta deberá estar "aguas arriba" de la comunidad, de forma que se evite cualquier tipo de contaminación. Las paredes del margen deberán ser estables. Además, el sistema de captación deberá estar lo suficientemente bajo como para que permanezca sumergido a lo largo del año (en función de la altura mínima en época seca) pero no demasiado como para que no coja la materia sólida en suspensión.

⁹ Excepto arcillas compactas. En este caso el flujo de agua se vuelve demasiado lento, siendo inviable el relleno del pozo/galería.

Captación con bomba: Se instala un tubo de captación, fijo a un pozo de hormigón armado que se encuentra en el cauce del río. Entre el banco del río y el pozo, se construye un pasadizo al cual se fija el tubo (Figura 8).

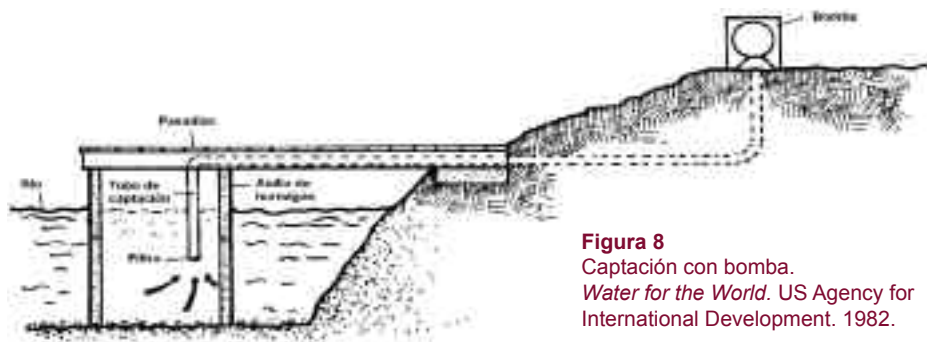


Figura 8
Captación con bomba.
Water for the World. US Agency for
International Development. 1982.

Se trata de un método más costoso y que requiere una mano de obra más especializada a la hora de construir. Además el banco y el cauce del río deben ser estables y el pozo lo suficientemente resistente a la corriente del río. Sin embargo, puede asegurar un mayor volumen en el suministro de agua, comparado con los métodos anteriores.

D. Lluvia

Las captaciones de agua de lluvia permiten recolectar agua normalmente de muy buena calidad. En zonas con bajos niveles de precipitación se podrán utilizar en combinación con otras fuentes de agua. Por ejemplo, se puede utilizar el agua de la lluvia para beber (en este caso es recomendable mezclarla con agua proveniente de otras fuentes pues su contenido mineral es muy bajo, pudiendo a la larga generar problemas de salud) y/o cocinar y las otras fuentes de agua superficial para actividades de higiene. Existen dos métodos de captación del agua de la lluvia: *tejados* y *suelo*.

Tejados: es el método más barato y técnicamente sencillo. Permitirá suministrar agua al nivel familiar o a grupos cuando se instala el sistema en escuelas o en otros edificios públicos. Coberturas en teja o en zinc pueden ser adaptadas con un sistema de goteras y tubos que coleccionarán el agua y la transportarán hacia una cisterna de almacenaje pasando por un sistema de filtraje según el uso al que se destine. La cisterna deberá ser cerrada para evitar cualquier contaminación y periódicamente desinfectada. Tejados de paja no son adecuados debido al mayor riesgo de contaminación y su potencial absorción del agua.

Los sistemas de captación de agua de lluvia son tan fiables como el padrón de precipitación. Por eso, las cisternas deben tener una capacidad de

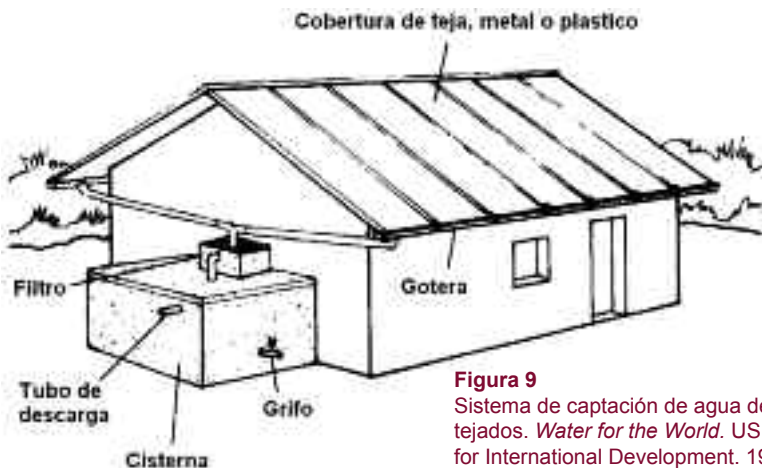


Figura 9
Sistema de captación de agua de lluvia en tejados. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

almacenaje lo suficientemente grande para cubrir los periodos de escasez de agua, en el caso de tratarse de la principal fuente de suministro. El mantenimiento del sistema es muy sencillo siendo apenas necesaria la limpieza de las goteras, tubos y tejado para evitar cualquier atascamiento y contaminación (Figura 9).

Suelo: parte del aprovechamiento de una superficie inclinada del suelo que después de limpiada y se nivelada con un determinado declive, se pavimenta para evitar pérdidas de agua por infiltración. El agua una vez recolectada, es conducida por un dren, que se encuentra en la parte baja de la superficie de captación, hacia un espacio de sedimentación y de allí a un tanque de almacenaje (Figura 10). Las captaciones de agua de lluvia en el suelo pueden suministrar una mayor cantidad de agua que la captación en tejados, sin embargo, necesitan una gran superficie de terreno, su construcción es cara y exigen un mantenimiento cuidado.

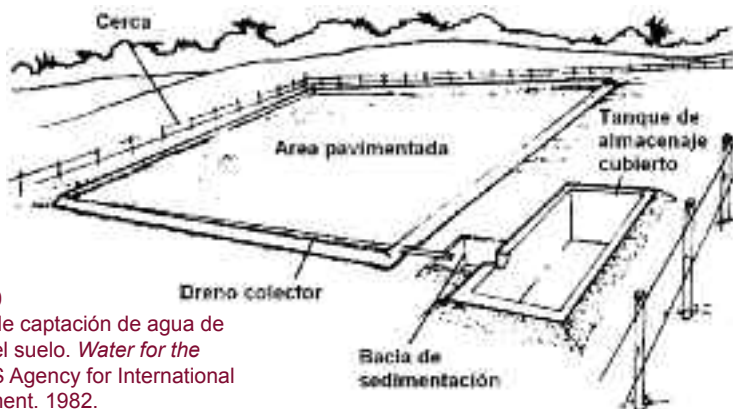


Figura 10
Sistema de captación de agua de lluvia en el suelo. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

2.4.2 Agua Subterránea

El método de captación del agua subterránea es el pozo/sondeo. Se trata simplemente de un agujero en el suelo que perfora un acuífero de manera a que el agua pueda ser elevada a la superficie. El método de perforación para su construcción así como el método de elevación son los criterios fundamentales que distinguen los diferentes tipos de pozo/sondeo.

De una forma general un pozo/sondeo es formado por cinco componentes básicos: *agujero*; *camisa*; *filtros*; *cabeza*; *aparato de elevación*.

El *agujero* es excavado desde la superficie hasta al acuífero. El objetivo es acceder al agua subterránea. El método de excavación difiere entre cada tipo de pozo.

La *camisa* bordea el agujero y el objetivo es evitar que el agujero colapse, proveer una barrera impermeable para el almacenaje de agua y, a la vez, proteger el pozo de la contaminación del agua superficial que se infiltra en el suelo. Su material puede ser mampostería, bloques, hormigón, metal o plástico. La camisa puede ser instalada mientras se excava el agujero o después de abierto en su totalidad.

Los *filtros* son la porción de la camisa por donde se infiltra el agua que alimenta el pozo. Se trata de los tramos inferiores de la camisa que se encuentran perforados o simplemente hechos de un material poroso. En algunos casos, la toma de agua se hace a través del fondo que se deja "abierto". Su papel además de entrada del agua sirve de filtro de gruesos asegurando una mayor calidad de agua.

La *cabeza* es la estructura construida sobre y alrededor de la camisa al nivel del suelo. Está normalmente hecha de hormigón, bloques o mampostería. El objetivo es proveer una base de soporte para el aparato de elevación, prevenir la entrada de contaminantes, evitar que personas y animales caigan al pozo y drenar al agua de superficie para fuera del perímetro del pozo.

Finalmente, *el aparato de elevación* permite extraer el agua del pozo pudiendo ser una bomba eléctrica, un molino de viento, una noria o simplemente un cubo con una cuerda (*Figura 11*).

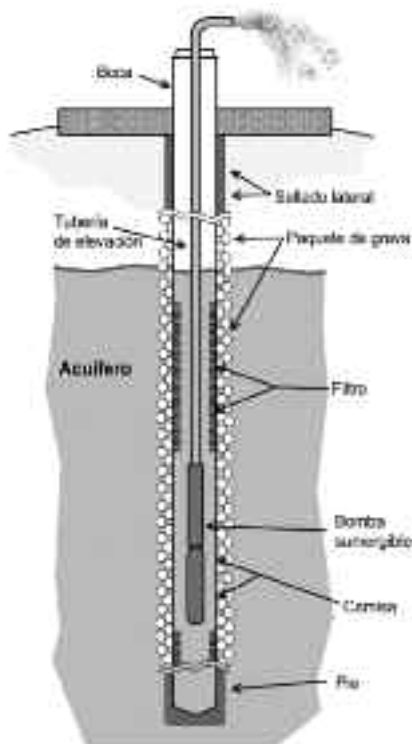


Figura 11 - Esquema típico de un sondeo. La instalación de un sondeo. Santiago Arnalich. Arnalich Water and Habitat. 2008.

La opción por un sondeo en vez de un pozo puede estar *a priori* condicionada por reglamentos nacionales que impongan la construcción de los primeros en detrimento de los segundos, por cuestiones de preservación de la calidad del agua de los acuíferos. Además, factores de orden técnico pueden hacer preferible la opción del sondeo:

- Contaminación de los acuíferos superficiales;
- Formaciones geológicas muy duras;
- Profundidad del acuífero muy elevada;
- Excavación manual de pozos en número suficiente (para satisfacer la demanda) demasiado cara o demorada.

Así, de una forma general la opción por el sondeo es preferible pues, si las condiciones hidrogeológicas lo permiten, ofrecerá agua de calidad (las capas geológicas superiores desempeñan un función de filtro y protección de las contaminaciones superficiales), cantidad y fiabilidad (al alcanzar acuíferos profundos, su caudal no depende de las variaciones estacionales) superiores.

A. Pozos

Los pozos tienen normalmente 1-1,3m de diámetro y normalmente con profundidades inferiores a los 10-15m. Permiten captar aguas superficiales y por eso a pesar de su menor coste y mayor facilidad de construcción al nivel logístico, cuando comparado con un sondeo, presentan mayores variaciones temporales del nivel de agua y mayor potencial de contaminación. Sin embargo, su gran diámetro (1-1,5m) permite que esta infraestructura actúe como una cisterna de agua, y acumule grandes volúmenes de agua en la superficie. Este factor es particularmente importante en acuíferos de baja porosidad¹⁰ ya que el pozo almacenará el agua para un uso posterior. Por otro lado, su gran diámetro le permite acomodar una gran variedad de mecanismos de extracción.

