

7 1
IRC 82

CI
Centro Internacional de Referencia
para Abastecimiento Público
de Agua y Saneamiento

Centro Colaborador de la OMS

Junio 1983

Maya, Países Bajos

Informe del seminario Internacional sobre Filtración lenta de arena para Abastecimiento Público de Agua en Países en Desarrollo

Neiva, Colombia: Julio 13-16, 1982

18

Serie boletín

71 IRC 82-4513

Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento

El CIR es una organización que opera a nivel internacional y se encarga del intercambio de información y la ayuda técnica para el mejoramiento de agua potable y saneamiento.

Enfocando principalmente las áreas rurales y semi-urbanas de África, Asia y América Latina, el centro colabora estrechamente con las asociaciones en los países en vía de desarrollo, las agencias de las Naciones Unidas, organizaciones donadoras y otras instituciones de los países industrializados.

El CIR concentra sus esfuerzos en las siguientes actividades:

- 1) Apoyo informativo y servicios de información;
- 2) Desarrollo y transferencia de tecnología;
- 3) Desarrollo de recursos humanos y entrenamiento;
- 4) Educación y participación de la comunidad;
- 5) Planificación y evaluación de programas.

La colaboración consiste en publicaciones y material de entrenamiento, cursos y seminarios, proyectos de investigación, además del apoyo de consultoría para el desarrollo de las empresas nacionales.

Cualquier solicitud de información sobre el CIR puede enviarse a:
CIR, P.O. Box 5500, 2280 HM Rijswijk, Holanda.

CIR

Centro Internacional de Referencia para
Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento

Informe del seminario Internacional sobre
Filtración lenta de arena para
Abastecimiento Público de Agua
en Países en Desarrollo

Neiva, Colombia, Julio 13-16, 1982

Organizado por:
El Instituto Nacional de Salud, Colombia
y
El Centro Internacional de Referencia para
Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento

Serie boletín 18
Junio 1983

LIBRARYKD 4513
International Reference Centre
for Community Water Supply

LIBRARY INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND SANITATION (IRC) P.O. Box 5500, 2280 HM Rijswijk, Países Bajos Tel (070) 711911 ext 101

IN: 04513
CO: 71 IRC82

J.C. van Markenlaan 5, Rijswijk (La Haya), Países Bajos
P.O. Box 5500, 2280 HM Rijswijk, Países Bajos

COMPENDIO

"Filtración lenta en arena para Abastecimiento Público de Agua en países en desarrollo. Un informe del Seminario Internacional realizado en Neiva, Colombia, Julio 13-16, 1982."

Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento, Rijswijk (La Haya), Países Bajos, aprox. 70 pp., Junio 1983.

Este informe presenta las conclusiones y recomendaciones de los participantes sobre una variedad de temas relacionados a la introducción de un abastecimiento de agua dotado de filtros lentos de arena en una comunidad, contiene un buen número de observaciones prácticas con respecto a: diseño, construcción, operación y mantenimiento de filtros lentos, entrenamiento de operadores, planeamiento y ejecución de programas de Educación y Participación Comunitarias. El informe también incluye un resumen de los trabajos presentados durante el Seminario.

Descriptores: Filtros lentos de arena, diseño de filtros lentos de arena, operación y mantenimiento de filtros lentos de arena, abastecimientos de agua rural, países en desarrollo, educación en salud, encuestas de salud, participación comunitaria.

© Derechos de Publicación por el Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento

El CIR disfruta de todos los derechos de publicación bajo el Protocolo 2 de la Convención Universal de Derechos de Publicación. Sin embargo, se puede obtener autorización para la reproducción, de este material, en su totalidad o en parte, para fines educativos, científicos o de desarrollo, exceptuando aquellos que involucren fines comerciales, a menos que:

- a) se cite la fuente, y
- b) se notifique por escrito al CIR, P.O. Box 5500, 2280 HM Rijswijk, Holanda.

CONTENIDO

	<u>Page</u>
Prefacio	5
1. Introduccion	7
2. Conclusiones y recomendaciones	9
2.1 Planeamiento de los sistemas	9
2.2 Diseño y construccion	10
2.3 Operacion y mantenimiento	11
2.4 Participacion comunitaria	11
2.5 Educacion en salud	13
2.6 Investigaciones adicionales	14
3. Resumen de las conferencias	15
3.1 Planeamiento de sistemas de abastecimiento de agua para el sector rural	15
3.2 Algunas ideas basicas sobre sistemas de tratamiento para zonas rurales	21
3.3 Filtracion lenta en arena diseño y construccion	27
3.4 Operacion y mantenimiento de filtros lentos	37
3.5 Educacion y capacitacion para la participacion de la comunidad	43
3.6 El desafio de la educacion en salud	55
4. Experiencias con el proyecto de filtracion lenta en Colombia	63
4.1 Alto de los Idolos	63
4.2 Puerto Asis	66
4.3 El sistema de abastecimiento de "El JuncaI"	68
Anexo: Lista de participantes	71

El proyecto de filtración lenta en arena es ejecutado bajo el patrocinio de la dirección de Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores del Gobierno de los Países Bajos.



Filtración lenta en arena tecnología apropiada para agua limpia

PREFACIO

En las conferencias de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos de 1976, sobre el Agua de 1977 y sobre Atención Primaria en Salud en 1978, se recalcó la meta de suministrar servicios de agua potable y saneamiento al mayor número posible de personas para el año 1990, en especial en las zonas rurales y urbanas deficientemente servidas. Este programa mundial se designó como "DECENIO INTERNACIONAL SOBRE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO". Para alcanzar esta ambiciosa meta en los países en desarrollo es absolutamente indispensable el apoyo de toda la comunidad, la movilización masiva de recursos a todos los niveles y la concientización de los dirigentes gubernamentales. Las estrategias a ser adoptadas en cuanto la aceptación de programas y proyectos deben tener en cuenta la aceptación de los usuarios, los costos de construcción, operación y mantenimiento de los sistemas y estar acordes con la realidad Socio-económica de cada país utilizando la tecnología apropiada a las circunstancias de cada región.

El tratamiento de agua por medio de filtros lentos se ha practicado con éxito por más de 150 años. La simplicidad y confiabilidad de este método lo hace muy apropiado para acueductos en pequeñas localidades de países tropicales en vía de desarrollo. El Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento, con sede en los Países Bajos, como parte de sus actividades promocionales, inició un Programa de Investigación y Demostración sobre filtros lentos con el objeto de revisar los conocimientos sobre la materia y promover su aplicación a gran escala en los países en desarrollo. Colombia, Gana, India, Jamaica, Kenia, Sudan y Tailandia, en estrecha colaboración con el CIR están participando activamente en el Programa. Es digno de resaltar en este Proyecto la colaboración multidisciplinaria integrada de Investigadores, ingenieros de Campo, trabajadores de Salud e Institutos gubernamentales a nivel internacional, nacional y local. Por otra parte, en este Programa se han integrado en forma efectiva la Educación en Salud y la participación comunitaria.

Este documento refleja los resultados del Seminario Internacional efectuado en Colombia en el que no solamente se destacan las recomendaciones para diseño, construcción y operación de filtros lentos a nivel de pequeñas comunidades sino que proveen las pautas para planeamiento e implementación de sistemas de abastecimiento de agua rurales en general. El documento será de considerable interés a planificadores, e Ingenieros dedicados a la rama de acueductos, entidades de salud y desarrollo de la comunidad así como a las agencias financiadoras.

Ing. JORGE JACOME SAGRA
Director del Seminario



Filtro lenta en arena en Alto de los Idolos

1. INTRODUCCION

La filtración lenta es una técnica de tratamiento de agua que puede usarse con ventajas en muchos sistemas de acueductos rurales de países en desarrollo. Cuando la única fuente posible de agua cruda es del tipo superficial, la filtración lenta sería en la mayoría de los casos el método mas sencillo, económico y confiable para obtener agua segura para el consumo humano.

El diseño y la construcción de filtros lentos es bastante simple. Los filtros pueden construirse con mano de obra y materiales locales. Con un entrenamiento previo, un miembro de la comunidad puede encargarse de su operación y mantenimiento.

Con el objeto de promover la aplicación de este sistema de tratamiento en países en desarrollo el proyecto de Investigación y Demostración de Filtros lentos se inició hace unos años.

El proyecto ha pasado por tres fases de desarrollo. En la fase I fué hecha la investigación aplicada por cinco institutos en Gana, Kenia, India, Sudan y Tailandia sobre los aspectos de ingeniería del proceso de filtración lenta.

En la Fase II, el objetivo del proyecto ha sido el de la implementación de los programas de demostración. En esta Fase han participado seis países: Colombia, India, Jamaica, Kenia, Sudan y Tailandia. La principal característica de esta fase del proyecto es la de su naturaleza integrada, en la cual los aspectos técnicos son vistos dentro de un marco mayor que incluye problemas de organización administrativa y financiera, así como aspectos sociales y culturales. El proyecto incluye un programa de educación en salud para crear la comprensión y el conocimiento de los beneficios del agua potable. La participación de la comunidad es también un componente explícito para involucrar al máximo a la comunidad en la planeación, implementación y la administración de los sistemas de abastecimiento de agua.

La Fase III tiene como objetivo la transferencia de los conocimientos y experiencias alcanzados en las fases previas. En este contexto, el

Instituto Nacional de Salud, adscrito al Ministerio de Salud de Colombia y el Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento organizaron en forma conjunta un seminario para diseminar los resultados de este proyecto en la región de Sur América y El Caribe.

Los objetivos del seminario fueron los siguientes:

- Demostrar la necesidad de un plan integrado cuando se trate de proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento en pequeñas comunidades.
- Promover la aplicación de filtros lentos como un sistema de tratamiento de aguas superficiales por su simplicidad, economía y confiabilidad.
- Hacer énfasis en la importancia de los programas de educación y participación comunitaria para apoyar el mejoramiento de los abastecimientos de agua y demás programas de saneamiento en una comunidad.

En sesiones plenarias se dictaron varias conferencias que trataron los elementos esenciales de la construcción y operación de los filtros lentos en áreas rurales y los tópicos correspondientes de participación comunitaria y educación en salud. Estos temas fueron discutidos ampliamente en sesiones de taller. Un resumen de las conferencias se presenta en el capítulo 3.

El franco intercambio de ideas entre ingenieros y profesionales de las ciencias sociales en aspectos técnicos y no técnicos de un proyecto de abastecimiento de agua rural fué muy instructivo y condujo a un mayor entendimiento y apreciación de los puntos de vista de unos y otros. La actitud positiva de los participantes hacia los objetivos de la reunión se ha plasmado en las muy útiles recomendaciones y conclusiones que se exponen en los próximos capítulos.

2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los participantes en el Seminario Internacional sobre Filtración Lenta y Participación Comunitario realizado en Neiva del 13 al 16 de Julio de 1.982 llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

2.1 PLANEAMIENTO DE LOS SISTEMAS

1. Los usuarios como comunidad deben participar en la planeación de un sistema de agua, que se basará en sus necesidades y en la cooperación entre la agencia responsable y la comunidad. Un programa de abastecimiento de agua debe iniciarse con el diálogo sistemático entre los planificadores y los representantes de los organismos de base.
2. Una comunicación recíproca con un intercambio de puntos de vista y de información, debe establecerse para ganar la confianza de la comunidad y para prevenir decisiones equivocadas sobre aspectos técnicos tales como la localización de la planta.
3. La planeación puede ser efectiva sólo si está basada en un conocimiento profundo de la situación local.
4. En la planeación de un sistema de agua, también se deben considerar la disposición de excretas y de aguas servidas.
5. En la planeación y el diseño, se debe considerar detalladamente como se van a realizar la operación y el mantenimiento.
6. Se debe considerar el adiestramiento de personal de todos los niveles tanto para los aspectos técnicos como para los procesos de educación en salud y participación comunitaria.
7. Se debe considerar una supervisión para todas las etapas de implementación, operación y mantenimiento.

8. La planeación debe considerar los posibles efectos sociales negativos de los cambios introducidos, tales como el prejuicio que reciben los usuarios tradicionales de la fuente.

2.2 DISEÑO Y CONSTRUCCION

1. Se recomienda seleccionar un tipo de tratamiento adaptado a la situación y teniendo en cuenta todas las fuentes de agua existentes, evitando en lo posible la necesidad de tratamiento.
2. Si se requiere el tratamiento, y las condiciones físicas del agua lo permiten, se recomienda el uso de filtros lentos por ser un sistema efectivo de tratamiento completo. Según los últimos experimentos, la instalación de pre-tratamiento sencillo permite el uso de filtros lentos en situaciones de turbiedad más alta que los límites actualmente reconocidos.
3. Si la turbiedad es alta, un método de pre-tratamiento que se ha mostrado eficaz es el lecho filtrante. La pre-filtración de flujo horizontal, aunque aún está en estado experimental, es una importante innovación, que necesita mayor investigación.
4. Para conducir el agua es preferible el sistema de gravedad, ya que las fallas del sistema de bombeo son la principal razón para que los sistemas no funcionen.
5. El diseño debe ser sencillo y adaptado a las disponibilidades financieras de la comunidad.
6. El diseño debe incorporar a la población local en la operación y mantenimiento.
7. Es recomendable la estandarización en el diseño y construcción.
8. Debe considerarse la estandarización del equipo para reducir las existencias de repuestos.

9. Debe diseñarse la capacidad del sistema teniendo en cuenta la situación local, consecución de fuentes y tipo de red de distribución (pilas públicas, conexiones domiciliarias).
10. Se debe tener en cuenta la utilización de materiales locales.
11. Se debe preferir la cloración de seguridad aunque su aplicación puede estar limitada a causa de la poca disponibilidad de compuestos de cloro.

2.3 OPERACION Y MANTENIMIENTO

1. El operador tiene que recibir el entrenamiento suficiente para operar y mantener el sistema. El entrenamiento no debe limitarse solamente a la operación técnica en sí sino que deben considerarse los conocimientos teóricos del proceso en el sistema en que está trabajando, así como conocimientos básicos sobre participación de la comunidad y educación en salud.
2. El material para el entrenamiento debe ser preparado teniendo en cuenta el nivel educacional del operador.
3. La estructura administrativa debe estar adecuada para hacer los registros de operación y mantenimiento y establecer un sistema de tarifas.
4. La carencia de productos químicos para la operación puede ser un problema serio en la operación de una planta. El uso de productos químicos debe limitarse al mínimo.
5. La supervisión periódica del operador es muy importante.

2.4 PARTICIPACION COMUNITARIA

1. Las ventajas de la participación comunitaria no se concentran en el ahorro de costos de construcción, aunque los aportes en materiales y mano de obra pueden valer entre el 13% y el 22.5% del costo de una

obra con bombeo y gravedad respectivamente, en una comunidad típica de 300 casas mientras que el costo del servicio de promoción representa un porcentaje reducido, de las inversiones totales. Los éxitos y fracasos de los programas de abastecimiento de agua durante los últimos decenios han puesto claramente de relieve que sólo pueden conseguirse resultados duraderos cuando la propia comunidad participa activamente. Las mayores ventajas de la participación comunitarias se ven en la etapa de funcionamiento del servicio, con el interés de la población en mantener y cuidar su sistema, evitar desgastes, etc. Para lograr estas ventajas, se debe involucrar al máximo a la comunidad en la planeación y en la construcción, además de hacer una promoción sobre los beneficios del servicio del agua.

2. El operador debe ser de la comunidad.
3. La comunidad en general debe conocer bien el sistema de funcionamiento, para poder lograr un servicio sin fallas y continuo, aún en ausencia del operador o con cambio en los integrantes de la Junta Administradora. Si la población misma no percibe la utilidad del sistema el vandalismo constituiría un problema.
4. En muchos casos será difícil encontrar el personal capaz de desempeñar funciones polivalentes en un equipo combinado de promoción social e intervenciones técnicas. Pero cuando es posible, el agente polivalente tiene las ventajas de ganar mejor la confianza de la comunidad, de poder supervisar la construcción y lograr mejores resultados.
5. Para lograr el pago oportuna de las cuotas familiares, es preciso:
 - a) Garantizar un buen servicio a la comunidad.
 - b) Hacer visitas regulares (periódicas) a la Junta Administradora (comunitaria) del servicio de agua, para ayudarla a garantizar la buena administración del sistema.
 - c) Como último recurso, exigir el estricto cumplimiento de los convenios y normas (corte del servicio, multas, etc.).

6. Los métodos a considerar para el establecimiento de cuotas familiares diferenciales incluyen:
 - a) Establecerlas en base a la capacidad económica de los usuarios (tomando por ejemplo, el valor catastral del terreno para productores agropecuarios, el valor de la vivienda para una población mixta).
 - b) Cobrar por el uso del agua (medidores), con una escala decendente para cantidades mayores.
 - c) Establecer cuotas según el número de las llaves instaladas en cada vivienda, inclusive duchas etc.
7. Para asegurar la coordinación en el equipo multidisciplinario, es preciso mantener una comunicación constante entre las personas que conforman el equipo.

2.5 EDUCACION EN SALUD

1. Deben desarrollarse, paralelamente con el componente de participación de la comunidad, acciones de educación en salud que lleven a formar una población consciente de la importancia del agua potable y del saneamiento para mejorar su salud y elevar su bienestar general.
2. Sólo una buena educación y capacitación de la comunidad pueden garantizar un adecuado uso del servicio y la cooperación de la población en las actividades de construcción, administración, mantenimiento y ensache de los sistemas de abastecimiento de agua.
3. La complejidad del proceso educativo y el requerimiento de tecnología educativa hacen necesario que los programas asignen suficientes recursos humanos y económicos para el desarrollo de la estrategia educativa.
4. Hay que dar mucha importancia al diálogo en los programas de Educación en Salud, conllevando ésto a un enriquecimiento e intercambio de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. También son muy importantes los medios de información (cartillas, audiovisuales, folletos, etc.) pero para elaborarlos hay que tener en cuenta las condiciones reales de la comunidad, sin olvidar sus costumbres, tradiciones, tabúes, su forma de expresión oral y utilizar los recursos existentes en la misma.
6. El componente social de promoción y educación es de una importancia tal que debe asignársele un nivel jerárquico comparable al área técnica. Los promotores y educadores deben ser involucrados dentro de un equipo multidisciplinario (ingenieros, sociólogos, trabajadores sociales, enfermeras) para que el trabajo que se desarrolla esté enmarcado dentro de un concepto más amplio de salud y bienestar.

2.6 INVESTIGACIONES ADICIONALES

1. Deben hacerse investigaciones adicionales para comprobar si es necesario clorar el efluente de un filtro lento operado en forma adecuada.
2. El sistema de pre-tratamiento de flujo horizontal debe continuar investigándose teniendo en cuenta su eficiencia en reducir la turbiedad.
3. Deben iniciarse experimentos para evaluar si el material de entrenamiento ya preparado tiene buenos resultados.
4. Debe estudiarse si es más efectivo dar el entrenamiento al operador en el sitio de su trabajo o en un centro especial (o una combinación).
5. El experimento en curso sobre el filtro ascendente en Alto de los Idolos debe continuarse teniendo en cuenta que ya se está construyendo su cubierta.
6. Una de las dificultades de hacer investigaciones sobre sistemas de tratamiento en condiciones normales radica en la carencia de tecnología apropiada para hacer exámenes bacteriológicos en el campo.

Es prioritario realizar investigaciones en procura de equipos y sistemas apropiados.

3. RESUMEN DE LAS CONFERENCIAS

3.1 PLANEAMIENTO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL SECTOR RURAL, por Luis Alberto Leal Ferro

El término "Acueducto Rural" abarca una gran variedad de esquemas, que van desde la solución particular, para una puesto de salud, hasta la de un complejo sistema para aldeas grandes.

Como se vé, el preparar una guía que abarque todos estos diferentes casos es complicado por la diversidad de factores, en esta charla solo haré referencia a aquellos aspectos generales que a través de la experiencia de veinte años he considerado como los más importantes. Estos son:

Verificación de los objetivos

Tener muy presente los objetivos que se persiguen con el aprovisionamiento de agua y el grado de compatibilidad que la solución planteada debe tener (cuadro 1). Vemos que la solución adecuada, no es tan elemental, ni tan sencilla encontrarla como generalmente se cree y se hace.

Sin embargo frecuentemente se observa que el ingeniero que diseña solo se interesa en elaborar un proyecto para el presente, muchas veces utópico, olvidándose de los problemas de operación y mantenimiento, y lo que es más común, olvidándose del nivel socio tecnológico y de la capacidad de pago que posee la comunidad que se va a atender.

Tecnología apropiada

Es el término con el que se denomina la concepción de trabajo que hace el mejor uso de los recursos tales como capital, mano de obra y materiales locales y especialmente el que tiene muy en cuenta la operación y mantenimiento, y la aceptación y apoyo por parte de la comunidad que va a ser beneficiada.

Modelos de Selección

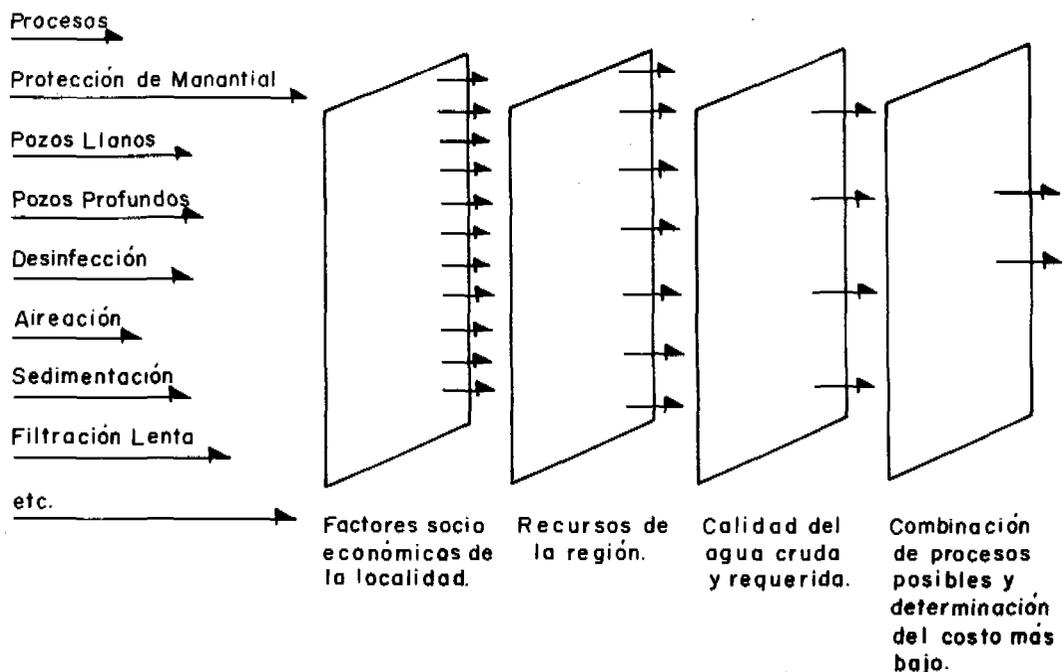
Siempre deberá buscarse en todo proyecto de acueducto la compatibilidad tecnológica, con el nivel de desarrollo existente en la localidad, o que el proyecto para que sea económico y funcional en su construcción, operación y mantenimiento, debe ser concebido en armonía con los componentes físicos y lógicas existentes en la región.

Etapas Aspectos	INMEDIATOS	CORTO PLAZO	LARGO PLAZO	FINALES
SALUD	Si el proyecto solo se ha ejecutado considerando la prevalencia de enfermedades hídricas: El tratamiento deberá proveer por lo menos desinfección de acuerdo con las normas de calidad de agua.	Deberá cumplir requisitos de: grado de cobertura, calidad y cantidad de agua.	Cumplir con requisitos de: continuidad para producir cambios en la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua.	Obtener el mejoramiento del nivel de la salud.
TECNICOS	Si provee de agua en calidad y cantidad en forma continua El proyecto deberá utilizar al máximo: mano de obra, materiales y equipos locales.	Ajustar la operación del sistema a los recursos materiales y condiciones existentes.	El sistema deberá ser mantenido adecuadamente con los recursos locales e institucionales existentes.	Producir mejoramiento en el nivel técnico.
AMBIENTALES	La solución deberá estar acorde con las condiciones ambientales imperantes en el área: clima, fuentes de agua, disposición de desechos, etc.	La operación del sistema deberá ajustarse a las condiciones ambientales imperantes, sin producir deterioro ambiental.		No deberá presentar impacto ambiental.
SOCIALES	El proyecto deberá ser acorde con el grado de desarrollo de la comunidad y tener en cuenta las necesidades, preferencias y organización de la comunidad y deberá utilizar mano de obra local, con los niveles técnicos existentes.	Deberá utilizarse en la operación del sistema personal local y así contribuir a la generación de nuevas oportunidades de trabajo y educación.	Deberá contribuir al mejoramiento del nivel de vida y condiciones familiares y comunales.	Deberá presentar mejoramiento en el nivel de vida.
ECONOMICOS	El costo unitario del proyecto tendrá que ser accesible al nivel económico existente. La escala y tamaño del proyecto deberán ser adecuados a las disponibilidades y hacer uso extensivo de los recursos económicos, materiales y humanos existentes.	El sistema deberá contribuir al mejoramiento de la infraestructura económica.	El sistema deberá contribuir a mejorar la productividad.	El desarrollo global del proyecto deberá mejorar el nivel económico de la comunidad.

R.S.C.

Cuadro 1. Criterios de eficiencia y compatibilidad tecnológica del sistema de aprovisionamiento de agua (Organización Panamericana de la Salud)

Cuadro 2. Metodología de selección de procesos



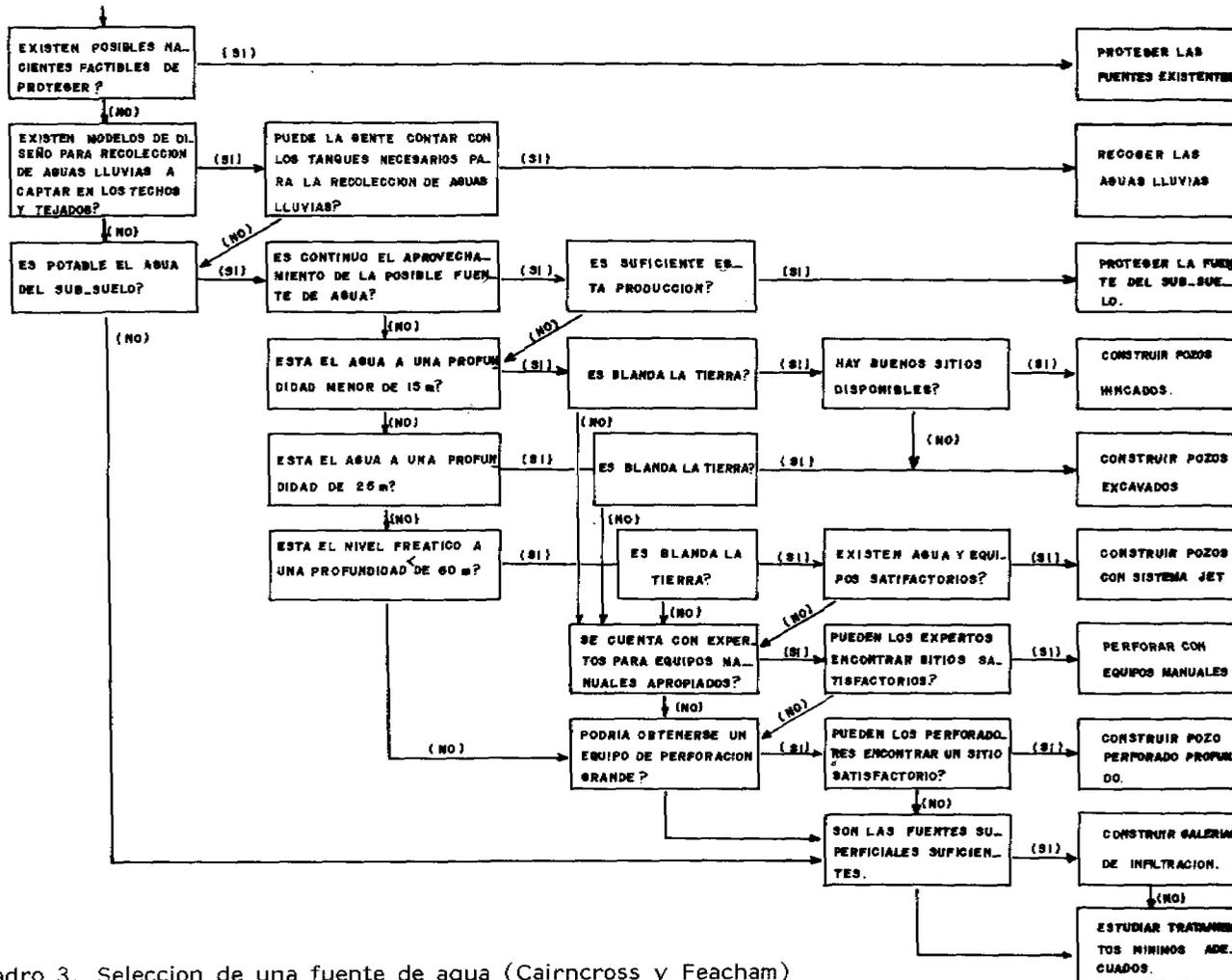
(Reid, Universidad de Oklahoma)

Selección de la Fuente

Como uno de los aspectos que más incide en los costos de construcción y operación de los sistemas de acueducto es la escogencia adecuada de la fuente. Un método para llegar a una buena selección de la fuente es presentado en el cuadro 3.