Los pozos excavados se pueden construir en casi todos tipos de suelo excepto en suelos de roca dura o de elevada granulometría donde será necesario recoger a maquinaria de perforación.

Pueden ser excavados con pico y pala por una o dos personas en el fondo del pozo. El suelo excavado es extraído con un cubo y una cuerda. Los materiales utilizados para construir este tipo de pozo - picos, palas, cemento, arena, grava, cuerdas, poleas - se pueden encontrar normalmente en los mercados locales. El proceso constructivo es sencillo no requiriendo por eso, cualquier tipo de mano de obra especializada. Sin embargo, exige un esfuerzo considerable en términos de tiempo, pudiendo llevar, la construcción, varias semanas.

La camisa de un pozo excavado debe ser de hormigón. Su instalación se puede hacer de dos modos: a medida que se excava se hace la camisa contra

el propio suelo o los anillos de la camisa son construidas a la superficie y bajados desde arriba a medida que se excava y el anillo inferior baja (Figura 12).

Frecuentemente, se utilizan ambos métodos en el mismo pozo. El primer método se utiliza hasta alcanzar el nivel de agua y el segundo a partir del momento que se alcanza el nivel de agua. La camisa se puede hacer en mampostería sin embargo es menos recomendable ya que es difícil de garantizar la impermeabilidad de las juntas en la parte seca.

La captación de agua se hace normalmente a través de los anillos inferiores que están en contacto con el agua. Estos son perforados permitiendo la entrada de agua. Sin embargo, si el suelo es arenoso, existe el riesgo de atasco. En ese caso, se recomienda utilizar el mismo tipo de anillo de la parte seca y dejar el fondo del pozo abierto solamente cubierto con grava.

Después de terminada toda la parte subterránea se construye la cabeza del pozo y el pasadizo alrededor que evitará la acumulación de agua y su potencial contaminación por infiltración lateral.

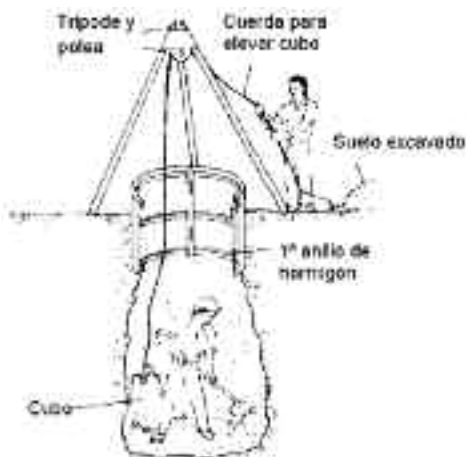


Figura 12 - Pozo excavado manualmente. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

B. Sondeos

Antes de iniciar un programa de captación de agua por sondeos, se deberán analizar los aspectos siguientes:

- Potencial hidrogeológico de la zona (clima, geología, hidrogeología - pesquisa geofísica¹¹);
- Tipo de bomba a instalar (manual o eléctrica sumergible) dependiendo del potencial hidrogeológico y del caudal requerido;
- Disponibilidad local de recursos humanos especializados y maquinaria de perforación adecuada;
- Accesibilidad del local para la movilización de la maquinaria.

Una vez analizados estos aspectos se optará por un método de perforación adecuado al tipo de suelo. En el caso de suelos sedimentarios no-consolidados se recurrirá a la *perforación rotativa*, mientras en formaciones geológicas duras se elegirá la *perforación por percusión*.

¹¹ La geofísica es un método de pesquisa superficial a partir del cual se puede determinar indirectamente las características del subsuelo. Concretamente, permitirá delimitar la profundidad de las capas secas y saturadas, y en este caso distinguir entre dulce o salada.

· *Perforación Rotativa*: una broca es conducida desde la superficie a través de tubos metálicos que se sobreponen mientras se profundiza el sondeo. La perforación se hace por abrasión, resultante de la rotación y presión de broca contra el suelo. Este trabajo resulta, no solo del motor asociado pero sobre todo del propio peso de los tubos de perforación (Figura 13).

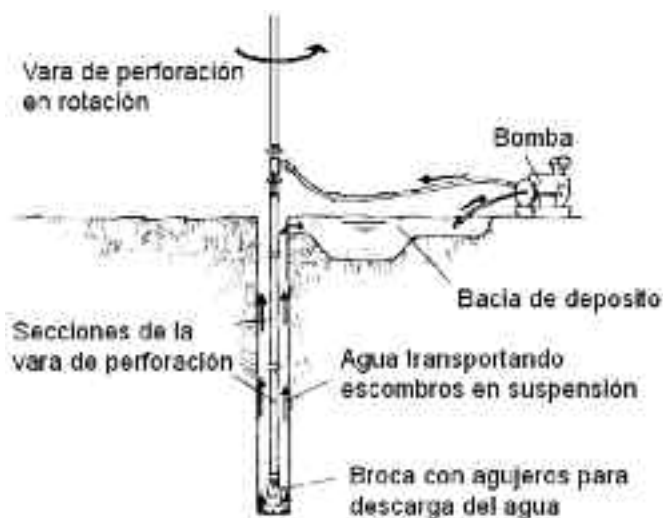


Figura 13 - Perforación Rotativa. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

En el fondo del agujero la broca corta trozos de suelo mientras se inyecta una mezcla de agua y un polímero, normalmente *polycol*. Esta mezcla, bajo presión, regresará a la superficie a través del espacio anular existente entre los tubos de perforación y las paredes del sondeo. En el camino ascendiente esta lama cubrirá las paredes del sondeo contribuyendo a su estabilización, gracias a su contenido en *polycol*. Una vez en la superficie esta lama es canalizada a una serie de cuevas donde los trozos de suelo se depositarán, siendo después re-inyectada de nuevo en el sondeo, funcionando así en circuito cerrado.

Este tipo de pozo exige equipos específicos que además de caros no siempre se encuentran en los contextos en que trabajamos. El método es rápido pero exige mano de obra especializada. Puede alcanzar una profundidad de 60m, lo que aumenta la probabilidad de encontrar una fuente de agua fiable. No son afectados por las variaciones del nivel freático. Sin embargo, no se pueden construir en terrenos de roca dura y/o de elevada granulometría.

· *Perforación por Percusión*: el proceso pasa por una fase de percusión y una de sople. La percusión es asegurada por una broca en rotación accionada

por un martillo neumático que quiebra y muele la piedra. El sople es realizado por un compresor que crea un flujo de aire que en su movimiento ascendente arrastra los trozos de piedra quebrados hacia la superficie (Figura 14).

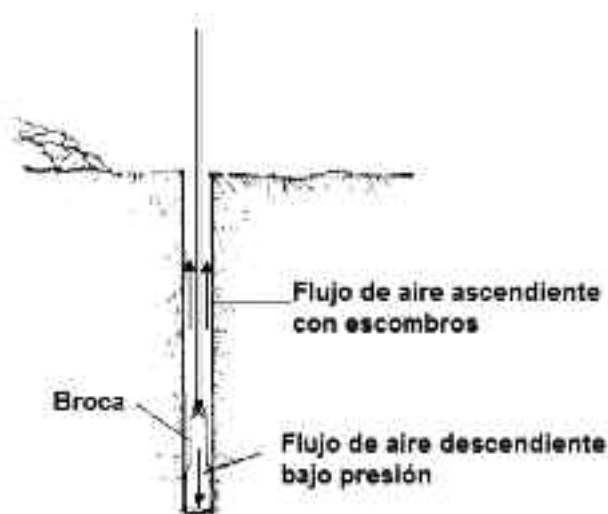


Figura 14 - Perforación por Percusión. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Este método requiere materiales caros y a veces difíciles de encontrar en el mercado local. Además, en el caso de que estos materiales se encuentren disponibles, serán difíciles de transportar a zonas remotas. La operación de este equipamiento exige mano de obra especializada. Sin embargo, este tipo de pozo se puede construir en casi todo los tipos de suelo, sobre todo rocoso, siendo particularmente indicado para grandes profundidades (puede alcanzar una profundidad superior a 75m) lo que aumenta las probabilidades de encontrar una fuente de agua subterránea fiable. Dado lo anterior, este tipo de pozo no se ve afectado por las variaciones del nivel freático.

2.5 Selección de Métodos

En este apartado se analizará para las distintas fuentes de agua los parámetros a tener en cuenta a la hora de elegir la fuente más adecuada.

Sin embargo, antes de empezar el planteamiento de un nuevo método de captación de agua se debe analizar si existe, o existió, algún método anterior. En caso afirmativo se debe seguir la siguiente orden de prioridad:

1º) Mejorar el actual método de extracción (p.ej. profundizando un pozo excavado);

2º) Replicar el método existente (p.ej. excavando más pozos);

3º) Seleccionar un nuevo método.

2.5.1 Agua Superficial

Tal como hemos visto en el apartado 2.1 *Proceso de Planificación de la Intervención*, los criterios que caracterizan una fuente de agua son su calidad, cantidad, fiabilidad y accesibilidad.

En este apartado se expondrá para cada fuente un método de medición de la cantidad de agua y se establecerá un orden de prioridades según la necesidad de tratamiento (*calidad*) y de bombeo (*accesibilidad*). En lo que respecta la *fiabilidad*, se deberá analizar el padrón de precipitaciones mensual y anual así como consultar la memoria histórica de los propios habitantes.

A. Medición de la Cantidad de Agua

· *Manantiales*: (i) se conduce el agua hacia un pequeño agujero a la superficie, creando un pequeño embalse con la tierra sacada; (ii) se agujerea la pared del embalse con un tubo rebosadero, asegurándonos de que no hay fugas de agua; (iii) se coloca un cubo con un volumen conocido y se mide el tiempo necesario para rellenarlo. Con base en el resultado obtenido, se calcula el volumen diario disponible.

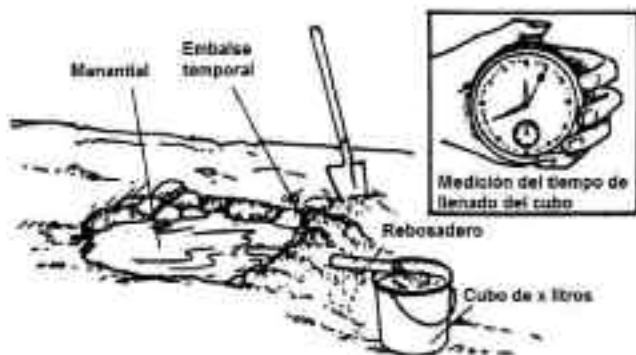


Figura 15 - Medición del caudal de un manantial. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

· *Lagos*: en este caso se estima la capacidad de almacenaje del siguiente modo: (i) sobre el diseño en planta del lago, se define un rectángulo aproximado al perímetro del lago; (ii) se mide su área y se multiplica por la profundidad máxima del lago, corregida por un factor de 0,4 de manera a aproximar la profundidad máxima a la media. Se obtiene así el volumen aproximado del lago. Este volumen tiene que ser descontado de las pérdidas por evaporación, transpiración e infiltración. Por eso, se multiplica el valor final obtenido por 0,8 (estimación de las pérdidas en 20%). Este volumen corresponde a la capacidad de almacenaje del lago, sin considerar recarga alguna. Así, el volu-

men obtenido en época seca permitirá saber la autonomía del abastecimiento a partir de esta fuente y eventualmente estimar posibles alternativas que la complementen.