Como vemos, se procura aprovechar en primer lugar las aguas que reúnan todos los requisitos bacteriológicos, físicos y químicos sin necesidad de recurrir a tratamiento y cuya distribución pueda hacerse por gravedad. Estas aguas se reducen prácticamente a la suministrada por los manantiales y la de los nacimientos de las fuentes protegidas.

Los sistemas de este tipo no exigen instalaciones de tratamiento, ni de elevación y desde todo punto de vista son los mejores, ya que la operación y mantenimiento es mínimo, porque solo se limita a actividades simples.



Cuadro 3. Selección de una fuente de agua (Cairncross y Feacham)

En segundo lugar, se elegirán las aguas que reúnan todos los requisitos bacteriológicos, físicos y químicos sin necesidad de tratamiento, pero cuya distribución debe hacerse por medio de bombas. Entran en esta categoría las aguas de pozo, y en su orden están las de pozos hincados, pozos excavados, pozos construídos con tipos jet, y por último la de pozos profundos.

Se preferirán como tercera opción las aguas que han de someterse a un tratamiento para que reúnan los requisitos bacteriológicos, físicos y químicos, pero cuya distribución pueda hacerse por acción de la gravedad.

Operación y Mantenimiento

Los gobiernos en general y en particular el de Colombia, se han preocupado por dar servicio de agua potable a la población rural, y para tratar de conseguirlo ha efectuado desde hace varios años cuantiosas inversiones en obras de acueducto. En muchos casos, sin embargo, varias de las instalaciones entregadas a las comunidades han cumplido su cometido solo por muy cortos períodos o de manera intermitente. La mayoría de las veces, esta deficiencia que representa una inadecuada y costosa inversión de recursos, que siempre han sido escasos, se debe a la ausencia de programas apropiados de operación y mantenimiento.

A fin de mejorar la operación y mantenimiento de los sistemas de agua es necesario de:

- Establecer una División que instrumente y ponga en marcha un Programa de Mantenimiento Integral de los acueductos existentes.
- Preparar manuales de operación y mantenimiento.
- Asignar fondos para el mantenimiento, tanto de parte de los Organismos Ejecutores, como de los Entes encargados de la administración de los sistemas.
- Realizar un diálogo entre los ingenieros que diseñan y los que construyen y mantienen.
- Mejorar al adiestramiento del personal encargado de las actividades de administración, operación y mantenimiento de preferencia en los sitios de trabajo.
- Efectuar evaluaciones periódicas.
- Programar una selección y estandarización de equipos y materiales.

Administración

La eficacia con que un sistema de abastecimiento de agua cumple su función sanitaria viene a ser directamente proporcional a la capacidad y a la eficiencia con que se administra; pero desafortunadamente al planear un sistema de abastecimiento los ingenieros prestan poca atención a los aspectos administrativos pertinentes al servicio.

Generalmente se considera la labor administrativa como un trabajo rutinario que se limita a resolver incidencias diarias mientras que el sistema crece y se desarrolla por su propio impulso, pero esta idea no es cierta. Una buena administración debe comprender una serie de tareas tales como:

- Conservación adecuada de las instalaciones.
- Funcionamiento perfecto y constante de las mismas.
- Prestación de un servicio satisfactorio a los consumidores.
- Organización de servicios eficaces de mantenimiento y de control de fugas y desperdicios.
- Aplicación de tarifas equitativas.
- Supervisión de personal.
- Inspección de suministros y equipos.

Como vemos la administración abarca tres partes importantes: la explotación del servicio, la conservación del mismo y la gestión empresarial; todos los cuales son igualmente importantes e interdependientes que obligan a establecer entre ellos una buena coordinación a fin de que constituyan una actividad unificada y perfectamente integrada.

3.2 ALGUNAS IDEAS BASICAS SOBRE SISTEMAS DE TRATAMIENTO PARA ZONAS RURALES, por Jorge Arboleda Valencia

En las zonas rurales lo difícil no es construir abastecimientos de agua si no el conseguir que ellos operen en forma eficiente. Es muy frecuente encontrar cuantiosas inversiones que no han prestado el servicio a que se las destinaba debido a fallas en los sistemas de mantenimiento y operación.

Para evitar esto, debe hacerse un planeamiento muy cuidadoso de todas las obras, no solamente desde el punto de vista tecnológico y de ingeniería, sino desde el sociológico y cultural, sobretodo en las pequeñas comunidades.

Por eso, es indispensable estudiar la forma como las comunidades van a participar en los trabajos de construcción, operación y mantenimiento, a fin de que entiendan la manera como funcionan y el beneficio que de ellas derivan.

Cuando las obras de abastecimiento se construyen sin participación de la comunidad, por lo general se encuentra una gran resistencia a cualquier tipo de contribución material que se la solicite posteriormente para la operación del sistema, lo que se traduce a la larga en una barrera insalvable, en lo que atañe a la financiación de los gastos de mantenimiento. Esto lleva a la paralización total de la prestación de servicios en la mayoría de los casos.

El comprometer, por eso, a la comunidad en el desarrollo de las actividades, no debe enfocarse solamente desde el punto de vista económico de conseguir abaratar las obras, si no más bien desde el punto de vista de *solidaridad comunal*, que induzca a todos a sentirse partícipes en el mejoramiento de su localidad.

Tecnología apropiada

Ademas de la colaboración de la comunidad es necesario para el buen funcionamiento de los sistemas el que se utilice una tecnología apropiada cuyas características mas relevantes son las siguientes:

Utilización restringida de equipos

La diferencia que existe en los países en vía de desarrollo, entre las comunidades urbanas y rurales, está en que el campesino desconoce en la mayoría de los casos, el uso de herramientas mecánicas de alguna complejidad, pues utiliza sistemas rudimentarios para todas sus labores corrientes. En estas condiciones, cualquier equipo más o menos sofisticado que se entregue a una comunidad rural, va a constituir un elemento sociológico nuevo o poco frecuentado, que en la mayoría de los casos produce confusiones, que conducen a la paralización de los servicios, que dependen de dichos equipos.

Empleo de materiales locales

Tiene como objetivo la disminución de costos de inversión de capital y dar a la comunidad rural elementos autóctonos que conozca y esté habituada a utilizar.

Operación esporádica y no continua

Para reducir el costo de operación de acueductos rurales, debe buscarse que no se requiera una atención permanente, sino ocasional.

Consumo intensivo de mano de obra

La automatización mecanizada de sistemas rurales estará siempre condenada al fracaso. Por eso, debe buscarse que las obras utilicen gran cantidad de mano de obra no calificada, en lugar de una de mano de obra calificada por ser la más escasa, proyectando todas las operaciones en forma manual o hidráulica.

Tratamiento adaptado a la calidad del agua

Esto es tan evidente, como el que las obras de captación y conducción deben adaptarse a la topografía del lugar. Sin embargo, muchos sistemas han fallado por tratar de hacer simplificaciones en los métodos de tratamiento de tal naturaleza, que no son compatibles con la calidad de agua cruda. Por ejemplo, se proyectan filtros lentos sin pre-tratamiento con aguas que tienen alto contenido de color o de turbiedad o en fuentes que se secan durante ciertos períodos del año. En otros casos se intentan hacer predecantaciones con aguas que tienen gran contenido de partículas coloidales finas.

Calidad de agua y tratamiento

Es indispensable analizar en la forma más cuidadosa posible la calidad del agua cruda de la fuente que se seleccione, a fin de evitar este tipo de errores que vuelven inoperante los procesos de purificación. Infortunadamente, es común proyectar estos con solo el estudio de una muestra de agua, lo que da poca garantía, o peor aún de ninguna. Esto se debe a un mal planeamiento previo del conjunto de obras que se piensa ejecutar, pues las decisiones se toman impulsadas por razones políticas del momento y no mediante un estudio detallado de necesidades, realizado con la debida antelación.

Este estudio, debe incluir la toma periódica de muestras de agua de las posibles fuentes de abastecimiento y su análisis en laboratorio de la características fisico-químicas y bacteriológicas.

Uno de los graves problemas que se presentan en la actualidad, es que los ríos aún en zonas rurales, muchas veces reciben descargas domésticas de comunidades aledañas y en otros casos de industrias ubicadas aguas arriba de la bocatoma.

El tratamiento de aguas altamente contaminadas es mucho más complejo que el tratamiento de aguas de bajo grado de contaminación. Por eso, debe evitarse por todos los medios la selección de este tipo de fuentes de alta contaminación, pues los tratamientos convencionales no son suficientes para producir un agua potable si no incluye los nuevos y sofisticados métodos de remoción de orgánicos cuyo costo es por lo general prohibitivo.

Clasificación de los sistemas de tratamiento

Los sistemas de tratamiento para comunidades rurales se pueden catalogar en tres tipos diferentes:

Sistemas sin purificación

Los sistemas que no requieren tratamiento, son definitivamente los más adecuados para las comunidades rurales. Obviamente no tratar un agua será siempre más económico y operable que tener que tratarlas.

Existen diferentes métodos para evitar el tratamiento entre los cuales podrían mencionarse los siguientes.

- Uso de manantiales no contaminados;
- Usos de lagos no contaminados y condiciones fisicoquímicas aceptables;
- Galerías Filtrantes; las galerías filtrantes consisten en túneles excavados en acuíferos ricos que permiten extraer el agua sin necesidad de bombeo, pues estan colocados en lugares elevados por encima de las zonas de servicio. En otros casos pueden construirse estas galerías junto a ríos, cuando se encuentran bancos arenosos que permiten filtrar el agua en forma natural, utilizando tuberías perforadas que la capten y la lleven hasta un tanque de almacenamiento, desde donde se puede distribuir a la población por gravedad.
- Recolección de aguas lluvias; cuando es factible, por que la precipitación anual es alta, la recolección de las aguas lluvias que periódicamente caen en las épocas húmedas. Este puede ser un sistema de abastecimiento domiciliar que no requiere tratamiento previo, pero que sí necesita de ciertas facilidades físicas, para que las aguas lluvias no se contaminen en los tanques y recipientes donde se almacenan.

Sistemas con tratamiento sin sustancias químicas.

Si no es factible la consecución de fuentes de abastecimiento no contaminadas es necesario recurrir a los procesos de purificación, evitando en lo posible aquellos que incluyan la compra, manejo y aplicación de sustancias químicas.

Todos sabemos que la adquisición de estos productos en las zonas rurales es difícil y que en muchos casos por los malos caminos o por la lejanía a los centros urbanos se convierte en un verdadero dolor de cabeza. Aún la consecución de cantidades relativamente pequeñas de hipocloritos y peor todavía de cloro gaseoso, es, no solo difícil si no que impracticable.

En Colombia, por ejemplo, se encuentran en muchas localidades dosificadores de este tipo instalados de tiempo atrás y completamente deteriorados por falta de uso, debido a que solo en forma ocasional se ha podido conseguir el gas cloro para ponerlos a funcionar. Esto constituye una inversión no rentable que no se justifica.

Por esto, conviene buscar sistemas de tratamiento que no requieran de ningún tipo de sustancias químicas tales como la filtración lenta ya sea sola o con pre-filtro.

- Filtración lenta descendente; este tipo de filtración fué en el pasado el sistema de tratamiento más conocido, tanto en Europa como en las Américas, pero a medida que fúe perfeccionándose la filtración rápida en arena, se fué abandonando no solamente en las zonas urbanas donde era factible la utilización de otros equipos, si no desafortunadamente, también en las zonas rurales donde podría haberse aplicado con más provecho.

La filtración lenta es más costosa que la rápida en cuanto se refiere a inversión inicial, pero en cambio una vez construída, el costo de operación es bastante bajo y no requiere de mano de obra calificada. Además tiene la ventaja de que la vigilancia que debe ejercerse sobre los filtros es solamente esporádica y no continúa. La filtración lenta puede hacerse sola, esto es, sin ningún sistema de tratamiento previo o utilizando prefiltros de grava.

- Filtración lenta ascendente; este tipo de filtración es una idea que surgió en Escocia en la década pasada y que se ha tratado de transplantar a algunos países en vía de desarrollo, incluyendo a Colombia, con resultados que todavía no se han comprobado suficientemente. Consiste en introducir el agua, no por la parte superior del lecho filtrante sino por la inferior y recolectarla en la parte superior utilizando este espacio como tanque de almacenamiento para la comunidad.

Esto permite lavar el filtro sin necesidad de hacerle raspados pero no garantiza una formación de lecho biológico similar a la que se produce en los filtros de flujo descendente. Debe hacerse mayor esfuerzo por investigar este tipo de sistemas.

Sistemas de tratamiento con sustancias químicas

Cuando las características físico-químicas y bacteriológicas del agua cruda no lo permiten, no queda más alternativa que proyectar tratamientos completos convencionales, lo que no deja de ser un verdadero problema, cuando se los quiere operar en las comunidades rurales. Los tipos usuales de estos sistemas son:

- Filtración rápida ascendente en arena; esta sistema consta solamente de una unidad de filtración en la que el agua a la cual se le ha añadido coagulantes entra por el fondo del filtro y es recogida en la parte superior. Es posible diseñar este tipo de unidades de tal manera que unas laven a otras, con lo que se evita todo un equipo de bombeo y se facilita la operación.

Sin embargo, este método de purificación, no puede ser aplicado sino solamente en el caso de aguas de relativa baja turbiedad esto es, no mayor de 100 UT y color no superiore a 60 UC. Requiere de todas maneras el uso de un coagulante como el sulfato de aluminio o el cloruro férrico y de mezcla rápida antes de introducir el flujo en el filtro.

Podría considerarse, por esto, que la filtración rápida ascendente para medio rural, es lo más sencillo que se puede hacer cuando se dispone de una calidad de agua que sea excesivamente turbia la mayoría del año para la filtración lenta, pero no tan turbia que colmate los lechos filtrantes con demasiada rapidez.

- Filtración rápida convencional; este tipo de filtración requiere de un sistema de pre-tratamiento consistente en mezcla rápida, coagulación y sedimentación lo que la hace bastante compleja. Sin embargo, cuando se trata de aguas con alto contenido de color y/o hierro o que tienen mucha contaminación o que haya épocas de muy alta turbiedad por encima de los 200 UT no queda más alternativa que recurrir a este sistema si se quiere suministrar agua potable y estéticamente aceptable.

Sin embargo, se tiene el inconveniente de que se necesita de todas maneras un personal capacitado para atender el proceso de coagulación y poder realizar pruebas de jarras. Es ahí donde fallan la mayoría de las plantas de tratamiento convencionales en zonas rurales, pues no es fácil conseguir este personal, ya que requiere de un cierto conocimiento químico, que está por lo general, por encima del nivel cultural de las comunidades involucradas. En el manual número 13 del CEPIS se puede obtener información sobre plantas simplificadas de este tipo.

3.3 FILTRACION LENTA EN ARENA DISEÑO Y CONSTRUCCION

Por Mario Santacruz y Jan Teun Visscher

Principios de filtracion lenta en arena

La filtración lenta es un proceso de purificación biológica del agua que consiste en hacerla pasar a través del lecho poroso de un medio filtrante. Durante este paso, la calidad del agua se mejora considerablemente por reducción del número de microorganismos (bacterias, virus, quistes), eliminación de materias en suspensión y de materia coloidal, y cambios en la composición química. En la superficie de un lecho filtrante ya maduro se forma una película biológica delgada llamada el schmutzdecke, consistente de una gran variedad de microorganismos. El schmutzdecke es esencial en la filtración lenta porque el proceso de purificación tiene lugar en esta delgada capa superficial.

Los elementos básicos de un filtro lento de arena

Básicamente, una unidad de filtración lenta consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, un lecho de arena filtrante, un sistema de drenaje y dispositivos de regulación y control del filtro (figura 1).:

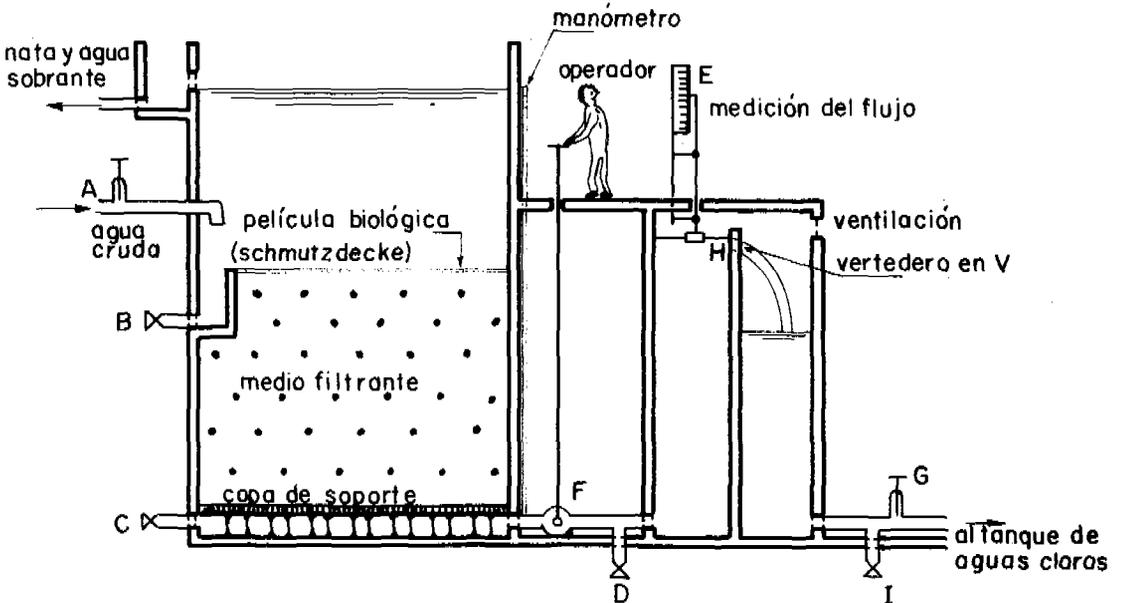
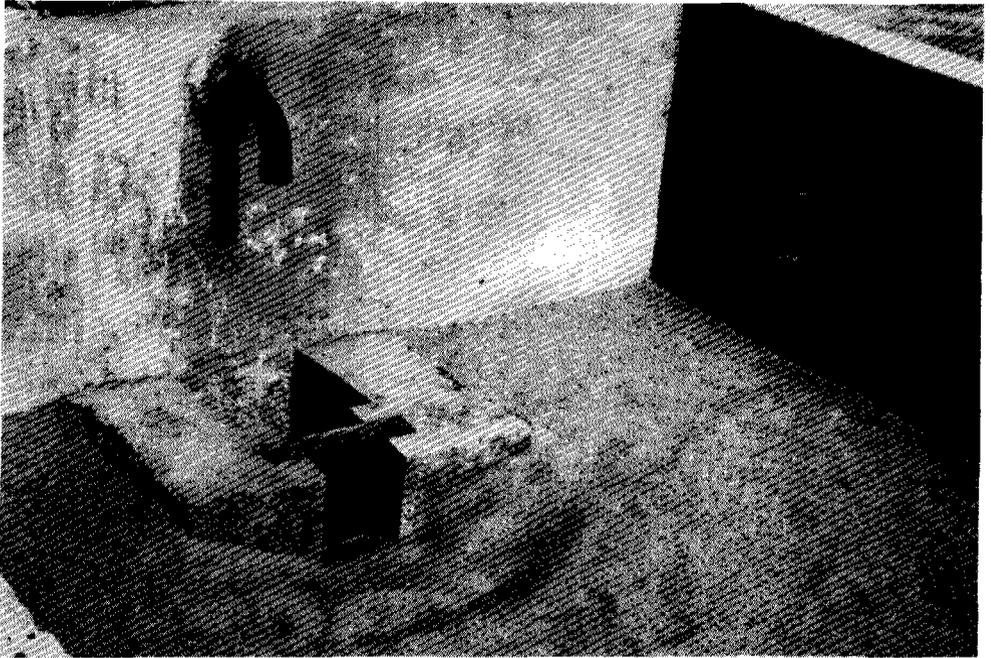


Figura 1. Unidad de filtracion lenta



Estructura de la entrada

Estructura de la entrada

Las funciones de la estructura de la entrada son las siguientes:

- asegurar una distribución uniforme del agua cruda sobre el área del lecho filtrante;
- reducir la energía del afluente con el fin de prevenir daños al schmutzdecke;
- asegurar una altura constante del agua sobrenadante.

Capa de agua sobrenadante

El objeto principal de esta capa es el de proporcionar una carga de agua suficiente para hacer que el agua cruda pase a través del lecho del medio filtrante; por otra parte hacer que el agua cruda tenga el tiempo de retención necesario para que las partículas puedan asentarse y aglomerarse y ser sometidas a cualquier otro proceso físico o bioquímico.

Lecho del medio filtrante

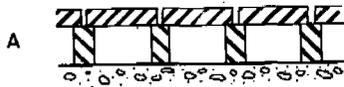
El medio filtrante debe estar compuesto por material granular, inerte y durable. Normalmente se prefiere arena (lavada siendo a veces necesario emplear el tamizado). De preferencia, el coeficiente de uniformidad debe ser menor de 2, aunque pueden aceptarse valores hasta de 5. Para un funcionamiento adecuado del proceso de purificación se debe proveer un lecho filtrante de 0.7 metros como mínimo.

Sistema de drenaje

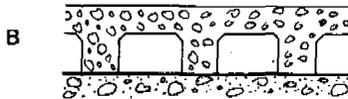
El sistema de drenaje sirve para los siguientes propósitos:

- Asegurar un paso libre para la recolección del agua tratada.
- Soportar el lecho del medio filtrante.
- Garantizar una velocidad de filtración uniforme sobre toda el área del filtro.

La figura 2 muestra algunos ejemplos de diferentes tipos de drenajes sobre los cuales se colocan los lechos de soporte de grava.



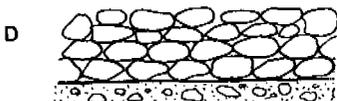
ladrillos corrientes



concreto poroso vaciado in situ sobre formas de acero replegables



laterales (tuberías perforadas de PVC)



grava 40-100 mm

Figura 2. Ejemplo de tipos de drenajes

Dispositivos de regulación

Las operaciones de regulación diaria más importantes son:

- entrada de agua cruda al compartimiento de agua sobrenadante hasta un nivel constante dentro del tanque del filtro;
- regulación de la tasa de filtración (0.1 - 0.2 m/h). Esta es la operación crucial del proceso de filtración lenta.

Estructura de la salida

Las funciones de la estructura de la salida son:

- asegurar que se elimine la posibilidad de presiones negativas en el lecho filtrante;
- proporcionar un dispositivo para la medición del flujo.

En la práctica es usual que la estructura de la salida de un filtro lento sea una cámara con vertedero (figura 1). La cresta del vertedero está ubicada un poco más alta que la parte superior del medio filtrante. Con un flotador localizado aguas arriba del vertedero se puede medir la tasa de filtración.

El principio del proceso de purificación

La purificación empieza en la capa sobrenadante de agua cruda donde las partículas más pequeñas pueden aglomerarse y formar flocs sedimentables debido a interacciones físicas o (bio) químicas.

Se produce una disminución del número de bacterias y alguna reducción de materia orgánica debido a su consumo por las algas o a su oxidación química.

La mayor eliminación de impurezas, así como la considerable mejora de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda, tiene lugar en el lecho filtrante y, especialmente, en la película biológica que se forma en su parte superior. En esta capa superior abundan microorganismos tales como algas, plancton, diatomeas y bacterias, los que mediante su intensa actividad biológica, descomponen la materia orgánica. Más aún, gran cantidad de materia inorgánica en suspensión es retenida al "colarse" el agua.

La zona viviente donde tienen lugar estos mecanismos de purificación se extiende hasta unos 0.4 a 0.5 metros por debajo de la superficie del lecho filtrante, pero disminuye en actividad al aumentar la profundidad conforme se purifica el agua y baja el contenido de materia orgánica y compuestos nutrientes. A mayor profundidad dentro del lecho filtrante, los productos de los procesos biológicos continúan eliminándose por procesos físicos (adsorción) y acción química (oxidación).

Los mecanismos de transporte, fijación y purificación descritos funcionarán en forma efectiva en el agua que va a ser tratada sólo si se permite un tiempo de retención suficiente en el lecho filtrante. Por tanto, se debe mantener la tasa de filtración a un valor de 0.1 ó 0.2 metros/hora (ó 0.1-0.2 m³/m² de área de lecho por hora). Otro parámetro importante para el proceso de purificación es el contenido de oxígeno del agua. La actividad de la biomasa disminuirá considerablemente si el contenido de oxígeno del agua en el medio filtrante es menor de 0.5 mg/litro. Este problema puede prevenirse mediante la aireación del agua cruda.

Cuadro 4. Rendimiento de los filtros lentos de arena

parámetro	efecto purificador
materia orgánica	los filtros lentos de arena producen un efluente claro, virtualmente libre de materia orgánica
bacterias	puede eliminarse entre el 99% y el 99.99% de bacterias patógenas; las cercarias de esquistosoma, los quistes y huevos son eliminados aún en mayor grado <u>E. Coli</u> se reduce entre 99% y 99.9%
virus	los virus se eliminan en forma virtualmente total
color y turbiedad	el color se reduce en forma significativa puede tolerarse en el agua cruda turbiedades de 100-200 UN sólo por unos pocos días; turbiedades de más de 50 UN son aceptables sólo por unas pocas semanas; de preferencia, la turbiedad del agua cruda debe ser menor de 10 UN; para un filtro diseñado y operado con propiedad, la turbiedad del efluente será menor de 1 UN

Influencia de las algas

Las algas pueden aportar una acción positiva al rendimiento de los filtros lentos de arena. Son capaces de fabricar material celular a partir de simples minerales como agua, anhídrido carbónico, nitratos y fosfatos, produciendo oxígeno, el que a su vez es beneficioso para otros procesos bioquímicos. Las algas también pueden consumir materia orgánica y convertirla en parte en material celular biodegradable adicional; su presencia puede mejorar la calidad del Schmutzdecke. Por otro lado, un contenido muy alto de algas en el agua sobrenadante puede perjudicar el adecuado funcionamiento del filtro debido a la aparición de condiciones anaeróbicas cuando mueren grandes cantidades de este elemento.

Otra consecuencia del desarrollo de algas es la variación diaria en el consumo de oxígeno y, por lo tanto, en el contenido de oxígeno del efluente.

La extracción periódica de algas puede ser un buen método para solucionar estos problemas.

Construcción de plantas de filtración lenta

El proyectista de un sistema de abastecimiento debe basarse en la teoría de que un buen sistema es el que provee a la población de agua de buena calidad, en cantidad suficiente y con una máxima confiabilidad.

El proyectista tiene que convertir estos objetivos teóricos en un diseño realista y económico tomando en cuenta las circunstancias y recursos locales.

Investigación preliminar

Una parte muy importante de la construcción de un servicio de agua es la etapa de investigación. En esta etapa se pueden distinguir tres acciones diferentes:

- La consulta con la comunidad; es importante consultar a la comunidad no sólo para iniciar el proceso de participación si no también para obtener información sobre las costumbres y la topografía locales.

- Investigación socio-económica; es necesario investigar si la comunidad tiene los medios para pagar los gastos de un sistema de agua y como se pueden distribuir los costos de la construcción y el mantenimiento entre las familias - por ejemplo, estableciendo tarifas diferenciales como se ha hecho en Puerto Asís.
- Investigación técnica; los aspectos más importantes de la investigación técnica son:
 - Investigación de las fuentes existentes.
 - Medición del caudal de las fuentes y sus fluctuaciones durante el año.
 - Análisis del agua.
 - Investigación de materiales existentes (arena para el filtro, etc.).
 - Localización de la planta con respecto al sistema de distribución y al terreno (resistencia del suelo y disponibilidad).
 - Nivel freático de la localidad.

Después de seleccionar el sistema de tratamiento y de pre-tratamiento es necesario calcular la demanda diaria de agua y determinar el tipo de tanque. Que puede ser de forma redonda (adecuada en el caso de ser en terrado) rectangular o de taludes protegidos (con arcilla o mortero). Por la sencillez del diseño se pueden emplear materiales de la región, escogiendo entre concreto simple, ciclópeo o reforzado así como mampostería de ladrillo, utilizando al máximo mano de obra local.

Criterios de cálculo

Para el cálculo de un filtro lento es necesario tener en cuenta los parámetros siguientes:

velocidad de filtración	0.1 m/h (0.1-0.2 m/h)
área de cada filtro	10-100 m ²
número de filtros	2 como mínimo
altura del agua sobrenadante	1 m (1-1.5 m)
espesor del medio filtrante	1 m (1-1.4 m)
espesor del sistema de drenaje	0.4 m (0.3-0.5 m)
granulometría del lecho filtrante	$d_{ef} = 0.15-0.35$ mm
	coef. de uniformidad = 2 - 5

Ejemplo de diseño

Consideremos una aldea de unos 800 habitantes que carece de sistema de abastecimiento público de agua. Estimamos un período de diseño de 15 años y una tasa de crecimiento anual de 3%. Esto significa que la población dentro de 15 años es $1.56 \times 800 = 1250$ habitantes.