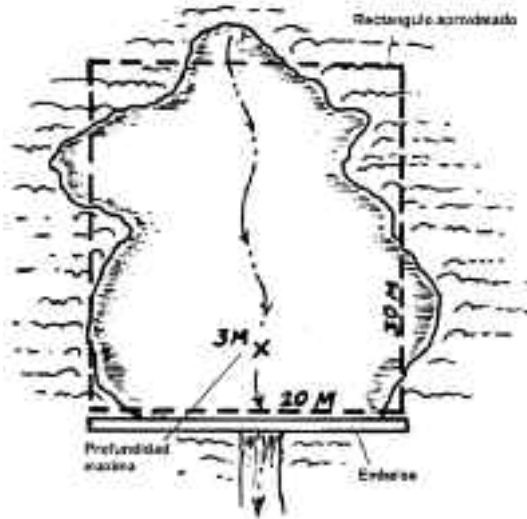
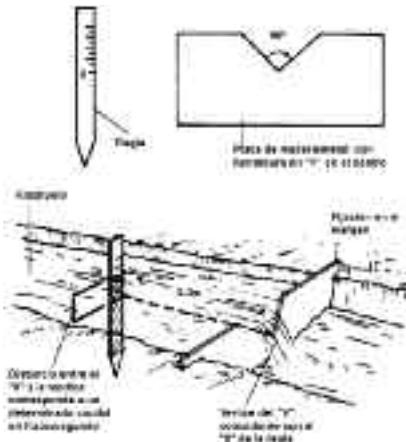


Figura 16 - Medición de la capacidad de almacenaje de un lago. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

· **Ríos:** Para la medición del caudal de un riachuelo el método más recomendable es el siguiente: (i) se coloca una placa con una hendidura en V (ángulo de apertura de 90°), perpendicular a la corriente, de modo a que el agua pase únicamente por la hendidura; (ii) se fija al fondo una regla, 2 a 3m río arriba, cuyo 0 deberá coincidir con el vértice de la hendidura; (iii) se lee la altura de agua y se estima el caudal, con base en la Tabla 1.



Altura de agua (mm)	Caudal (l/s)
50	0,8
60	1,2
70	1,9
80	2,6
90	3,4
100	4,5
110	5,6
120	7,0
130	8,6
140	10,3
150	12,3

Figura 17 - Medición del caudal de un riachuelo. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Tabla 1
Caudal en una hendidura de 90°.

Sin embargo, si en vez de un riachuelo tenemos un río, el método descrito anteriormente no es factible. Entonces, se recomienda otro método, a pesar de no ser tan exacto: (i) en una zona del río relativamente rectilínea se fijan en un margen dos estacas a una determinada distancia; (ii) se lanza un objeto flotador y se mide el tiempo transcurrido mientras el objeto llega de una estaca a la otra; (iii) se repite la medición tres veces y se calcula la media; (iv) se calcula el caudal estimado a través de la fórmula:

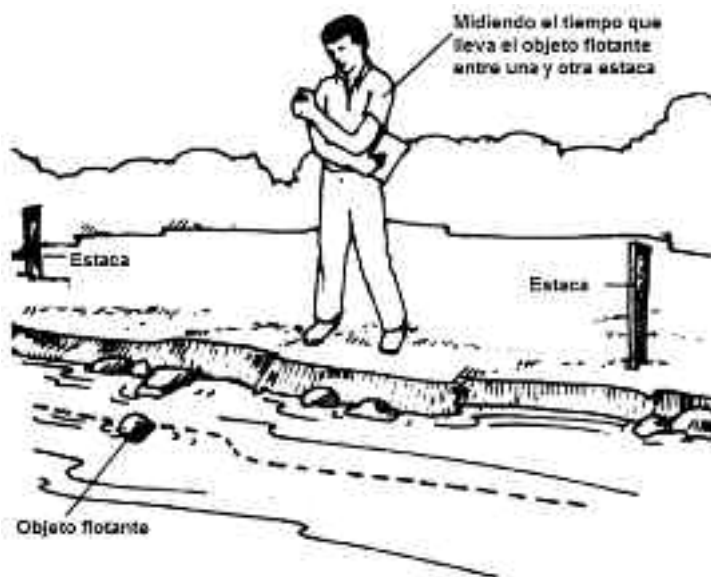


Figura 18 - Medición del caudal de un río. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

· *Lluvia*: para determinar la cantidad de agua disponible al nivel familiar habrá que considerar el área del tejado de cada casa y multiplicarla por la precipitación media anual, corregida de un factor de 0,8 que tiene en cuenta las pérdidas por salpicaduras y evaporación (cerca de 20% del volumen total). El ideal es que la distribución mensual de la precipitación sea lo más homogénea posible de forma a evitar grandes volúmenes de almacenaje.

Los sistemas de captación al nivel del suelo permiten coleccionar una mayor cantidad de agua. El sistema podrá captar hasta un 90% del total de precipitación anual, siendo por eso más eficiente que el sistema de captación en los tejados (captación del 80% de la precipitación). Sin embargo, el riesgo de pérdidas por infiltración es elevado, por lo que requiere una adecuada construcción y mantenimiento. El volumen de agua captado se calcula con base en el área pavimentada en vez de la superficie del tejado. Así el volumen de agua puede ser muy grande, sin embargo tal implicará una gran superficie

de terreno y la construcción de un depósito de almacenaje de grandes dimensiones. A pesar de eso, en zonas secas donde el agua superficial y subterránea no es accesible puede ser la fuente de agua más viable o complementaria a las demás.

B. Tratamiento y Bombeo

La necesidad o no de tratamiento (según la calidad del agua) así como de bombeo (de acuerdo con su accesibilidad) va a condicionar en gran medida los costes no solo de construcción pero también de operación y mantenimiento. De forma simplificada, teniendo en cuenta el factor coste y robustez del sistema, se puede establecer la siguiente orden de prioridad entre las diferentes alternativas:

1º) Fuentes en que no es necesario ni sistema de tratamiento ni de bombeo (agua potable distribuida por gravedad - p.ej. manantial en zona montañosa);

2º) Fuentes en que no es necesario sistema de tratamiento pero sí de bombeo (los sistemas de tratamiento suelen requerir además de un cuidado atento y continuado, el suministro de químicos, mientras un sistema de bombeo puede ser fácilmente operado y mantenido por la comunidad - p.ej. bombeo manual de agua de un pozo de infiltración);

3º) Fuentes en que es necesario sistema de tratamiento pero no de bombeo (el sistema de tratamiento puede ser muy sencillo, sin necesitar el uso de químicos - p.ej. el aprovechamiento del agua de la lluvia);

4º) Fuentes en que es necesario sistema de tratamiento y de bombeo (es el sistema más caro al nivel de construcción, operación y mantenimiento, pero a veces la única solución - p.ej. bombeo de agua de lagos y lagunas hacia un sistema de tratamiento para posterior almacenaje y distribución).

2.5.2 Agua Subterránea

La elección de la ubicación de la fuente de agua subterránea es el factor clave para el éxito de la captación. La correcta realización de este paso asegurará que la fuente de agua sea lo más fiable posible a lo largo del año y que la cantidad y calidad de agua sean lo más adecuadas posibles al uso previsto. Para analizar los posibles lugares de implantación es necesario considerar diferentes aspectos tales como, la existencia de otros pozos, la geografía del local, la calidad y cantidad del agua subterráneo, la existencia de posibles fuentes de contaminación, la accesibilidad para los futuros utilizadores así como los métodos de construcción viables.

Si es posible, el lugar de implantación debe ser seleccionado a través de un estudio minucioso de terreno para determinar el potencial hidrogeológico de la zona (cf. 2.4.2 Agua Subterránea). A lo largo de este apartado se darán pautas básicas para apoyar la decisión del lugar de implantación de un pozo sin querer sustituir dicho estudio.

· *Mapeo de la comunidad*: la primera información a recopilar es el mapeo de la comunidad. Allí se plasmarán todas las principales infraestructuras y fuentes de agua existentes, el declive del terreno así como los posibles locales de implantación de acuerdo con la voluntad de la comunidad.

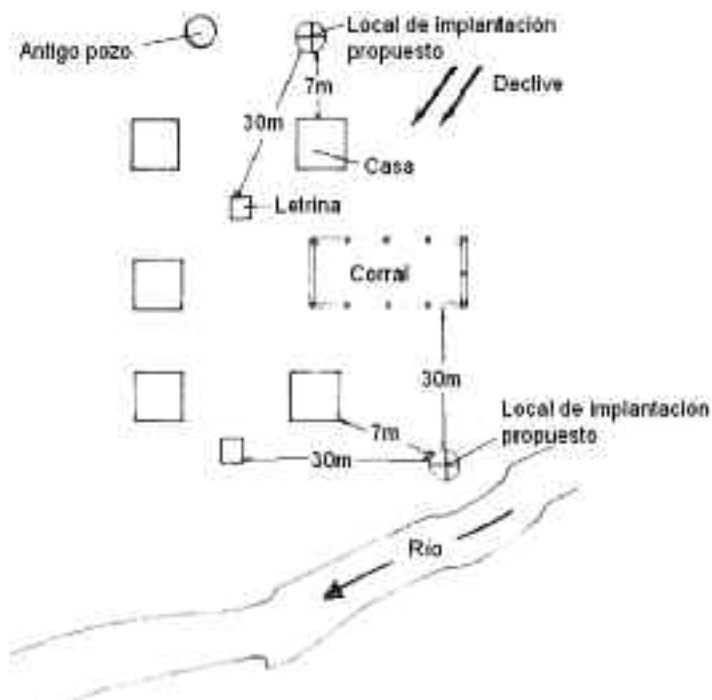


Figura 19 - Mapeo de la comunidad (distancias mínimas). *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

· *Pozos existentes*: el primer objetivo al perforar un pozo es encontrar agua. Los pozos existentes son, en ese sentido, el mejor indicador de su existencia. Si posible se recomienda por eso, perforar cerca de un pozo existente - ya que muy probablemente se encontrará agua a la misma profundidad. Además el historial del pozo existente proveerá información fundamental relativamente a la fiabilidad y a los eventuales cambios del nivel de agua con las estaciones del año. Esa información podrá sugerir aumentar la profundidad del nuevo pozo relativamente al existente, por ejemplo.

Pero, si se pretende seguir utilizando el pozo existente entonces será recomendable perforar el nuevo no demasiado cerca ya que sus caudales se verán probablemente afectados. En realidad, al extraer agua de un pozo, el nivel de agua original (nivel estático) baja progresivamente hasta estabilizarse en un nuevo nivel (nivel dinámico). A este desnivel se llama abatimiento y a la forma que adquiere la superficie del acuífero, cono de depresión. Si ambos

conos de depresión se sobreponen, uno o ambos pozos verán su nivel dinámico bajar y su caudal disminuir.