Para la localidad de nuestro ejemplo se ha elegido un sistema de distribución con varios surtidores públicos y el consumo de agua estimado es de 30 litros por persona por día (máximo diario). Si se incluye un 33% adicional por concepto de pérdidas y desperdicios obtenemos una demanda de 40 l./p.d.

El consumo diario total sería: $1250 \times 40 = 50,000$ l/d = 50 m³/d

Con una operación de 24 horas al día y la tasa de filtración de 0.1 m/h el área del lecho filtrante neta sería de $50/(0.1 \times 24) = 21$ m². Por lo tanto se diseñan 2 filtros de 10.5 metros cuadrados.

Pre-tratamiento

El mayor inconveniente de los procesos de filtración lenta en arena es la vulnerabilidad al exceso de turbidez. Las aguas crudas con turbiedades de 50 U.N. o mayores, para lapsos de unas pocas semanas, producen una rápida obstrucción de los filtros lentos de arena. Desde el punto de vista operacional, las labores frecuentes de limpieza y la reducción de flujo derivadas de las altas turbiedades, no son aceptables. El pre-tratamiento será entonces la solución.

Diferentes tipos de tratamiento se han utilizado en las plantas de demostración de los proyectos de filtración lenta.

Filtros en lechos de río

Un sistema de pretratamiento muy sencillo y efectivo es filtración en el lecho del río. Por ejemplo en Borujwada (India), esta modalidad reduce las turbiedades del agua cruda que oscila entre 2.4 y 440 U.N. a valores entre 0.35 y 3.5 U.N.

Canales de irrigación y tanques de Almacenamiento

En Haryana (India), Rahad (Sudan) y Ban Bangloa (Thailandia) se capta el agua de canales de irrigación. La baja velocidad de los canales obviamente conlleva una sedimentación de las partículas suspendidas.

En Abub Shahar (India) este sistema está funcionando muy bien con turbiedades en el agua cruda (procedente de irrigación) entre 0.3 y 7.4 U.N. y después del almacenamiento (antes de la filtración) entre 0.2 y 1.5 U.N.

Filtración horizontal

Los resultados experimentales de investigaciones de laboratorio realizadas por la AIT en Thailandia, demuestran que una unidad de prefiltración, después de un período de maduración de unas pocas semanas, es adecuado para remover parte de la materia suspendida de aguas crudas con un contenido de turbiedad que excede las 150 U.N. Se han reportado remociones de turbiedad del 60 al 70%.

La filtración horizontal puede ser efectuada en un tanque rectangular similar a los utilizados en sedimentación simple. En la dirección principal de flujo, el agua atraviesa varias capas de material grueso debidamente gradado (en el orden grueso - fino - grueso). La profundidad del lecho filtrante puede diseñarse de 1 m. aproximadamente (en un rango de 0.8 a 1.5 m.) con tasas adecuadas de filtración del orden de 0.4 a 1.0 m/h (flujo horizontal).

La longitud total del lecho filtrante puede ser de 10 metros. Un esquema típico de una unidad de prefiltración de flujo horizontal se indica en la figura 3.

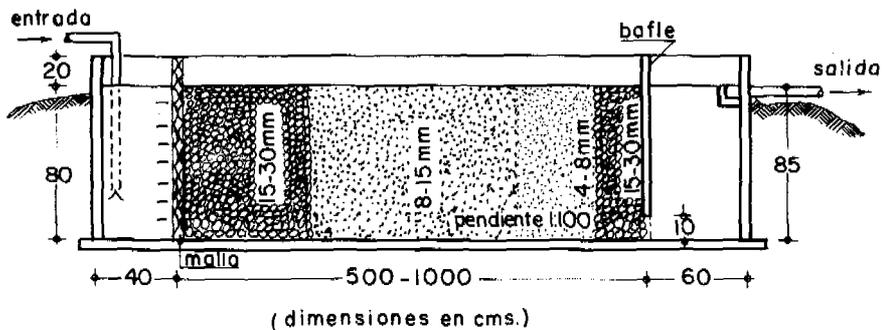
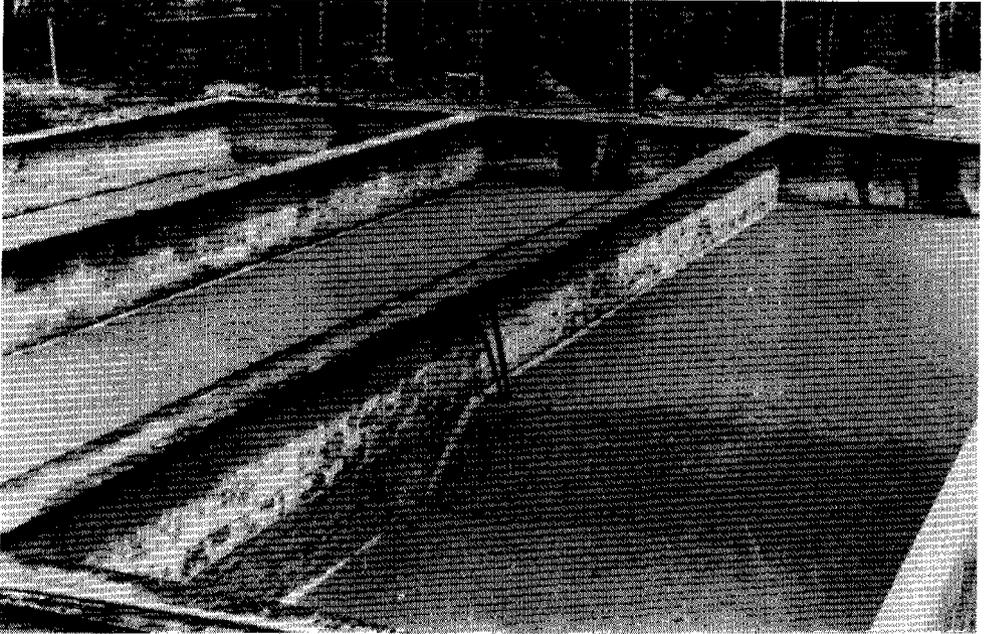
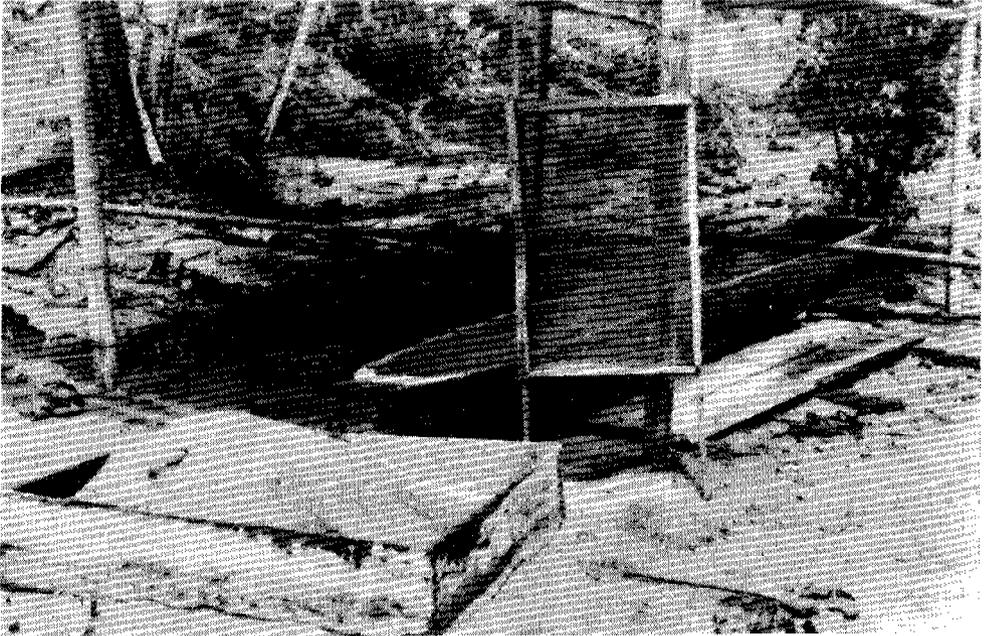


Figura 3. Unidad de Filtración Horizontal



Filtro lento en arena en Puerto Assis



Tamiz para cernir la arena

3.4 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE FILTROS LENTOS

Por Han Heijnen y Mario Santacruz

Introducción

Uno de los aspectos más atractivos de los Filtros Lentos es la simplicidad en su operación. Si la planta ha sido bien diseñada y construida, el funcionamiento del filtro dependerá de la forma conciente como el operador lleve a cabo su trabajo diario. Estas actividades de rutina, sin embargo, no son muy difíciles. Este aspecto hace que su aplicación sea particularmente apropiada en el sector rural donde es difícil de conseguir personal calificado.

Los procedimientos de operación rutinaria pueden fácilmente ser captados por cualquier persona que resida en la localidad. El mantenimiento rutinario tampoco ofrece problemas.

Una de las cualidades que deben tenerse muy en cuenta para la selección del operador es sus buenas relaciones humanas teniendo en cuenta las líneas de comunicación inherentes a su cargo (figura 4).

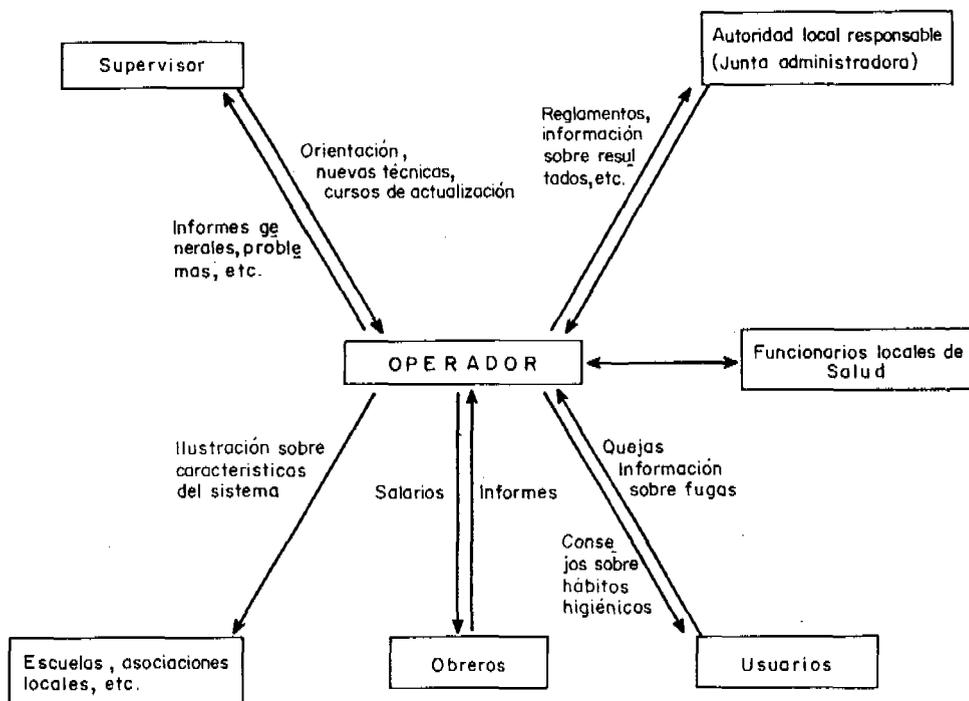


Figura 4. Líneas de comunicación del operador

Modo de operacion

La manera más efectiva de operar un filtro es haciéndolo funcionar 24 horas al día. Para asegurar un efluente de buena calidad es necesario que el filtro se opere con una rata de filtración entre 0.1 y 0.2 metros por hora.

Sin embargo hay situaciones en que no es posible el operar por 24 horas al día (sumistro de energia intermitente, costo de mano de obra elevado, etc.) siendo la única alternativa la filtración con tasa declinante la cual puede aplicarse entre dos turnos de operación plena del filtro.

Al final del turno el operador cierra la válvula de entrada dejando en su posición normal la válvula que controla la filtración.

El agua sobrenadante drenará a través del filtro a una rata que va declinando continuamente, produciendo agua filtrada aún en la ausencia del operador. La operación a tasa declinante requiere una mayor área de filtros que si se operara a una rata constante continúa. Por otra parte la calidad del agua filtrada, aunque aceptable, es inferior a la obtenida con la operacion continúa.

La operación intermitente no se debe permitir teniendo en cuenta que se ha demostrado en forma concluyente, que después de 4 a 5 horas de reiniciar la operación de los filtros, resulta una polución bacteriológica inaceptable.

Regulacion de la tasa de filtracion

Como se indica en la figura 1 las válvulas A y F son los dos dispositivos de control más importantes y la válvula F es la que prácticamente regula la velocidad de filtración.

En condiciones normales de operación, la rata de filtración se mantendrá constante en lo posible. Sin embargo, debido al entupimiento del lecho filtrante, la resistencia del medio filtrante aumenta gradualmente y por consiguiente el operador tiene que compensar este hecho, abriendo un poco la válvula F diariamente. Cuando la válvula ha sido abierta completamente y la rata de flujo empieza a disminuir, el filtro debe ser puesto fuera de servicio para limpieza.

Para permitir una regulación adecuada es necesario instalar un medidor del flujo.

Puesta en servicio de un filtro

Cuando se ha terminado la construcción del filtro, el lecho filtrante se

llena con agua limpia desde el fondo (abriendo la válvula C indicada en la figura 1), para expulsar las burbujas de aire presentes en los intersticios de la arena, manteniendo las válvulas de salida cerradas. La válvula C se cierra cuando el nivel del agua alcanza 10 a 15 cms. por encima del lecho de arena.

En seguida se abre la válvula A gradualmente, para terminar de llenar el filtro con agua cruda, luego se abre las válvulas D y F para que el efluente escape por la tubería de desagüe con una tasa del 25% de la filtración normal.

El filtro se continúa trabajando por algunas días para permitir la llamada "maduración". La rata de flujo se va aumentando gradualmente durante el proceso de maduración hasta que alcance la rata de diseño. El período de maduración toma un tiempo de unas semanas dependiendo de la calidad del agua cruda y del clima.

Limpieza

Dependiendo de la variación de la calidad del agua cruda, de acuerdo con los cambios de estaciones, especialmente con respecto a la turbiedad, el intervalo entre operaciones de limpieza normalmente varía entre 20 y 90 días.

Para limpiar el filtro es necesario bajar el nivel de agua en el lecho, de 0.1 a 0.2 metros sobre el nivel superior de la capa de arena, con el fin de que la superficie de la arena esté lo suficientemente firme para que el operador pueda caminar sobre ella y efectuar la limpieza.