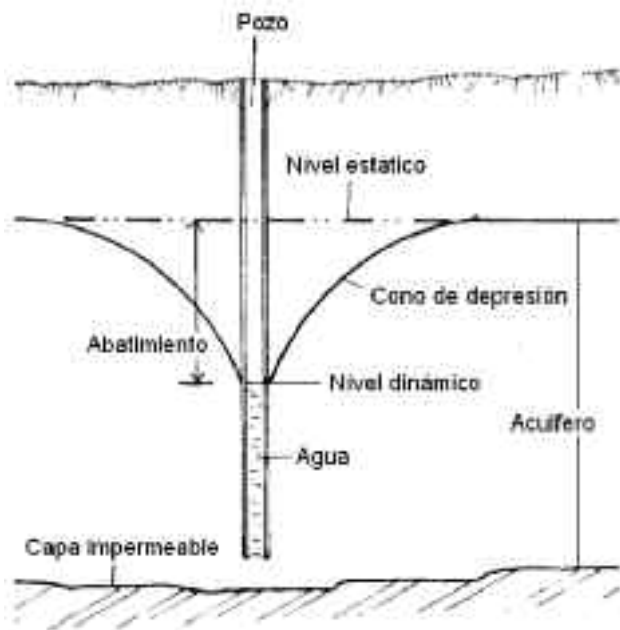


Figura 20 - Cono de depresión al extraer agua de un pozo. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

· *Geografía local*: En el caso de no existir cualquier pozo, la presencia de agua subterránea se puede inferir a partir de fuentes de agua superficial, de la topografía y de ciertos tipos de vegetación.

· *Agua de superficie*: cuando existe un río el pozo podrá ser perforado en las inmediaciones del mismo ya que este, al alimentar el acuífero reduce las variaciones del nivel de agua con las estaciones del año. Además el agua retirada de un pozo en estas condiciones es generalmente más fresca y limpia que el agua del propio río. Si el pozo es lo suficientemente profundo podrá, incluso, suministrar agua cuando el río se seque temporalmente.

· *Topografía*: el agua subterránea se acumula en zonas bajas, por eso, las cotas bajas son normalmente las mejores para perforar un pozo (por ejemplo, en una zona montañosa la base del valle suele ser el mejor sitio). Sin embargo, si existe un manantial en la encuesta, su existencia podrá indicar un movimiento lateral de agua subterránea sobre una capa del suelo impermeable. En este caso, el pozo se podrá perforar a una

cota superior del manantial. Además esta solución podrá traer ventajas en términos de proximidad de las casas o la posibilidad de crear una red de distribución por gravedad.

· *Vegetación*: Ciertos tipos de vegetación pueden indicar la existencia de agua subterránea. Para tal, se deberá identificar la localización de especies perennes a lo largo del año tales como árboles y arbustos que no hayan sido plantados por las personas. La época seca es, por eso, la mejor altura para observarlo.

· *Calidad del agua subterránea*: una vez localizada la fuente de agua se procura analizar la calidad del agua en alguna fuente próxima. Los parámetros físicos y bioquímicos principales deberán respetar los límites definidos por la ley nacional o por la OMS (cf. Anexo II).

· *Cantidad de agua subterránea*: para determinar la cantidad de agua explotable es necesario realizar un ensayo de bombeo. Se trata de una prueba en que se analiza la evolución del nivel de agua en un sondeo bombeado a caudal constante. Hay muchos tipos de ensayo, pero todos indican al final una recomendación de caudal explotable y una medida de la caída de agua a ese ritmo.

· *Fuentes posibles de contaminación*: el sondeo se debe realizar “aguas arriba” respetando las siguientes distancias mínimas:

- 50m de pozos de infiltración;
- 30m de sistemas de absorción superficial;
- 30m de rediles de animales;
- 15m de tanques sépticos;
- 7m de casas y otras construcciones.

Además, el lugar de implantación debe evitar cualquier zona inundable (zonas bajas o bordes de los ríos).

· *Accesibilidad para los utilizadores*: el pozo o el punto de entrega del agua (en el caso de un sondeo) deberá estar lo más cerca posible de las casas de los futuros utilizadores. A tal efecto, cuanto mayor es la distancia a recorrer por el utilizador menor será su consumación (Tabla 2).

Distancia a la fuente (m)	Consumación (l/p/d)
0m (en la casa)	40
< 250m	20-30
500 - 1000m	12
> 1000m	7

Tabla 2 - Consumación de agua en función de la distancia a la fuente.

Los factores de orden política también deberán ser tenidos en cuenta. Podrá, por ejemplo, haber presión del líder comunitario o de alguna otra persona influyente para colocar el pozo cerca de su casa. En estos casos, podrá tener que buscarse una solución de equilibrio.

· *Métodos de construcción de pozos:* tal como se ha visto en 2.4.2 *Agua Subterránea*, cada método constructivo se adecua a un tipo de suelo específico. En este sentido, se tendrá que adecuar el sitio a los métodos disponibles localmente - mano de obra, maquinaria, presupuesto, accesibilidad y logística. En la Tabla 3 se resume sintéticamente las ventajas y desventajas de cada método, a la hora de elegir:

FACTOR	Método de construcción		
	Excavación	ROTACIÓN	Percusión
Coste	bajo	moderado	alto
Mano de obra especializada	no	sí	sí
Equipamiento sofisticado	no	sí	sí
Capacidad de almacenaje	sí	no	no
Mecanismos de extracción de agua	gran variedad	reducida variedad	reducida variedad
Variaciones del nivel freático	afectado	no afectado	no afectado
Tipos de suelo inadecuados	rocas duras y/o elevada granulometría	rocas duras y/o elevada granulometría	ningún

Tabla 3 - Comparación de métodos de perforación de pozos/sondeos.

3. SANEAMIENTO

habitáfrica

3.1 Proceso de Planificación de la Intervención

Se analizará el proceso de planificación de una intervención de saneamiento recurriendo a sistemas separativos de tratamiento de excretas y aguas grises.¹² Estos sistemas son apropiados para pequeñas/medias cantidades¹³ de aguas grises¹⁴. Al contrario que los sistemas combinados, que permiten tratar grandes cantidades de aguas grises y negras - normalmente asociados a una red de agua y saneamiento - en el caso de los sistemas separativos, se trata el problema de una forma modular, sin necesitar de una red y basándose en tecnología muy fácil de construir, operar y mantener. De esta forma, se logra un coste global más bajo que en los sistemas combinados.

A. Identificación del Problema

El primer criterio básico que lleva a una intervención de mejora del saneamiento en una comunidad es la presencia de enfermedades relacionadas con el agua/saneamiento. Determinar su presencia nos va ayudar a definir la mejor estrategia de prevención de su transmisión (ver Anexo III).

B. Recopilación de Información

La recopilación de información es un proceso continuo y reiterativo. De una forma general, se puede organizar del siguiente modo:

1. Necesidad (condiciones ambientales de la comunidad y métodos de disposición de excretas y aguas grises existentes).

- Determinar la incidencia de enfermedades relacionadas con el saneamiento, a través de observación personal, preguntando a la población y sus líderes y consultando los registros sanitarios (en caso de disponibilidad);
- Observar y registrar la existencia de excretas y aguas grises en el suelo;
- Determinar si las excretas y/o las aguas grises están siendo dispuestas cerca de las fuentes de agua para consumo;
- Identificar la existencia de mosquitos y moscas;
- Identificar la existencia de olores desagradables;
- Identificar los métodos existentes para tratamiento de excretas y aguas grises;
- Determinar cuantos de estos métodos de tratamiento están siendo efectivamente utilizados y por cuantas personas;
- Estimar la cantidad de aguas grises producidas por persona y día;

¹² En un sistema separativo las aguas grises son tratadas separadamente de las excretas.

¹³ En que cada persona genera menos de 50 l de aguas grises/día.

¹⁴ Aguas grises: aguas jabonosas, resultantes del lavado, ducha, fregadero y/o lavadero.

- Determinar si los métodos existentes son mejorables, ie, convertibles en los métodos descritos en *3.2 Métodos de Disposición*.

2. Aceptación Social.

- Preguntar a la población y a sus líderes acerca de su actitud con respecto a la disposición de excretas y aguas grises (existencia de tabus, capacidad y voluntad de mantenerlo);
- Preguntar a la población y a sus líderes acerca de sus preferencias sobre métodos específicos de disposición de excretas y aguas grises. En este aspecto es muy importante entender las razones subyacentes, ya que a veces se tratan de opiniones poco esclarecidas.

3. Recursos.

- Listar las fuentes y volúmenes de ingresos a nivel comunitario a lo largo del año;
- Identificar si el gobierno local quiere y puede prestar algún tipo de apoyo;
- Listar los tipos y cantidades de herramientas, equipos y materiales existentes en la comunidad;
- Listar los eventuales trabajadores especializados y no-especializados.

4. Geografía.

- Registrar el tipo, número y ubicación de todas las fuentes de agua (pozos, riachuelos, ríos, lagos, grifos, etc.);
- Analizar la permeabilidad del suelo para determinar su capacidad de absorción segura;¹⁵
- Determinar el nivel de agua subterránea en la época de lluvias;
- Registrar el número de habitantes y la dimensión física de la comunidad;
- Registrar el número de parcelas familiares, su dimensión y el número de personas por parcela.

C. Formulación y Selección de Alternativas

La solución adoptada para el tratamiento de excretas y aguas grises se puede basar en una o varias alternativas combinadas. Tal como hemos visto anteriormente, su selección se debe basar en un análisis de la *necesidad*, *aceptación social*, *recursos* y *geografía*. A título ilustrativo pero no exhaustivo, se presentan las tablas de decisión ([Tabla 4](#) y [Tabla 5](#)), para apoyar el proceso de selección de la alternativa más adecuada de tratamiento de excretas y aguas grises, respectivamente.

Sí	y	y	y	entonces
La cantidad de aguas grises por persona y día es inferior a 50 litros y el tamaño de la parcela familiar es superior a 1'000m ² y el suelo es adecuado a la disposición de excretas	La letrina con fosa subterránea es posible (dependiendo del nivel freático y de la permeabilidad del suelo)	Hay recursos (dinero / materiales) para mejoras	Fuente de agua que asegure 1-3 litros por utilización	Letrina mejorada con taza de bajo consumo
			No hay fuente de agua disponible	Letrina mejorada con tubo de ventilación y/o fosa apartada
	La letrina con fosa subterránea no es posible (dependiendo del nivel freático y de la permeabilidad del suelo)	No hay recursos (dinero / materiales) para mejoras		Letrina simple
La cantidad de aguas grises por persona y día es inferior a 50 litros y el tamaño de la parcela familiar es inferior a 1'000m ² o el suelo no es adecuado a la disposición de excretas	La letrina con fosa subterránea no es posible (dependiendo del nivel freático y de la permeabilidad del suelo)	Reutilización de excretas es aceptable		Letrina seca (con reutilización del compost)
			Reutilización de excretas no es aceptable	Letrina seca (sin reutilización del compost)
	Reutilización de excretas es aceptable	Reutilización de excretas no es aceptable		Letrina seca (con reutilización del compost)
				Letrina seca (sin reutilización del compost)

Tabla 4 - Selección de métodos de tratamientos de excretas.

Sí la cantidad de aguas grises es	Entonces el método de disposición adecuado es
Menos de 5 litros por persona y día	Sumidero
Entre 5 y 50 litros por persona y día	Pozo o trinchera de infiltración

Tabla 5 - Selección de métodos de tratamientos de aguas grises.

3.2 Métodos de Tratamiento

3.2.1 Excretas

Los métodos separativos usan una fosa o cubo para acumular las excretas, evitando así la contaminación de las fuentes de agua y el contacto con los vectores transmisores de enfermedades (personas, animales e insectos).

Estos métodos son baratos y fáciles de construir, pudiendo ser hechos con materiales locales.

A. Letrina Simple

Se trata del modelo más barato y más fácil de construir y de mantener. Está compuesto por un *abrigo*, una *fosa* y una *plancha* con un agujero y una *tapa*.

El *abrigo* ofrece al utilizador privacidad y protección contra las intemperies.

La *fosa* es excavada en suelo permeable cuyo fondo deberá estar por lo menos a 1m por encima del nivel freático. Sus dimensiones dependerán del número de utilizadores, del tipo de material de limpieza anal utilizado y del tiempo de vida esperado (p.ej. una fosa de 1m² por 1,5m de profundidad puede ser usada por una familia de 5 personas durante 6 años). El fondo podrá ser rellenado con rocas de granulometría progresivamente superior (de abajo arriba) que facilitará la retención de los sólidos y el colado de los líquidos. Sus paredes pueden ser a bloque - dependiendo del tipo de suelo escavado - de manera que evite infiltraciones laterales.

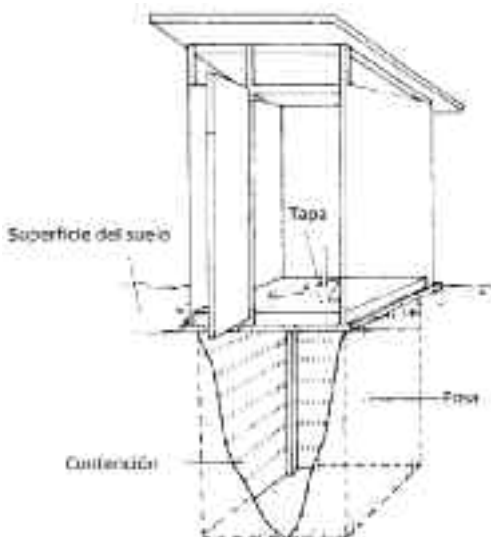


Figura 21 - Letrina simple. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

La *plancha* cubre la fosa, disponiendo de un agujero al medio o de un pedestal que permita al utilizador sentarse. Su material deberá ser lavable por lo que se recomienda que sea hecho de hormigón armado o simplemente de hormigón, usando en este caso la forma cóncava.

La *tapa* cubre el agujero de la plancha cuando no se está utilizando la letrina. Esto va a evitar el mal olor y a la vez, mantener apartados los insectos y otros animales del contacto con las heces y con la propia fosa. De hecho, uno de los motivos frecuentemente apuntados por las comunidades para la no utilización de las letrinas es el miedo de ser mordidos por alguna culebra que haya entrado dentro de la fosa.

Una vez que la materia fecal alcance cerca de 0,5m abajo de la plancha, ésta junto con el abrigo, podrán ser movidas a una nueva ubicación y la fosa cubierta con barro y tierra.

B. Letrina Mejorada

La letrina mejorada tiene las características de la letrina simple, más *un tubo de ventilación*, una *taza de bajo consumo de agua*, una *fosa apartada* o una combinación de estas tres opciones. Del mismo modo que la letrina simple, el fondo de la fosa debe encontrarse por lo menos 1m por encima del nivel freático. Su coste es aproximadamente 1,5 veces superior al de una letrina simple.

Un *tubo de ventilación* es un tubo normalmente de metal con un diámetro de 75-150mm, pintado de negro, con una red y un cono metálico en la zona más alta. El objetivo del tubo de ventilación es remover los olores de la fosa. Se instala por encima de la fosa, fuera del abrigo y en su lado más soleado (sur en el hemisferio norte y norte en el hemisferio sur). Su funcionamiento se basa en el aumento de temperatura del tubo que provoca una corriente de aire ascendente de la fosa hacia fuera. La red en la cima permite atrapar algún insecto que haya entrado en la fosa, mientras el cono evita la entrada de agua en la misma.

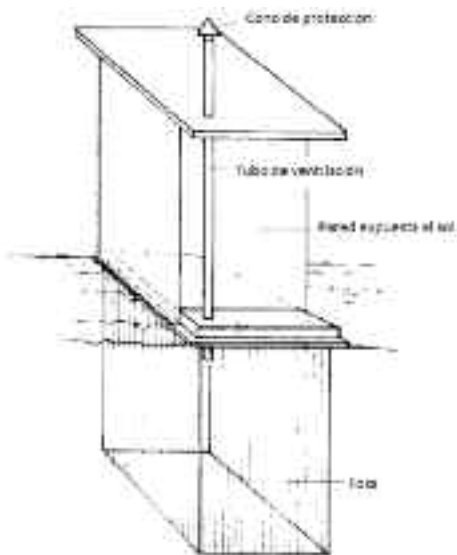


Figura 22

Letrina mejorada con tubo de ventilación. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Una *taza de bajo consumo* tiene una forma de “U” en la base, permitiendo que el agua se retenga ahí, funcionando como una barrera hermética para los olores, insectos y otros animales. Después de cada uso, se echa 1-3 litros de agua. Una parte va a empujar las excretas para la fosa mientras la otra se queda como celante. Este tipo de taza requiere un punto de agua cerca de la letrina o por lo menos cubos con aguas grises. Se debe evitar tirar a la letrina materiales de limpieza voluminosos (piedras, hierbas, papel grueso, etc).



Figura 23

Letrina mejorada con fosa apartada. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Una *fosa apartada* al no estar directamente debajo de la letrina, puede tener mayores dimensiones (permitiendo servir más gente durante más tiempo) y mantiene las excretas fuera del alcance de la vista del usuario. Las excretas son conducidas desde la letrina (con o sin pedestal) hacia la fosa por un tubo de de caída de plástico o de metal.

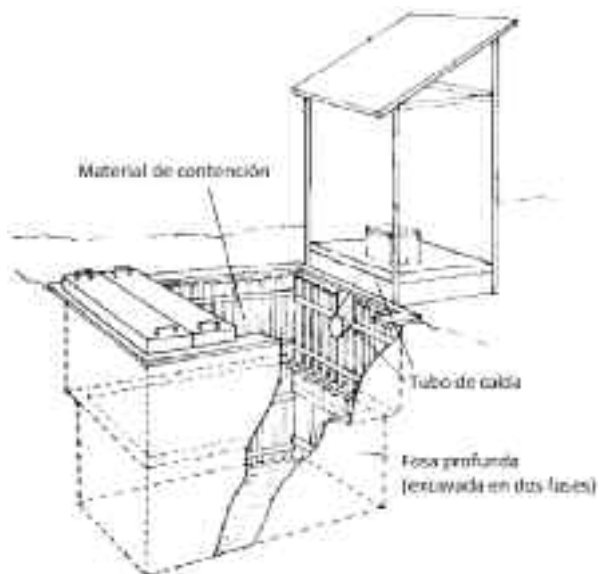


Figura 24 - Letrina mejorada con fosa apartada. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

C. Letrina Seca

El principio básico de la letrina seca consiste en mantener las excretas tan secas como sea posible. De este modo se evita el desarrollo de patógenos y la eventual contaminación de las aguas subterráneas. Su coste es aproximadamente 2 veces superior a una letrina simple.

Hay diferentes modelos tanto de tazas como de cámara(s) de almacenaje. En todos ellos se mantiene el principio de evitar el contacto orina - heces, a través de una taza especial separadora y de un almacenaje en seco (en cámara o en cubo) de las heces. La orina separada es conducida por un tubo hacia un contenedor donde es almacenada (para posterior uso agrícola, como fertilizante o disposición segura en un lugar más apropiado en el caso de proximidad del nivel freático) o simplemente drenada en el suelo a través de un pozo de infiltración. La cámara/cubo de almacenaje una vez lleno es dejada/o a reposar durante cerca de 6 meses, periodo después del cual la materia fecal seca se habrá transformado en compost, pudiendo ser dispuesta de forma segura en el suelo. Su utilización agrícola como compost es un beneficio extra pero no necesario para utilizar este tipo de letrina. Durante este periodo de formación del compost, se cambia de cámara (letrina a doble cámara) o simplemente de cubo.

Para asegurarse al máximo que las heces permanecen secas y con un pH no neutro se recomienda echar después de cada utilización una mano llena de ceniza o cal.



Figura 25 - Letrina seca con doble cámara. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

En la [Tabla 6](#) se resume las principales características de los diferentes métodos de tratamiento de excretas:

Factor	Método de tratamiento		
	Letrina simple	Letrina mejorada	Letrina seca
Coste	Bajo	1,5x letrina simple	2x letrina simple
Habilidades constructivas	Mínimas	Mínimas	Albañilería
Consumo de agua	Nulo	Nulo, excepto en la taza de bajo consumo (1-3 litros)	Nulo
Manejo de desechos	Inexistente	Inexistente	Cada 6-12 meses, como compost
Mantenimiento	- Limpieza semanal de la plancha - Excavación de una nueva fosa y movilización de la plancha y abrigo cada 4-6 años	- Limpieza semanal de la plancha y del tubo de caída - Excavación de una nueva fosa y movilización de la plancha y abrigo cada 10 o más años	- Limpieza semanal de la plancha - Remoción anual del compost - Uso de cal o ceniza después de cada utilización

Tabla 6 - Comparación de métodos de tratamiento de excretas.

3.2.2 Aguas Grises

Las aguas grises, resultantes de la ducha, lavabo, cocina y lavadero deben ser tratadas apropiadamente a través de un sumidero, pozo o trinchera antes de infiltradas en el suelo¹⁶. Estos métodos reducen la posibilidad de que estas aguas contaminen las fuentes de agua y previenen la formación de charcos propicios al desarrollo de insectos.

A. Sumidero

Cuando el suelo es permeable y la cantidad de aguas grises por persona y día es inferior a 5 litros, se puede utilizar un sumidero.

Este puede ser un agujero en el suelo con una profundidad de 0,5-1m. Sus paredes también permeables, pueden ser hechas con bloques o piedras sobrepuestas, con juntas abiertas de cerca de 25mm. Su fondo es rellenado con grava de granulometría 50-100mm.