El procedimiento es como sigue: Cierre la válvula A. Permita que el nivel de agua baje gradualmente a través de la filtración hasta que alcance el nivel del vertedero. La válvula de drenaje B y la válvula D se abren hasta drenar el resto de agua a 0.1 - 0.2 metros por debajo de la capa superior de la arena, lo cual se puede observar en la cámara del vertedero. En seguida cierre las dos válvulas mencionadas y el lecho está listo para su limpieza.

La limpieza del lecho filtrante se lleva a cabo raspando 1 a 2 cms. de la parte superior de la capa de arena. Esta operación se debe efectuar tan pronto como sea posible, para prevenir o minimizar la contaminación de la superficie de la arena y para evitar que el lecho filtrante se seque. Cuando un filtro está fuera de servicio las otras unidades deben trabajar a una rata de filtración más alta, con el fin de mantener la producción de

agua requerida, para lo cual es necesario que la válvula "F" del resto de filtros se abra un poco más, teniendo cuidado de no sobrepasar la rata de filtración máxima permitida, que por experiencia y consideraciones de calidad del efluente sería 0.3 m/hr.

Después de la limpieza, el filtro se llena nuevamente de agua siguiendo el mismo procedimiento indicado en "puesta en servicio de un filtro", pudiendo usarse el agua filtrada de las unidades adyacentes, lo que reducirá temporalmente la producción de la planta.

Cuando se pone el filtro en servicio, se requiere un período mínimo de 24 horas para permitir la remaduración del medio filtrante. Después de este período, la flora bacteriológica se ha restablecido para producir un efluente de buena calidad. Es de anotar que en áreas de baja temperatura, este período de maduración se puede prolongar por varios días.

Rearenamiento de un filtro

Después de varios años de funcionamiento cuando los sucesivos raspados han reducido el espesor de la capa de arena a 70 cms., es necesario rearenar el filtro.

El método de manejar la arena es básicamente el siguiente: La arena usada que va a ser reemplazada se mueve a un lado, en ese sitio desalojado se coloca la arena nueva y la arena usada se coloca encima de la nueva (figura 5). Este proceso de "encimado" se lleva a cabo por hileras o fajas.

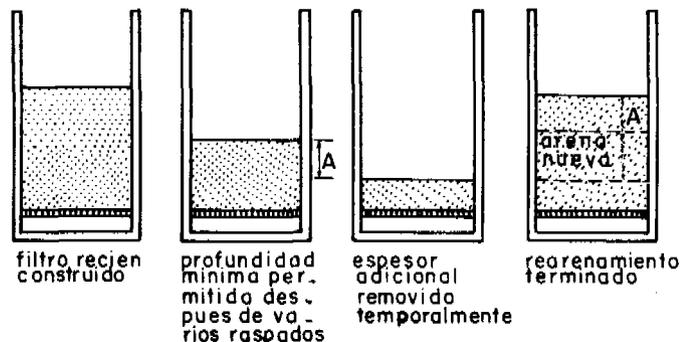


Figura 5. Proceso de rearenamiento

También es posible remover completamente la arena usada del lecho filtrante y vaciarla sobre la arena nueva, después de que ésta se coloque. Esto es apropiado para los filtros pequeños.

Para reiniciar la operación normal del filtro se hace en forma similar a la indicada para el caso del proceso de raspado, con la salvedad que el período de remaduración será más largo.

Lavado de la arena

El lavado de la arena es necesario para separar el sucio de la arena después del raspado y algunas veces para limpiar la arena nueva, antes de ser colocada en un filtro nuevo o en el rearenamiento; generalmente es más económico lavar y almacenar la arena que se ha raspado que usar arena nueva para propósitos de rearenamiento. Un método apropiado para el lavado de la arena es el de utilizar mangueras (figura 6).

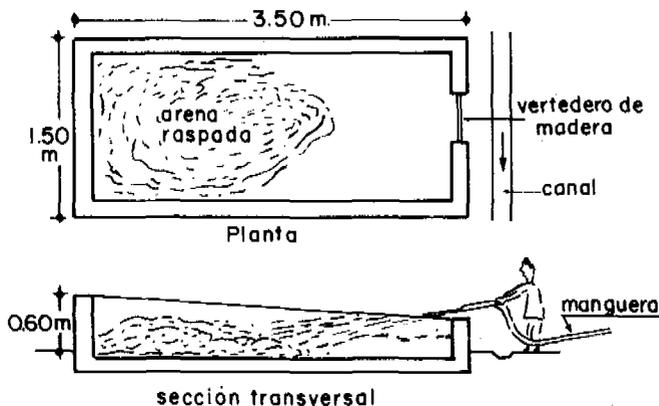


Figura 6. Plataforma para lavado de arena

Para comprobar si la arena es limpia, tome una pequeña cantidad de arena en un cilindro de vidrio graduado, añada agua, agite bien y permita que se precipite. No habrá prácticamente sedimento sobre la superficie de la arena si está adecuadamente limpia.

Registros

Es necesario llevar registros para tener información sobre el funcionamiento de los filtros, controlar el trabajo de los operadores y obtener los datos para planear mejoras futuras. En comunidades rurales en donde el personal es muy limitado, los registros a tomarse deben ser los mínimos indispensables. Los datos a consignar serían: horas diarias de bombeo de estación de agua cruda y agua tratada, control de calidad, operaciones de limpieza, productos químicos utilizados y producción diaria de la planta.

Análisis de calidad del agua

La determinación diaria de los parámetros más importantes de la calidad del agua, no está dentro de las posibilidades de la mayoría de los sistemas rurales de abastecimiento de agua. Sin embargo las pruebas rutinarias para turbiedad y cloro residual, por su simplicidad, pueden ser realizadas por el mismo operario, con un adiestramiento previo. Se requiere una supervisión permanente para verificar y asegurar la confiabilidad de los resultados de tales pruebas.

Los ensayos físico-químicos y bacteriológicos completos del agua cruda y tratada pueden ser efectuados periódicamente por una entidad o laboratorio especializado. Sin embargo, considerando las dificultades para disponer de un laboratorio en las áreas rurales, es de la mayor importancia que el Gobierno Nacional y las autoridades locales apoyen las entidades responsables del control de la calidad del agua, mediante laboratorios regionales o zonales que hagan el seguimiento de los sistemas.



Unidad móvil de promoción

3.5 EDUCACION Y CAPACITACION PARA LA PARTICIPACION DE LA COMUNIDAD por Orlando López Orozco

Introduccion

El Instituto Nacional de Salud de la República de Colombia, es una entidad gubernamental dotada de personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrita al Ministerio de Salud. El Instituto, a través de la División de Saneamiento Básico Rural, tiene la responsabilidad de ejecutar el Programa Nacional de Saneamiento Básico Rural, entendiéndose por éste, el conjunto de obras y actividades necesarias de ejecutar para dotar de agua segura y adecuada disposición de excretas y aguas residuales a las poblaciones rurales hasta de 2.500 habitantes.

En el desarrollo del Programa se incluye un componente de participación de la comunidad.

Contenido del componente de participacion de la comunidad

En la construcción de un acueducto o de un alcantarillado, se cumplen cinco grandes etapas que son:

Primera etapa: Estudio de la comunidad

El estudio de la comunidad, trata de identificar las características económicas, sociales, culturales y de salud de la población tales como geografía, demografía, educación, economía, organización social, abastecimiento de agua y saneamiento mediante actividades de observación, entrevistas y encuestas. La comunidad participa en esta etapa suministrando y ayudando a recolectar la información y orientando a los funcionarios que realizan el estudio.

Segunda etapa: Preparación del proyecto

En esta etapa se realizan los estudios necesarios para definir la factibilidad, las características y el costo de la obra mediante actividades tales como el levantamiento topográfico y el diseño de la obra. La comunidad participa suministrando mano de obra voluntaria, materiales y herramientas para el levantamiento, aportando información para el diseño y autorizando el paso de los equipos y funcionarios por los predios.

Tercera etapa: Promoción y organización de la comunidad

El objetivo de esta etapa es el de despertar el interés de la comunidad por la obra, impulsándola a participar activa y concientemente en la construcción y en la posterior administración de la misma.

El promotor visita a las principales autoridades locales tales como el alcalde, el sacerdote, el juez, el maestro, el jefe militar, el médico, etc. para informarlos de los própositos del Programa.

Los dirigentes de las distintas asociaciones existentes son visitados. Entre estas organizaciones se pueden mencionar la asociación de padres de familia, la asociación de usuarios campesinos, el comité de deportes, el sindicato agrario, las asociaciones religiosas y políticas, etc.

Por el papel que juega el líder como conductor de la comunidad, son frecuentes las visitas y reuniones con éstos, por cuanto se les reconoce como los intermediarios entre la comunidad y el Programa.

Reuniones con autoridades, y dirigentes locales

Hechos los primeros contactos con estos en forma individual, se les convoca a reuniones de pequeños grupos con el fin de dar una mayor difusión al Programa, absolver inquietudes, vencer resistencias si las hubiere y especialmente coordinar esfuerzos en pro del proyecto.

Especial importancia reviste la participación de los maestros. Por eso se les visita y se realizan reuniones periódicas con ellos para dialogar en torno a las finalidades del Programa.

Asambleas generales de vecinos

Las actividades anteriores han servido para establecer relaciones, investigar intereses y situaciones especiales, coordinar e ir asignando responsabilidades a dirigentes, autoridades y organizaciones. Ahora es necesario cubrir masivamente la comunidad mediante la realización de asambleas donde toda la población es invitada y promovida a asistir. No puede precisarse el número de asambleas que se realizan durante la ejecución del proyecto pero éstas oscilan entre un mínimo de cinco y un máximo de 20, hasta la etapa de construcción del sistema. Después de construída la obra, las asambleas continúan celebrándose con cierta regularidad pues es necesario que los usuarios estén informados sobre la marcha administrativa y técnica del servicio.

En Colombia, otro programa gubernamental promueve la organización de las comunidades a través de las "Juntas de Acción Comunal". No hay comunidad en el país que no cuente con su Junta constituida. Ella representa los intereses de la comunidad ante los distintos programas de desarrollo social y económico que patrocina el gobierno y por ende auspicia el desarrollo integral en el ámbito local.

Al llegar el programa a la localidad entra en contacto inmediato con ella, y si es el caso, la reorganiza.

Formación de Comités y Brigadas de trabajo

En el proceso de organización de la comunidad, se trata de involucrar al mayor número de personas que sea posible con el fin de tener a toda la comunidad en actividad. He ahí la razón de ser de los comités y brigadas de trabajo. Los comités están constituidos por un número reducido de personas (ni menos de tres ni más de cinco), y se encargan del análisis, planeamiento y ejecución de actividades específicas en relación con el proyecto. Los comités más frecuentes en el programa son los siguientes: información y propaganda, finanzas, bienestar social, obtención de materiales y herramientas, recreativo y femenino.

Las brigadas de trabajo están conformadas por un mayor número de personas y se encargan de la ejecución de las actividades físicas que exige el proyecto. Por ejemplo, la brigada para la excavación del tanque de almacenamiento. Cada brigada no tiene más de 20 personas para poder obtener mayor control y rendimiento en el trabajo, pero se puede organizar el número de brigadas que exija el trabajo a desarrollar. Durante la ejecución del proyecto, el Promotor procura una sana competencia entre las distintas brigadas, mediante estímulos adecuados. Esto hace avanzar a un mayor ritmo los trabajos.

Firma del convenio Comunidad-Gobierno

Todas las acciones de educación y de organización de la comunidad ejecutadas se traducen en la aceptación por la comunidad de unos compromisos y obligaciones que se pactan en un convenio o contrato, el cual es suscrito entre el Director del Instituto, a nombre del Gobierno y el Presidente de la Junta de Acción Comunal, a nombre de la Comunidad.

En el contrato quedan pactados los compromisos de la comunidad y del gobierno como son:

- a) aporte que suministrará la comunidad y su discriminación;
- b) reintegro por la comunidad de parte de la inversión que realiza el gobierno;
- c) delegación en la comunidad de la administración y operación del servicio;
- d) aceptación por la población del pago de la cuota familiar que cubra los gastos reales de operación y administración;
- e) costo total de la obra y financiación que corresponde al Programa;
- f) características de la obra que entregará el gobierno.

Si bien es cierto que el contrato tiene plena validez jurídica, no es en esta parte donde descansa su cumplimiento por parte de la comunidad. El éxito alcanzado con el contrato se debe más al efecto psico-social que se produce en la comunidad con hechos tales como la firma en ceremonia especial.

El Promotor y la Junta de Acción Comunal proceden a legalizar la cesión de las aguas requeridas y la donación por sus dueños de los terrenos donde se construirán las diferentes partes de la obra, y si es el caso, a realizar los trámites conducentes a su adquisición mediante compra, la cual será de cargo de la comunidad.

Cuarta etapa: Construcción de la obra sanitaria

Antes de dar comienzo a la obra, se hace el acopio de los materiales indispensables para las primeras acciones. Este hecho da confianza a la comunidad en la realidad del proyecto.

La obra es construída entre la comunidad y el personal técnico del Programa. Sin embargo, hay partes especializadas de la misma que son contratadas con personal calificado a precio y tiempo fijo. Este personal, seleccionado rigurosamente, teniendo en cuenta que además de sus condiciones técnicas, reúna características personales que le faciliten inter-actuar sin generar conflictos dentro de la comunidad.

Ceremonia de iniciación de obra

La primera acción que se emprende está revestida de gran solemnidad y para ello se prepara un acto especial con la asistencia de las autoridades regionales del Programa y la presencia masiva de la comunidad.

Control de aportes

El Promotor lleva los registros diarios de los aportes suministrados por los vecinos y el Programa y aplica estímulos que permiten mantener el ritmo de participación de la comunidad y evitan que algunos miembros se rezagen en el suministro de sus aportes.

Dentro de éstos se pueden mencionar el certificado diario de aporte, los gráficos que visualizan el estado de los aportes individuales, la divulgación externa del proyecto y la valla de promoción de la obra.

También la comunidad aporta aproximadamente un 20% del costo directo de la obra preferencialmente en materiales locales (madera, balastro, arena, etc.) y mano de obra no especializada (excavaciones, vaciado de tanques, apertura de zanjas, aprovisionamiento de materiales, acarreos, etc.), realiza actividades sociales para recolectar fondos y procura la obtención de recursos para el proyecto con otras entidades oficiales y privadas.

Quinta etapa: Administración del servicio

Una vez construída la obra, en un acto solemne de inauguración, ésta es entregada a la comunidad quien se hace responsable de su administración y operación de por vida.

Organización de la Junta Administradora

Por lo menos 15 días antes de darse al servicio la obra, se constituye una Junta Administradora, la cual es responsable de la administración, operación, mantenimiento y ensanches y de velar por el adecuado uso por parte de los usuarios. La conformación de la Junta varía, pero el Programa tiene siempre un representante en ella.

La Junta actúa ceñida al Reglamento de Administración de Acueductos y Alcantarillados Rurales, expedido por el Gobierno.

Capacitación de la Junta Administradora y del Fontanero

Elegida la Junta Administradora y designado el Fontanero por ésta, el Promotor del Instituto se encarga de capacitarlo. El fontanero es seleccionado entre aquellos usuarios que mayor asimilación hicieron de los conocimientos de plomería y fontanería y mayor grado de colaboración e iniciativa demostraron durante la construcción de la obra.

Determinación de la cuota familiar

A fin de que la Junta Administradora posea los recursos suficientes para desarrollar sus actividades, la población usuaria da un aporte mensual al cual se le reconoce como cuota familiar.

La cuota familiar se determina para cada localidad teniendo en cuenta los siguientes factores:

- a) gastos de administración: pago de empleados, prestaciones sociales, seguros, correspondencia, transportes, papelería y útiles de escritorio;
- b) gastos de operación y mantenimiento, combustibles y lubricantes, energía, desinfección, imprevistos;
- c) reservas por depreciación: edificios y estructuras, tuberías, redes y accesorios, maquinaria y equipos; y
- d) servicio del préstamo: devolución de parte de la inversión hecha por el Programa o amortización de otros compromisos financieros adquiridos por la Junta.

Es corriente que se determinen cuotas familiares diferenciales, asignando un valor adicional a partir de la segunda llave o grifo o estableciendo categorías según el uso o definiendo el nivel socio-económico de los usuarios. En algunas comunidades se están introduciendo medidores. La cuota familiar esta sujeta a incremento anual.

Pagos al Fondo Rotatorio

Como se ha mencionado, el Programa obtiene recuperación de parte de la inversión que realiza en la obra, constituyendo este recurso una fuente de financiación del mismo. Esta recuperación asciende a un 40% de la inversión directa que se realiza en la localidad, más un interés de un 6% anual sobre saldos y que la Junta Administradora reembolsa mediante pagos mensuales en un plazo que oscila entre 10 y 15 años.

La comunidad participa en las brigadas de trabajo requeridas para mantener el sistema, proteger las cuencas o reparar eventuales daños.

Resultados sociales

La población toma conciencia de sus problemas y se organiza para resolverlos sin esperar todo del Estado. El paternalismo es sustituido por la cooperación. La comunidad adquiere confianza en sus propias capacidades y

potencialidades. Los usuarios ayudan a valorar el servicio y lo quieren como algo suyo. La introducción en la comunidad de una empresa rentable alrededor del servicio que administra y opera la Junta Administradora, sirve de incentivo para la formación de otros grupos, tales como cooperativas.

Resultados económicos

Diversificación de la inversión estatal

La administración de los servicios por los propios usuarios permite que el Estado ahorre estas inversiones en procura de ampliar la cobertura del Programa o aplicar recursos o otras acciones de desarrollo.

Ahorro de tiempo y de capital

Con los servicios de agua en la vivienda la familia ahorra tiempo y dinero pues ya no requiere buscarlos a grandes distancias.

Obtención de un mayor rendimiento económico

Aunque las obras con participación de la comunidad pueden requerir un período de ejecución más amplio, con el consiguiente aumento de los gastos generales, el Programa obtiene en términos globales un mayor rendimiento económico puesto que las resultantes de dicha participación (aporte en la construcción, administración y operación a cargo de la propia comunidad, mayor vida útil de la obra, utilización de materiales locales etc.) superan dicho aumento en los gastos generales.

Los cuadros 5 y 6 presentan la inversión durante la construcción de las obras y la recuperación de la inversión del programa de abastecimiento de agua hecha a través del fondo rotativo en 1981.

Cuadro 5. Inversión del programa en 1981 (en \$ col)

Inversión del Programa	Inversión de la Comunidad	Inversión de Otros*	Inversión Total
559.167.000	88'186.618	60'403.480	707.575.098

* Los aportes obtenidos por la comunidad con Parlamentarios y otras instituciones (1 \$US = 60 pesos colombianos)

Cuadro 6. Recuperación durante la construcción de las obras en 1981

No. de Juntas Administradoras	Reembolso obtenido 1.981	Reembolso previsto 1.982	Monto de los préstamos otorgados
1.785	17'369.317	22'134.407	146'372.119

Contribución de la educación y capacitación

Se ha diseñado un curso de capacitación para las Juntas Administradoras. Cuyos objetivos son:

- a) actualizar en las técnicas de administración y operación de servicios de agua potable y saneamiento;
- b) adiestrar en nuevas técnicas contables;
- c) incrementar la mística por el Programa de Saneamiento Básico Rural;
- d) fortalecer el liderazgo local;
- e) informar sobre las modificaciones introducidas al Reglamento de administración de acueductos y alcantarillados rurales expedido por el Gobierno.

El curso ha sido programado para tres días. A cada curso asistirán 30 personas, correspondientes a 10 Juntas, tres delegados por Junta así: un directivo, un empleado y un usuario.

Cada asistente recibirá un viático diario y los gastos de transporte. Se pretende capacitar a 1.879 Juntas Administradoras existentes para un total de 5.637 personas adiestradas en 187 cursos. Para dar uniformidad a la capacitación se tiene preparado un Manual con las conferencias, clases, ejercicios, trabajos prácticos, y material educativo a emplearse.

Se realizó también un curso de capacitación para los 118 Promotores de Saneamiento Básico Rural en servicio, siendo sus objetivos:

- a) elevar la mística por el Programa;
- b) reafirmar la importancia de la participación de la comunidad;
- c) propiciar el intercambio de experiencias, las relaciones entre el grupo de Promotores, unificar y actualizar criterios, métodos y técnicas de promoción comunal.

Se impartió capacitación equivalente a un curso regular de tres meses de duración con 440 horas de capacitación, tiempo éste que se consideraba

aceptable para actualización de conocimientos en esta área. El Promotor de Saneamiento Básico Rural, antes de vincularse al Programa, recibe formación mínima de seis meses en una Escuela de Salud Pública, donde es adiestrado en los aspectos técnicos de la Ingeniería Sanitaria, en promoción y organización de la comunidad.

Como no era viable sacar del campo durante este tiempo a todos los Promotores, el curso se diseñó para ser ejecutado en cuatro sesiones a realizar durante tres años y medio. De ahí el nombre de "capacitación continuada" dado al proyecto.

Fue necesario regionalizar el país en tres grandes zonas. En cada una de ellas se escogió una sede a la que asistieron en promedio 38 Promotores. El lugar de concentración estuvo ubicado en el medio rural.

Cada año se celebra un seminario del personal directivo del Programa de los niveles central y regional, bajo la modalidad de reunión por zonas en los años pares y reunión nacional en los años impares.

Instrumentos destinados a apoyar los procesos educativos

Afiches

Un gran dibujo con poca o ninguna leyenda. Se supone que la sola visión del motivo transmite el mensaje.

Cartillas

Impreso con uno o dos dobleces y dibujos o fotografías en su interior, está dirigida a líderes y autoridades.

Folletos

Impreso por lo general de varias páginas. A diferencia de la cartilla, los folletos contienen gran cantidad de información dado que desarrollan mayor número de ideas. Está dirigido a público con nivel alto de instrucción.

Laminario

Colección de láminas ilustradas que desarrollan paulatinamente un tema.

Video cassette

Equipo tecnológico compuesto de una filmadora, un videomagnetófono y un receptor de T.V. Un video-cassette sobre la forma como se instala la

letrina, es más fructífero educativamente hablando que muchos sistemas de comunicación exclusivamente verbal.

Manuales de promoción comunitaria y educación en salud

Unidades móviles audiovisuales UMA

Vienen siendo empleadas en el Programa desde hace 15 años con resultados óptimos. En la actualidad se dispone de cuatro unidades.

Los principales equipos audiovisuales disponibles en la UMA son los siguientes:

- Proyector de cine de 16 m.m. para proyectar películas educativas y recreativas.
- Proyector de transparencias con grabadora de cassette incorporada, la cual permite la proyección de sonovisos.
- Grabadora profesional de cinta, la cual facilita difundir programas auditivos hasta de dos horas de duración, en forma de radio-novelas o de música popular intercalada con mensajes educativos.
- Complejo de sonido, compuesto por amplificador, micrófonos y cornetas.
- Planta generadora de corriente eléctrica a gasolina.

Unidad de educación

El programa de educación y capacitación lo desarrolla una unidad ejecutiva denominada Sección de Promoción Comunitaria, ubicada al mismo nivel de las unidades propias de ingeniería sanitaria, cuya dirección se ha encomendado a un Sociólogo, especializado en Desarrollo de Comunidad y Educación en Salud. El equipo de colaboración está conformado por un Sociólogo, un Educador en Salud, un Técnico en Comunicación Social, cuatro Promotores de Desarrollo de la Comunidad, cuatro Operadores de Unidades Móviles Audiovisuales, un Dibujante Publicitario y los 118 Promotores de Saneamiento Básico Rural ubicados en los organismos operacionales del nivel regional.

Evaluación de la eficacia de la educación para la participación de la comunidad

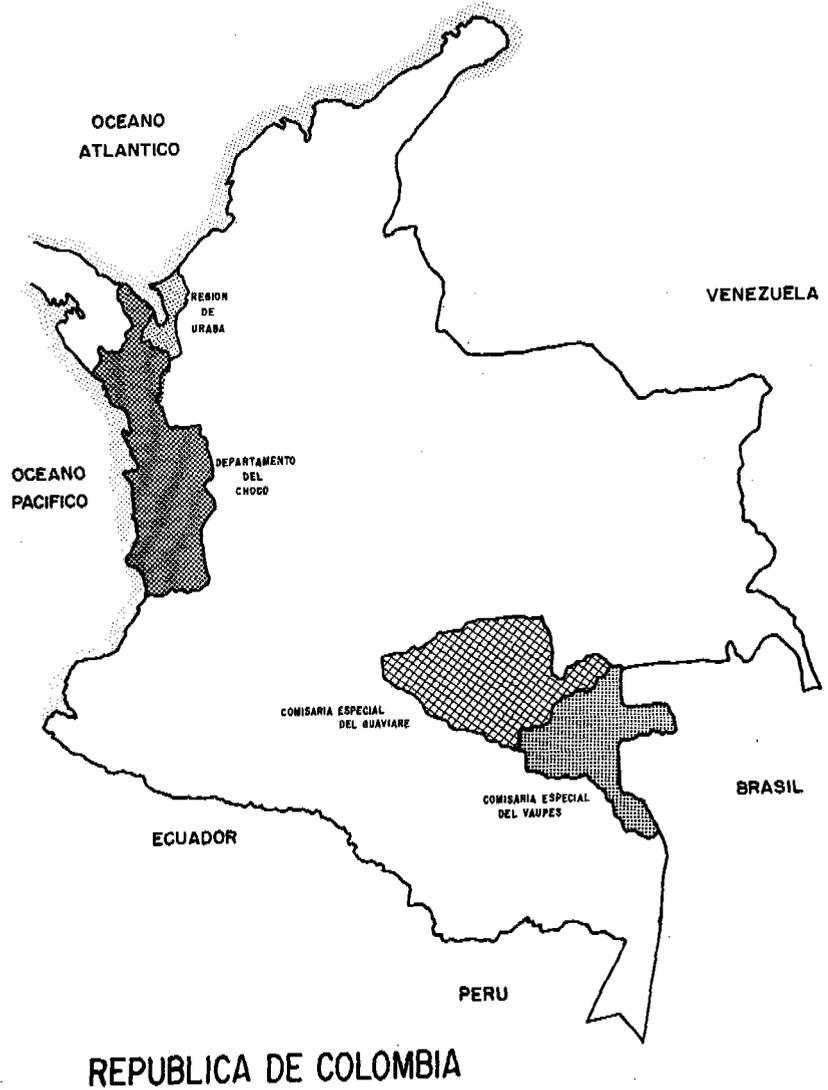
A manera de propuesta, producto de la experiencia en el Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Rural de Colombia, se suministran a continuación algunos indicadores, susceptibles de medición

cuantitativa, tendientes a precisar la eficacia de la estrategia educativa en un Programa de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (AAPYS).

1. Número de familias que participaron en el proyecto.
2. Monto de la participación económica de la comunidad en el proyecto.
3. Número de familias que utilizan el servicio.
4. Número de familias satisfechas con la calidad del servicio.
5. Número de familias sancionadas al año por infracciones al Reglamento del servicio (por desperdicio, por no controlar las fugas, etc.).
6. Número de cuotas de recuperación o de préstamos vencidas.
7. Número de familias con instalaciones intradomiciliarias (lavaplatos, ducha, inodoro, etc.).
8. Número de familias que están al día en el pago de las cuotas de sostenimiento del servicio.
9. Número de familias que asisten a las reuniones.
10. Número de familias con hábitos de higiene: aseo de la vivienda, baño diario, lavado de manos, disposición de las basuras, etc.
11. Número de familias que rehusan tomar agua tratada.
12. Número de días de suspensión del servicio al año.
13. Número de jornales voluntarios empleados al año en limpieza, protección de cuencas, reforestación y otras actividades de mantenimiento.
14. Monto per capita de los gastos de operación y mantenimiento.
15. Monto de la inversión local realizada en mantenimiento, reformas y ensanches.
16. Monto y características de las inversiones hechas para mejorar la calidad del agua.
17. Monto de las reservas para la administración y operación.

El indicador que mide el éxito de un Programa de AAPyS es el grado de funcionamiento que presenten las obras construídas. En el caso del Programa de Colombia, a 31 de diciembre de 1.981, del total de 1.785 acueductos construídas, sólo un 4.8% de estos se encontraban fuera de servicio por cumplimiento del período de diseño o por problemas técnicos insuperables. El Estado administrándolos por sí, no podría presentar un balance tan satisfactorio. Estado y comunidad en Colombia lo han hecho posible.

CONVENIO COLOMBO HOLANDES DE SALUD



3.6 EL DESAFIO DE LA EDUCACION EN SALUD

Experiencias Derivadas de un Proyecto de Atención Primaria entre los Gobiernos de Holanda y Colombia en algunas Comunidades Rurales
por Inés Durana, Hugo Agudelo, Francisco Burbano, Nhora Arce,
Luz Maria Valderrama y Gerado Pasos

Introduccion

El Proyecto de Atención Primaria del Convenio Colombo-Holandés se inició en 1979 con una fase de diagnóstico socio-cultural y epidemiológico de las áreas seleccionadas en Chocó, Urabá, Guaviare y Vaupés. La selección de estas áreas se hizo en base a las prioridades de marginalidad, aislamiento y dispersión, así como la oportunidad de involucrar en un proyecto de salud a poblaciones con características culturales diferentes: comunidades indígenas (Vaupés), negras (Chocó) y de colonos (Guaviare).

El proyecto se diseñó para trabajar simultáneamente a Nivel Local y operacional con los Servicios Seccionales de Salud y a Nivel Central con el Ministerio de Salud, lo que ha permitido la retroalimentación de políticas y normas con las experiencias de terreno.