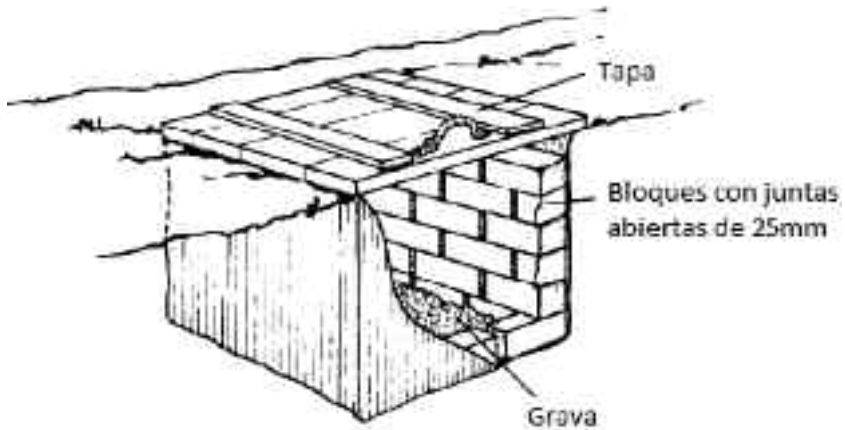


Figura 26 - Sumidero tipo fosa. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Otra posibilidad es utilizar un contenedor de 200 litros (p.ej. de gasoil), perforado en el fondo y en los lados. Este contenedor es insertado en un agujero con las mismas dimensiones.

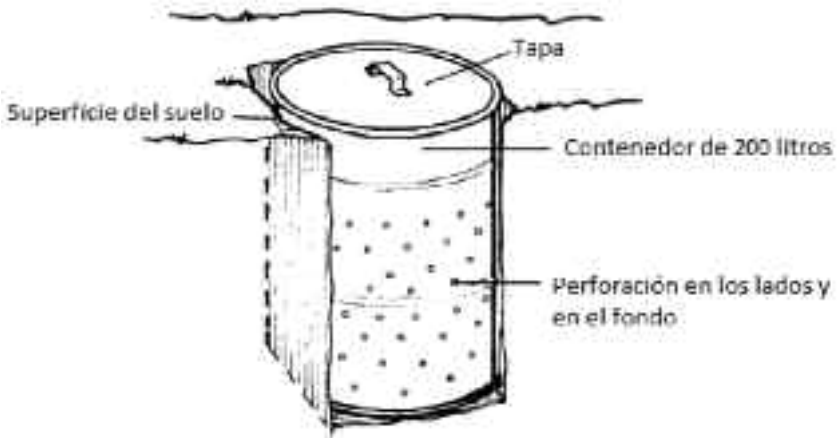


Figura 27 - Sumidero tipo contenedor. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Ambos métodos deben ser cubiertos con una tapa, de manera que se evite la entrada de mosquitos y la caída de niños.

Su funcionamiento se basa en la retirada de la tapa y en el vertido de las aguas grises manualmente.

B. Pozo de infiltración

Un pozo de infiltración es un agujero en un suelo permeable, relleno con grava y equipado con un tubo que descarga las aguas grises. El agujero es cubierto con un plástico de manera a evitar la colmatación del pozo. Por encima del plástico se echa una capa de suelo.

La grava va a conformar el agujero y permitir que las aguas grises se infiltren en el terreno lateral y verticalmente, pasando por un proceso de filtración y depuración biológica.

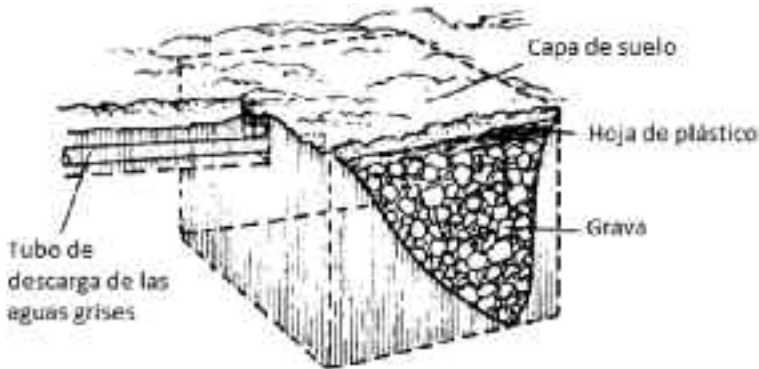


Figura 28 - Pozo de infiltración. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

Las dimensiones del agujero van a depender del volumen de aguas grises y de la permeabilidad del suelo, pudiendo variar entre 1-3m de diámetro y profundidad. Su base debe estar por lo menos a 1m de distancia del nivel freático.

C. Trinchera de infiltración

La trinchera de infiltración sigue el mismo principio del pozo, pero en lugar de que se desarrolle verticalmente se desarrolla horizontalmente. El dren es similar al pozo, pero en este caso el tubo se extiende a lo largo de la trinchera, encontrándose éste perforado o con las juntas abiertas.

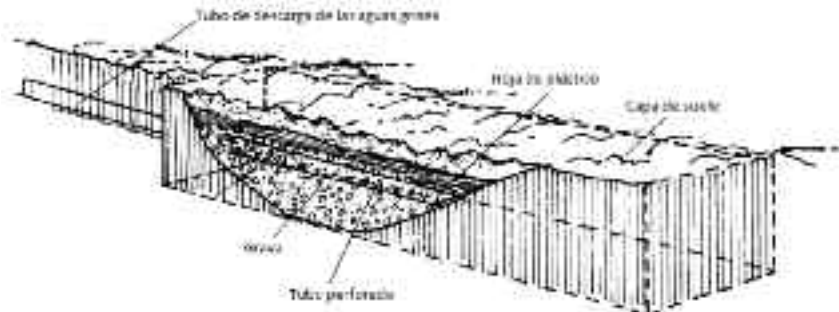


Figura 29 - Trinchera de infiltración. *Water for the World*. US Agency for International Development. 1982.

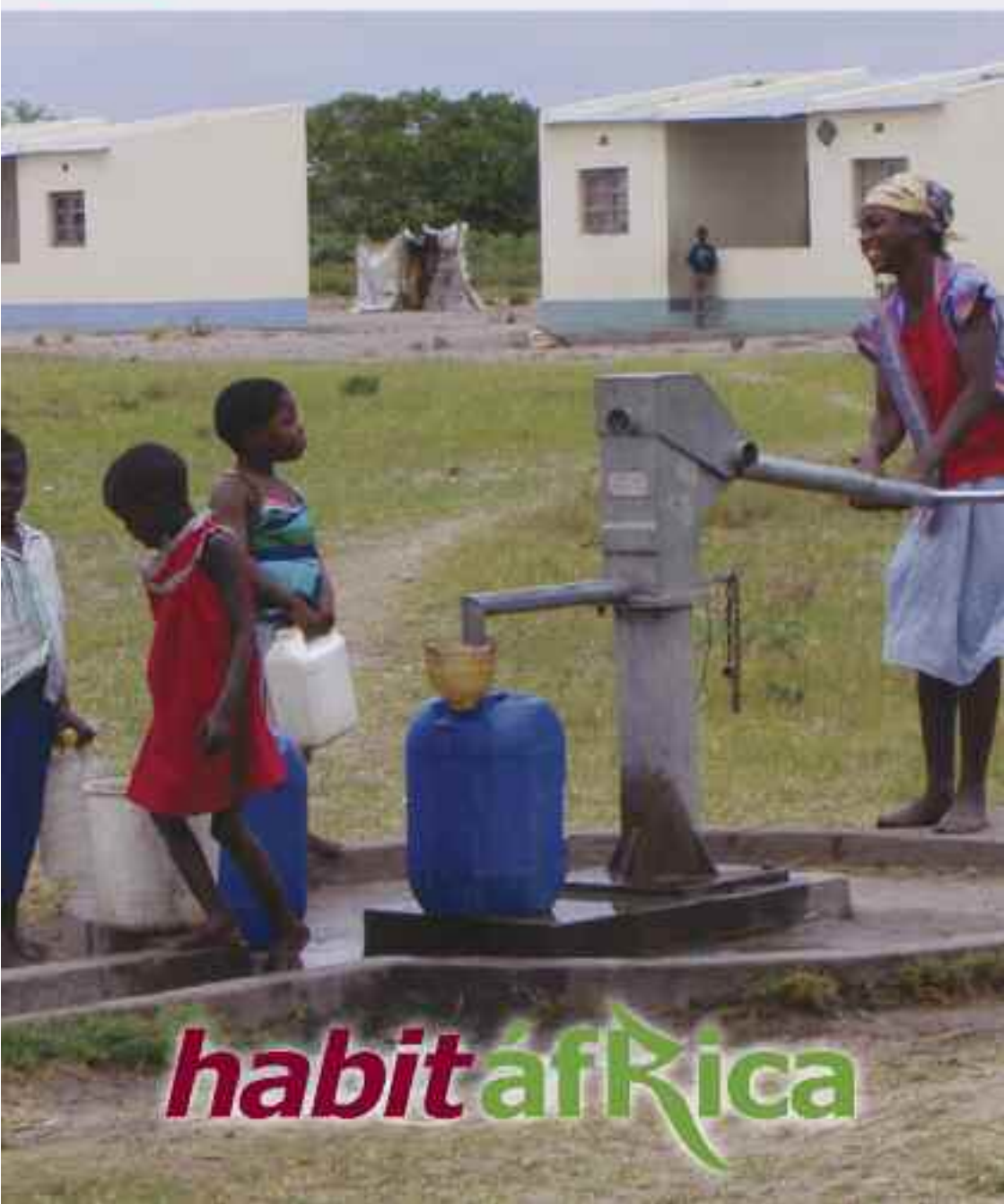
Cuando es comparada con el pozo, la trinchera puede tratar mayores cantidades de aguas grises y sobre todo, al ser menos profunda se adecua a contextos en que el nivel freático es más alto y/o la permeabilidad del suelo es mayor. Sin embargo, exige más espacio que un pozo. Sus dimensiones varían entre 0,6-1m de ancho, 0,6-1m de profundidad y 6 a 30m de largo, dependiendo de las cantidades de agua a tratar y de la permeabilidad del suelo. Su base debe tener una inclinación negativa y estar por lo menos a 1m de distancia del nivel freático.

En la **Tabla 7** se resumen las principales características de los diferentes métodos de tratamiento de aguas grises:

Factor	Método de Tratamiento			
	Caja		Pozo de infiltración	Trinchera de infiltración
	Fosa	Contenedor		
Profundidad	0,5-1m	Altura del contenedor	1-3m	0,6-1m
Ancho x largo	0,5-1m (diámetro)	Diámetro del contenedor	1-3m (diámetro)	0,6-1m x 6-30m
Materiales necesarios	- Bloques/piedras - Grava - Tapa de metal	- Contenedor de 200 litros - Tapa de metal	- Grava - Hoja de plástico - Tubo de plástico	- Grava - Hoja de plástico - Tubo de plástico
Operación	Movimiento de la tapa y vertido de las aguas grises manualmente.	Movimiento de la tapa y vertido de las aguas grises manualmente.	Drenaje de las aguas grises por gravedad desde su origen.	Drenaje de las aguas grises por gravedad desde su origen.
Campo de aplicación	Bajas cantidades de aguas grises (menos de 5 litros por persona y día)		Pequeñas parcelas o nivel freático profundo.	Grandes parcelas o nivel freático superficial.

Tabla 7 - Comparación de métodos de tratamiento de aguas grises.

4. BIBLIOGRAFÍA



habit África

Water, sanitation and hygiene for populations at risk. Action contre la Faim. Herman Editeurs des Sciences et des Arts. 2005.

Water for the World. US Agency for International Development. 1982.

Engineering in Emergencies. Jan Davis, Robert Lambert. ITDG Publishing and RedR. 2002.

La instalación de un sondeo. Santiago Arnalich. Arnalich Water and Habitat. 2008.

El proyecto Esfera - Carta Humanitaria y Normas mínimas de respuesta en casos de desastre. Proyecto Esfera. 2004.

5. ANEXOS



habit África

ANEXO I

Indicadores Esfera relativos al abastecimiento de agua

A. Cantidad de agua

Indicadores clave (que se deben leer conjuntamente con las notas de orientación)

1. El promedio del consumo de agua para beber, cocinar y la higiene personal en todos los hogares es por lo menos 15 litros por persona por día (véase las notas de orientación 1-8).
2. La máxima distancia entre cualquier hogar y el lugar más cercano de suministro de agua no excede los 500 metros (véase las notas de orientación 1, 2, 5 y 8).
3. El tiempo que hay que hacer cola en los puntos de suministro de agua no excede los 15 minutos (véase la nota orientación 7)
4. No se tarda más de tres minutos en llenar un recipiente de 20 litros (véase las notas de orientación 7 y 8)
5. Los puntos (y los sistemas) de abastecimiento de agua son mantenidos de tal forma que se dispone consistentemente y con regularidad de cantidades apropiadas de agua (véanse las notas de orientación 2 y 8).

B. Calidad del agua

Indicadores clave (que se deben leer conjuntamente con las notas de orientación)

1. Los controles sanitarios indican un bajo riesgo de contaminación fecal (véase la nota de orientación 1).
2. No hay coliformes fecales por 100 ml en el punto donde está la salida del agua (véase la nota de orientación 2).
3. Las personas beben agua procedente de una fuente de suministro protegida o tratada, con preferencia a otras aguas que pueden obtener fácilmente (véase la nota de orientación 3).
4. Se han tomado medidas para reducir al mínimo posible la contaminación posterior a la salida del agua (véase la nota de orientación 4).
5. En el caso de abastecimiento por tuberías, o de todos los suministros de agua en momentos de riesgo o cuando hay una epidemia de diarrea, el agua es tratada con un desinfectante de forma que haya un residuo de cloro libre en el grifo de 0,5 mg por litro y que la turbiedad quede por debajo de 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (véase las notas de orientación 5, 7 y 8).
6. No se detectan efectos significativamente adversos para la salud que sean debidos al consumo a corto plazo de agua contaminada por productos químicos (incluyendo los arrastres de impurezas químicas del tratamiento) o de procedencia radiológica, y la valoración muestra que no existe probabilidad significativa de este tipo de efectos (véase la nota de orientación 6).

ANEXO II

Límites Físico y Bioquímicos en Agua Potable (OMS)

MEDIDAS FÍSICAS:

Parámetros		Comentarios
Salinidad	3000 up/cm	
Turbides	5 NTU	Eliminable
pH	<8	Para una cloración eficaz

CON EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD

Substancia	Límite mg/l	Comentarios
Antimonio	0,0005	No común, no eliminable por métodos tradicionales
Arsénico	0,01	Limiable
Bario	0,7	Tratamiento por intercambio iónico o precipitación
Boro	0,5	No eliminable por métodos tradicionales
Cadmio	0,003	Tratamiento por precipitación o coagulación
Cromo	0,02	Tratamiento por coagulación
Cobre	2	No común, no eliminable por métodos tradicionales
Cianuro	0,07	Eliminable con altas dosis de cloro
Flúor	1,5	Eliminable con alúmina activada
Plomo	0,01	No presente en agua no contaminada
Manganeso	0,5	Oxidación (aireación) y filtración
Mercurio total	0,001	Filtración, sedimentación, intercambio iónico...
Molibdeno	0,07	No eliminable
Níquel	0,02	Eliminable por tratamiento convencional
Nitrato (NO ₃ -)	50	Eliminación biológica o intercambio iónico
Nitrito (NO ₂ -)	0,2	Transformación en nitratos por cloración
Selenio	0,01	Selenio IV con coagulación. Selenio IV no eliminable
Uranio	0,002	Eliminable por tratamiento convencional

QUE PUEDE DAR LUGAR A QUEJAS:

Substancia	Límite mg/l	Comentarios
Aluminio	0,2	Deposiciones y decoloraciones
Cobre	1	Manchas en ropa y sanitarios
Hierro	0,3	Manchas en ropa y sanitarios
Manganeso	0,1	Manchas en ropa y sanitarios
Sodio	200	Mal sabor
Sulfatos	250	Mal sabor, corrosión
Sólidos disueltos totales	1000	Mal sabor

BIOLÓGICOS

Parámetro		Comentarios
Coliformes	0	En cualquier muestra de 100 ml

ANEXO III

Enfermedades hídricas (enfermedades relacionadas con el agua y las excretas, y mecanismos de transmisión)

Enfermedades hídricas o debidas a falta de higiene	Cólera, shigellosis, diarrea, salmonelosis, etc. Fiebre, tifoidea o paratifoidea, etc. Disenteria amibiaelitis, diarrea rota virus	Enfermedades fecales bacteriales Enfermedades fecales bacteriales	Contaminación del agua Falta de sanidad Falta de higiene personal Contaminación de cosechas
Propagadas por el agua o debidas a la escasez de agua	Infecciones dérmicas y oculares Tifus transmitidos por piojos y fiebre recurrente transmitida por piojos		Agua inadecuada Falta de higiene personal
Parásitos relacionados con excretas	Áscaris, uncionaria, gusano látigo, etc	Helmintos transmitidos en el terreno	Defecación al aire libre Contaminación del terreno
Tenias de vacuno y porcino	Teniasis	Del animal al hombre	Carnes medio crudas Contaminación del terreno
Basadas en el agua	Esquistosomiasis, gusano de Guinea, clonorquiasis, etc.	Permanencia a largo plazo en aguas infectadas	Contaminación del agua
Insectos vectores relacionados con el agua Insectos vectores relacionados con excretas	Malaria, dengue, enfermedad del sueño, filariosis, etc.	Picaduras de mosquitos y moscas Transmitidas por moscas y cucarachas	Picaduras cerca del agua Reproducción en el agua Entorno sucio

ANEXO IV

Ratios de Consumación de Agua.

Consumos diarios mínimos (l/m.)	
Habitante Urbano	50
Habitante Rural	30
Escolar	5
Paciente Ambulatorio	5
Paciente Hospitalizado	60
Ablución	2
Camello (una vez por semana)	250
Cabra y oveja	5
Vaca	20
Caballos, mulas y burros	20

Directrices de planificación de las cantidades mínimas de agua para las instituciones y destinadas a otros fines.

Centros de salud y hospitales	5 litros/por paciente externo 40-60 litros/por paciente interno/por día. Podrán hacer falta cantidades adicionales de agua para lavanderías, inodoros de descarga, etc.
Centros de tratamiento del cólera	60 litros/por paciente/por día 15 litros/por encargado/por día
Centro de alimentación terapéutica	30 litros/por paciente interno/por día 15 litros/por encargado de asistencia/por día
Centros escolares	3 litros/por alumnos/por día para beber y lavarse las manos (no incluye el uso en los aseos: véase más abajo)
Inodoros públicos	1-2 litros/por usuario/por día para lavarse las manos 2-8 litros/por cubículo/por día para la limpieza del inodoro
Todos los inodoros de descarga de agua	20-40 litros/por usuario/por día para los inodoros de tipo convencional conectados con alcantarillas 3-5 litro/por usuario/por día para inodoros de sifón
Higiene anal	1-2 litros/por persona/por día
Ganado	20-30 litros/por animal grande o mediano/por día 5 litros/por animal pequeño/por día
Riegos a pequeñas escala	3-6 mm/m ² /por día, pero podrá variar considerablemente

*Ejemplo de cuestionario de diagnóstico de Agua,
Saneamiento y higiene (FICR).*

1

Red Cross and Red Crescent **PHAST** base-line survey

Example of a Red Cross/Red Crescent base-line survey at household level

Date: _____

Area: _____

Questionnaire number: _____

A. Information on household members

- 1) Household No: _____ 2) Male/Female: _____
- 3) Education level: _____ 4) Household status: _____
- 5) Length of time lived in house: _____ 6) Total number of people
living in the house: _____
- 7) Number of persons living in house (according to age):
children (0-5): _____ children (6-15): _____
female adults (16 and over): _____ male adults (16 and over): _____
- 8) Name of head of household: _____

B. Water

> 1) Which water sources do you use now for which purposes? (please tick)

Water uses

- drinking washing body washing clothes
 household items roppies livestock

Water sources

- Red Cross/Red Crescent other hand pump
hand pump
 communal tap well/shallow
 well-protected river
 stream spring protection
 gravity schemes rainwater harvesting
 small dams/ponds other



2) Does your source of drinking water change according to different seasons?

- yes no

if yes (please tick)

Water seasons

- hot season cold season rainy season (1 only)
 rainy season (short) rainy season (long)

Water sources

- fixed Cross/Red Crescent hand pump other hand pump
 communal tap well/shallow
 well protected river
 stream spring protection
 gravity schemes rainwater harvesting
 small dams/ponds other

3) How far do you have to go to collect water?

- less than 20 m over 500 m 1-1.5 km
 2 km 3 km over 3 km

4) Who collects water for the family?

- Sex** female male

Persons

- children 5-10 children (1-16)
 adult (s) purchased from water vendors

5) Do you treat your drinking water?

- yes no

if yes how?

- boil chlorinate sand filtration other

6) If you don't treat your water what is the reason?

- it is expensive no need
 it is safe other

7) What are the benefits of your drinking water supply?

- saved collection time
 reduced walking distance to collect
 improved quality of water
 decreased diarrhoea
 more water for domestic use

- affect on other health problems
- If yes, what? Tick water related problems*
- scabies eye infections
- guinea worm other
- more time for other activities
- family economic situation improved
- other

8) **Are there any problems with your water supply?**

- yes no
- If yes, what are they?*
- it is dirty it is irregular it is a long way
- it is expensive periods when it runs up
- management issues
- corrosion water treatment
- other
- breakdown of hand pump
- other

9) **How many of litres of water does each household member use per day?**

Note: estimate capacity of each container (litres) and number of trips per day, divide by number of household members (refer to Section A: Information on household members)

- 6-9 10-19 20-39
- 40-59 60-79 80 and over

10) **Do you store water separately for drinking and washing or cleaning?**

- yes no don't know

11) **What do you clean your drinking water container with?**

- soap and water water ash
- sand don't clean don't know
- other

Observation for water

12) **Observation:**

Is drinking water stored separately from water for other purposes? yes no

13) **Observation:**

Is the drinking water container covered? yes no

14) **Observation:**

Is there a dish rack? yes no

Financing water supplies

- > 15) How much do you pay for using water from the installed water point?
- > 16) How much did you contribute towards the initial cost of the water point?
- > 17) How much did/do you contribute towards the repairs of the water point?

C. Sanitation

- > 18) Does your household have a latrine?
 - yes no
- > 19) Do you use your latrine?
 - yes no - if not, why not?
- > 20) Do you use the latrine at night?
 - yes no
- > 21) What age do children start to use the latrines?
- > 22) What happens to the stools of young children?
 - left on courtyard thrown in the latrine
 - other _____
- > 23) Where do different people defecate? (please tick)

People

 - women men
 - children over 5 children under 5

Place of defecation

 - latrine in house communal latrine
 - bush 5 other method
 - other _____
- > 24) What are the benefits of your latrine?
 - less time to walk to defecate more privacy
 - increase in status decrease in diarrhoea
- > 25) How often do you clean your latrine?
 - daily twice weekly
 - once a week once a month
 - it is safe other _____
- > 26) Are you happy with your latrine?
 - yes no - if not, why not?
- > 27) This week did you use soap for washing clothes?
 - yes no don't know

- 28) This week did you use soap for washing dishes?
 yes no don't know

Observation for sanitation

- 29) Observation: How far is the latrine from the house?
 inside the house directly behind the house
 directly behind the house other
- 30) Observation: Is the latrine clean (no faecal matter/urine on the floor)?
 yes no
- 31) Observation: Does the latrine have a splot (concrete slab)?
 yes no
 If not what does it have? _____
- 32) Observation: Is there any sign of animal or human defecation in the courtyard?
 yes no

D. Household waste

- 33) Where do you dispose of your household waste?
 refuse pit bush
 burning burying
 other _____
- 34) Is waste disposal a problem?
 yes – if yes, why? no

Observation for household waste

- 35) Observation: Does the house have a refuse pit?
 yes no
- 36) Observation: Is the surrounding courtyard clean?
 yes no

E. Vector control

- 37) Do you have treated mosquito nets in your household?
- yes no
- If yes, how many: 1 2 3 4
- 38) What do you use for vector control in your community/village?
- nothing larriciding
- indoor residual spraying other _____
- 39) What causes malaria
- mosquitoes germs
- don't know other _____
- 40) What can you do to prevent malaria
- cover up body spraying
- clearing grass/scrub clearing stagnant water
- don't know other _____

(Note for Red Cross/Red Crescent programme implementors: modify this and identify vectors according to Red Cross/Red Crescent programme)

F. Handwashing

- 41) When do you wash your hands?
- before eating before cooking
- after defecation after wiping children's bottoms
- other _____
- 42) Why do you wash your hands?
- keep free of germs don't know other _____
- 43) What do you use to wash your hands?
- use water only ash soap
- other _____
- 44) How do you wash your hands?
- under a running tap in a bowl
- water poured over hands from a container
- other _____

Observation for hand washing

- 45) Observation: Is there a hand washing facility in the house?
- yes no

➤ 46) Observation: Is there a bathing facility in the house?

- yes no

G. Knowledge, attitude and practice

➤ 47) What are the three diseases that your family has suffered from in the last 3 months?

(Please tick)

- diarrhoea malaria
 respiratory infection HIV
 any other: _____

(Note: note for programme implementers - modify this according to Red Cross/Red Crescent programme)

➤ 48) What causes diarrhoea?

- germs dirty objects
 dirty food dirty fingers
 dirty fluid flies
 open defecation other: _____

➤ 49) What is the best way to prevent diarrhoea?

- washing hands use of latrines use of safe drinking water
 other: _____

➤ 50) What do you do when your child (under 5) gets diarrhoea?

- give ORS give more fluids
 give more food based fluids more breastfeeding
 refer to health service other: _____

➤ 51) When was the last time a member of your family got diarrhoea?

- within the last 2 weeks within the last 1 month
 within the last 3 months other

Optional

➤ 52) How do you make ORS (Please tick)

- correct incorrect

H. Other

➤ 53) Have you received any health information about water and sanitation?

- yes no
 If yes:

➤ 54) What was it about? _____

55) Who did you receive it from? _____

56) How often did you receive it? _____

57) What did you learn? _____

58) Where do you generally get your information about health from?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> media (TV/radio/newspaper) | <input type="checkbox"/> place of worship |
| <input type="checkbox"/> your family | <input type="checkbox"/> your neighbour |
| <input type="checkbox"/> health worker | <input type="checkbox"/> other |

59) What is the hardest hygiene behaviour for you to change?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> use of clean drinking water | <input type="checkbox"/> use of latrines |
| <input type="checkbox"/> hand washing at key times | <input type="checkbox"/> disposal of children's stools |
| <input type="checkbox"/> other | |

60) And why? _____

ANEXO VI

Análisis del suelo.

Analizar la permeabilidad del suelo nos va permitir determinar si el suelo es adecuado para instalar un sistema separativo de tratamiento de excretas y aguas grises y en el caso afirmativo, permitirá dimensionar el sistema. El principal riesgo de instalación de un sistema de tratamiento que descarga el efluente en el suelo es la contaminación del agua subterránea. Este proceso de análisis del suelo pasa por cuatro pasos: (i) determinar el tipo de suelo; (ii) determinar el nivel freático y la roca madre; (iii) determinar la permeabilidad del suelo y (iv) determinar la capacidad de absorción de efluente del suelo.

(i) Determinar el tipo de suelo.

El suelo es un elemento con capacidad filtrante y depuradora. Esta capacidad va depender fundamentalmente del tipo de suelo. Si el efluente lo filtra demasiado rápido, el suelo no podrá tratarlo, poniendo en riesgo las aguas subterráneas. Por otro lado, si el efluente percola muy lentamente acabará por acumularse a la superficie creando problemas de encharcamiento y el consecuente desarrollo de vectores y contacto con personas y animales.

A. Arena (*no adecuado*)

Granos separados que se pueden ver y sentir fácilmente. Una mano llena de arena seca cuando moldeada no mantendrá su forma. Cuando mojada mantendrá su forma con dificultad, quebrándose al tocarla.

B. Areno-margoso (*adecuado*)

Contiene una gran cantidad de arena y por eso sus granos se pueden identificar fácilmente. En estado seco, cuando moldeada no mantendrá su forma mientras en estado húmedo mantendrá su forma y no se quebrará cuando sea manoseada con cuidado.

C. Margoso (*adecuado*)

Suave al tacto pero aun con una sensación granulosa. En estado seco, mantiene su forma al moldearlo, cuando manoseado con cuidado. En estado húmedo, mantendrá su forma fácilmente, pudiendo ser manoseada libremente.

D. Limo-margoso (*adecuado*)

Suave al tacto. Seco o húmedo se puede manosear libremente sin quebrarse. Cuando presionado y rodado entre el indicador y el pulgar no formará un rollito.

E. Arcillo-margoso (*adecuado / no adecuado*)¹

De textura fina, muy suave al tacto. Seco o húmedo se puede manosear libremente sin quebrarse. Cuando presionado y rodado entre el indicador y el pulgar formará un pequeño (corto) rollito que se quebrará fácilmente.

F. Arcilla (*no adecuado*)

De textura muy fina, extremadamente suave al tacto. Seco o húmedo se puede manosear libremente sin quebrarse. Cuando presionado y rodado entre el indicador y el pulgar formará un largo rollito que mantendrá su forma fácilmente.

(ii) Determinar el nivel freático y la roca madre/capas de suelo impermeables.

Tal como se ha referido en la guía, cualquier sistema de tratamiento de excretas y/o aguas grises debe tener, generalmente, una separación mínima de 1m de capas permeable entre el fondo del sistema y el nivel freático, la roca madre/capas de suelo impermeables. La forma más fácil de identificar esta situación es excavando un agujero 1m más hondo que la base del sistema. Atención a las profundidades superiores a 1,5m que exigen, generalmente, entibación.

En el caso del nivel freático, este será identificado al notarse el afloramiento de agua en el fondo del agujero. De manera a identificar la situación de mayor riesgo de contaminación, se debe realizar este test durante la estación de lluvias.

La roca madre/capas de suelo impermeables se identifican fácilmente cuando se vuelve extremadamente difícil excavar.

Si se identifica el nivel freático o la roca madre antes de que el agujero de test alcance una profundidad de 1m por debajo del fondo del sistema entonces se tendrá que buscar otra ubicación, subir la cota del fondo del sistema o cambiar de método de tratamiento.

A esta altura, si se pretende construir una letrina simple o mejorada y si se han cumplido los requisitos anteriores, entonces es suelo en el sitio seleccionado es adecuado, sin ser necesario realizar ningún test más.

A continuación se exponen los dos pasos siguientes para analizar si el suelo es adecuado para sistemas de tratamiento de aguas grises por percolación.

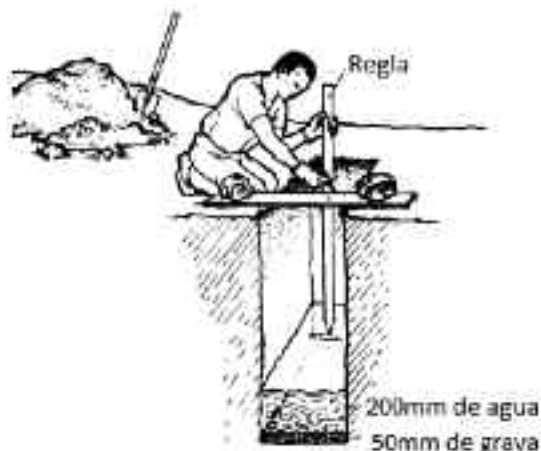
(iii) Determinar la permeabilidad del suelo.

La permeabilidad del suelo puede ser medida a través de un test de percolación en el cual se medirá la velocidad a que un líquido se infiltra en el suelo. De una forma resumida, se trata de un agujero en el suelo (en la zona donde se va

¹ ADECUADO, si el sistema de tratamiento de excretas seleccionado no es una letrina simple o mejorada y si la velocidad de percolación es menor que 60min/25mm. Caso contrario el suelo es NO ADECUADO.

construir el sistema) con la misma profundidad del sistema propuesto y cerca de 30cm de diámetro/ancho y largo. En este agujero se va echar agua hacia una profundidad de 200mm y en seguida medir el tiempo que tarda en absorberse (es recomendable saturar con agua el agujero el día anterior el test y rellenar el fondo con una capa de 50mm de grava).

En seguida se registrara el descenso del agua en intervalos de 10 minutos. La medición acaba cuando se registren 3 mediciones con valores similares de velocidad de percolación (ie, igual descenso para igual periodo de tiempo).



Al final se convierte la velocidad en “minutos por 25mm” ya que esta es la medida encontrada en a mayoría de las tablas de permeabilidad. Básicamente, si la velocidad de percolación encontrada se encuentra entre 10 y 60 minutos por cada 25mm, entonces la ubicación seleccionada es adecuada. Caso contrario, se deberá cambiar la ubicación o el método de tratamiento.

(iv) Determinar la capacidad de absorción de efluente del suelo.

Una vez determinada la velocidad de percolación (minutos/25mm) se podrá dimensionar el área del pozo o trinchera de infiltración a partir del volumen de efluente de aguas grises de los utilizadores.

Velocidad de Percolación (minutos/25mm)	Volumen máximo de aguas grises (lpd/m2)*
<10	suelo no adecuado
10	65
12	57
15	53
20	45
25	41
30	37
35	33
40	33
50	29
60	24
>60	suelo no adecuado

* Litros por persona y día.

habit África