Los primeros dos años (1980 - 1981) fue una fase de exploración y acercamiento a las comunidades con énfasis en la capacitación de equipos multidisciplinarios (personal que presta el servicio rural obligatorio) y de promotores de salud y de saneamiento, con el apoyo a la infraestructura y obras relacionadas con el medio ambiente.

En estos dos años (1982 - 1983), se está profundizando en los componentes de atención primaria, considerando la educación en salud a través de la participación de la comunidad, como un elemento prioritario para la futura continuidad y utilización racional del programa.

Dos aspectos de la interpretación de la atención primaria de salud se han puesto de relieve en el proyecto.

1. La introducción del elemento de Tecnología Apropriada haciendo énfasis en que éste concepto incluye la aceptación social de la solución.
2. Estudio de sistemas tradicionales o "informales" de salud de la comunidad e identificación de medios eficaces para su interacción con

los sistemas "formales", procurando llegar a modelos de participación real de las comunidades y aplicación de nuevos enfoques.

Salud y Educación son complementarios, ésta última puede servir de instrumento de iniciativa e innovación a través de intervenciones en el comportamiento humano. La educación en salud debe transformarse en una educación basada en la solución de problemas, detectados previamente en el conocimiento del medio a nivel de la comunidad y del individuo.

Enseñanza y aprendizaje en salud

El objetivo principal de un programa de educación en salud esta concentrado en el concepto de que la comunidad participa activamente en el componente educativo.

Una crítica a muchos programas de educación en salud es que se diseñan e introducen a las comunidades antes de establecer un diálogo con las mismas y estudiar su medio para detectar las condiciones y problemas que pueden solucionarse por medio de las acciones educativas. De lo anterior se establece que los contenidos, metodología y preparación de materiales, constituye una etapa posterior; es decir, educación en salud debería ser sinónimo de educación a partir de las realidades concretas vividas por la comunidad en relación con sus necesidades inmediatas y sus metas con sus conocimientos, actitudes y habilidades.

Sería equivocado suponer que las personas por vivir en un ambiente sencillo o pobre sean necesariamente menos perceptivas que aquellas cuyas vidas reciben abundantes estímulos ambientales.

Es lógico, pues, que en los programas de educación en salud para promotores de atención primaria pongamos énfasis en:

- Conocimientos y técnicas adecuadas.
- Habilidad social.
- Capacidad de pensamiento crítico para adquirir y usar las habilidades técnicas y sociales.
- Oportunidad de determinar y poner en práctica la línea de conducta, más apropiada en situaciones dadas.

Casos de estudio en agua y saneamiento

El Programa de Atención Primaria de Salud de Chocó ha desarrollado sistemas de abastos de aguas lluvias con tecnología apropiada en el Medio y Bajo Atrato, basados en la participación comunitaria, la educación en salud y el papel asignado a la promotora rural de salud.

Las etapas de desarrollo del programa fueron las siguientes:

1. Reconocimiento y acercamiento a la comunidad

Durante esta etapa el equipo de atención primaria de salud estableció los primeros contactos con los líderes y organizaciones existentes en las comunidades (curanderos, parteras, maestros) y se realizaron asambleas comunitarias, donde se discutió ampliamente la problemática que sobre salud y desarrollo tenían las diferentes comunidades.

2. Promoción y motivación de la comunidad

Se presenta el diagnóstico preliminar socio-económico y cultural en base a la información que ha sido suministrada por la comunidad y se le explica la importancia y los requisitos que debe reunir el Promotor rural de salud.

3. Selección de promotores

Se visitaron las comunidades en la fecha y hora señalada, se realizaron asambleas comunitarias, donde las comunidades presentaron sus candidatos a promotores y se procedió a realizar las pruebas de preselección y selección.

4. Dialogo y acuerdos

Se discutió ampliamente con las comunidades la importancia de la organización comunitaria, para poder analizar su participación en la planeación, ejecución, y evaluación de las acciones de salud, que se desarrollarán a través del Programa de Atención Primaria. Se discutió acerca de los comités de salud, objetivos, acciones que desarrollan, funciones de sus miembros y su papel ante los organismos de salud.

5. Organizativa

Se conformaron e instalaron los comités de salud en las áreas y se procedió a programar con éstos y con la comunidad las actividades que se iban a realizar. Fue así como se encontró que el problema que exigía una solución más urgente para las comunidades, era el tener una fuente de agua para consumo, distinta al río que era la única fuente de agua de que disponían. El Programa de Atención Primaria, entonces procedió a realizar el diseño de tipo técnico teniendo en cuenta las condiciones de la región y su disponibilidad financiera.

6. Programación

Una vez definido el diseño del Sistema de Abasto de Agua Lluvia, fue discutido con las comunidades y se programó las actividades a realizar y el material que deberían aportar para la construcción de los cobertizos y paliaderas.

7. Ejecución

Para la ejecución de la obra se definieron grupos de trabajo que fueron distribuidos por sectores, cada grupo fue responsable de la construcción de un cobertizo.

Una vez terminado el proyecto, los Comités de Salud son responsables de la operación, mantenimiento, ampliación y mejoras para su adecuado uso y conservación.

Con la entrega de la obra a la comunidad y delegada la responsabilidad a los Comités de Salud, el Servicio Seccional de Salud por medio de la División de Saneamiento, seguirá brindando orientación y asesoría en la organización y operación del sistema.

Papel de la promotora de salud

La promotora rural de salud juega un papel importante en todos los programas que se impulsan dentro de las comunidades, bien sea de salud, agrícolas, educativas, etc.

En el Programa de Abasto de Aguas de la zona del Medio y Bajo Atrato, su participación ha sido activa, desde la identificación del problema, hasta la evaluación de los resultados.

La capacitación que se hace a la Promotora esta relacionada con el cuidado primario de la salud, participación comunitaria y el sistema de informacion. De la buena capacitación que se haga a este recurso, va a depender la calidad de los servicios de cuidado primario que brindará la Promotora a su comunidad posteriormente. Cabe agregar que para la capacitación de Promotoras los contenidos, metodologías y preparación de materiales, se ha hecho a partir de las realidades concretas vividas por las comunidades, teniendo en cuenta las necesidades inmediatas de la misma, sin olvidar sus costumbres tradicionales, tabúes, su forma de expresión oral.

En la implementación del sistema, la promotora participó en la discusión del diseño e impulsó la aglutinación de la comunidad, realizando reuniones frecuentes para que se planearan los días que se dedicarían a la construcción de las paliaderas y cobertizos y se decidieran que tipos de materiales de la región se utilizarían.

Sistema de abasto de aguas lluvias en Choco

Con el Sistema de Abasto de Aguas Lluvias se dá una respuesta efectiva a una de las necesidades prioritarias como es el aprovisionamiento de agua buena y segura para el consumo.

La demanda mínima de agua que requieren las comunidades para satisfacer sus necesidades son:

	Lt/diario/por persona
- Para cocina	15
- Para aseo personal (sin baño)	<u>20</u>
- Total de litros diarios por persona	35.

Los parámetros con que se definió el sistema de Abasto de Agua Lluvia en Choco son:

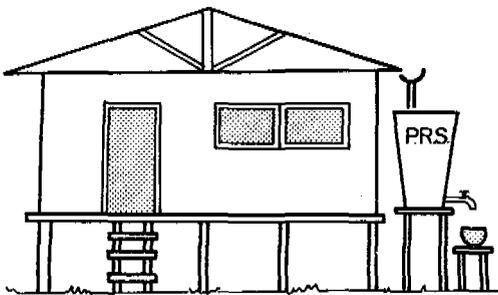
- Índice de pluviosidad anual	7000 mm
- Promedio mensual	584 mm
- Promedio de días lloviendo mensual	21 días.

El sistema consta de las siguientes partes:

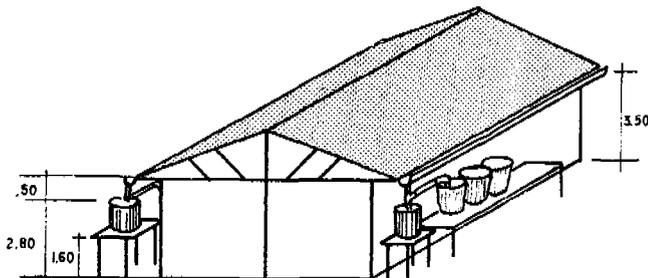
Area de Captación

Es el techo del cobertizo con una área de 80m^2 , para una batería de seis tanques para el Medio Atrato. En la zona del Bajo Atrato se está desarrollando la instalación individual de los tanques, utilizando los techos de zinc de las casas en buen estado con una área de 20m^2 .

Los cobertizos que se construyeron en las comunidades, son entregados a los Comités de Salud, para que ellos definan en qué los van a utilizar, en unas comunidades se harán escuelas, en otras depósitos de drogas, puestos de salud, etc.



Tanque individual



una Batería de tanques

Figura 7. Sistema de abasto de aguas lluvias

Almacenamiento

Se hace por medio de tanques de fibra de vidrio con capacidad de 1000 litros. Se escogieron estos tanques debido a las ventajas que presentan sobre los de asbesto-cemento (eternit), como: facilidad de transporte, livianos y fáciles de reparar.

Filtración

Las baterías de tanques tienen un sistema para desechar las primeras aguas lluvias y los sistemas individuales llevan un pequeño filtro a base de grava y arena.

Distribución

Se hace por medio de pilas públicas. Es de anotar que la vivienda más lejana a la fuente de Abasto de Agua queda a unos 100 metros. Por lo cual la Educación Sanitaria juega un papel importante, para que durante el acarreo del agua ésta no se contamine.

Sanearamiento basico en zonas rurales dispersas

En la Comisaría del Guaviare, los problemas principales a los que se está haciendo frente en el proyecto están relacionados con la dispersión extrema de la población. Es una zona de colonización, donde las familias llegan de las diferentes regiones del país y se ubican en sitios donde cada familia selecciona un mínimo de 50 hectáreas.

Uno de los problemas mayores es el de vivienda: un sólo espacio se utiliza para todo el grupo familiar, y generalmente se comparte con animales domésticos. Los materiales usados favorecen la transmisión de enfermedades (albergan insectos).

También hay falta de servicios sanitarios y agua potable. El trabajo del proyecto ha enfrentado estos problemas por medio de:

- a) educación sanitaria,
- b) instalación de tazas sanitarias,
- c) instalación de un sistema manual de potabilización con cloro, y
- d) mejoramiento de vivienda.

El trabajo básico se empezó en las escuelas. El sistema manual de potabilización se instaló inicialmente en las escuelas. El trabajo con los niños se hizo con material audiovisual y mostrándoles el proceso que se sigue para potabilizar el agua, que deben continuar utilizando bajo la supervisión del promotor o del profesor quien recibe una preparación adecuada. El cloro introducido en el agua produce cambios de sabor, que requieren que el niño tenga un proceso de adaptación de su paladar.

En una de las reuniones bimensuales que se hacen en la escuela de cada vereda, se trabaja con los padres y se seleccionan los que están interesados en instalar el servicio sanitario, la ubicación de este servicio se decide conjuntamente entre la familia y el promotor.

Estas reuniones son aprovechadas para introducir las bases que adecúan el programa de potabilización manual de agua y mejoramiento de vivienda, utilizando el sistema más económico y adecuado que se encontró para la zona, como es el mejoramiento con el bloque Cinva-rram, aspecto éste que necesita de un cursillo teórico-práctico de tres horas. Estos bloques se hacen con una mezcla de cemento y tierra.

Para el sistema de la potabilización, se desarrolla el mismo proceso y a las familias seleccionadas se les hace una visita, donde nuevamente se les explica la importancia de usar el agua potable y se ubica el mejor sitio para tomar como fuente de abasto de agua para su familia, a cada familia se asigna a precio de costo un tanque y los elementos necesarios, tanto en el aspecto material como educativo para que el sistema funcione correctamente.

Las coberturas aquí logradas son relativamente bajas, pero eficientes para aplicar en las zonas rurales dispersas.



La comunidad se dirige a una asamblea general

4. EXPERIENCIAS CON EL PROYECTO DE FILTRACION LENTA EN COLOMBIA

por Guillermo Espitia y Bernardo Ortega

En el año de 1978 se seleccionaron las localidades de Alto de los Idolos en el departamento del Huila y Puerto Asis en la Intendencia del Putumayo para la construcción de filtros lentos con propósitos de investigación y demostración de los mismos.

A continuación nos referiremos a las realizaciones y observaciones encontradas en cada uno de los dos proyectos:

4.1 ALTO DE LOS IDOLOS

Aspectos técnicos

La fase II comprendía la construcción y el seguimiento de 2 filtros cuadrados de 6.30 mtrs. de lado en concreto reforzado. El filtro consiste de una sistema de drenaje de 6 tuberías perforadas de asbesto cemento (\emptyset 150 mm.), una capa de soporte de gravilla de 30 cms., una capa de material filtrante de arena de 60 cms. y una capa sobrenadante de agua de 50 cms., con una altura total interior de 200 cms.

En un comienzo los dos filtros trabajaron con flujo ascendente y en esta etapa se observó que el funcionamiento de los filtros no era satisfactorio por causa de las siguientes razones:

- La capa de arena muy delgada (60 cms.).
- El sentido del flujo.
- El entrada de polvo y hojas a la superficie a causa del fuerte viento porque los filtros no eran cubiertos.

Teniendo en cuenta lo anterior se decidió modificar uno de los filtros. En este filtro se invirtió el sentido del flujo (descendente) y aumentó la capa de arena en 30 centímetros.

El cuadro siguiente demuestra por si solo la ventaja del filtro descendente con respecto al filtro ascendente, el cual ahora presenta mayores problemas en su funcionamiento debido a que no distribuye el flujo uniformemente y al lavarlo tiene el inconveniente de que la capa del fondo se colmata lo que ha reducido su capacidad de filtración.

Cuadro 7. Análisis del agua del filtro ascendente y descendente

Tipo de análisis	Entrada Filtros	Salida	
		Filtro ascendente	Filtro descendente
Turbiedad	5	5	1
Color	8	10	1
Hierro	0.31	0.21	0.26
Bacteriológico (recuento total de placa)	633	100	0

En la etapa de construcción se encontraron los siguientes problemas:

- Las grandes distancias para la consecución de materiales tales como arena, triturado, cemento y sobretodo el medio filtrante que se transportó 370 kms.
- El relativo corto tiempo para lograr transportar el material y realizar la obra, por lo prolongado del periodo de lluvias - Aproximadamente 9 meses al año - A ello se agrega el mal estado de las vías secundarias.

Cuadro 8. La financiación de las obras de Alto de los Idolos

Clase de Obra	Financiación (en miles de \$ col)	Contribución de la comunidad %
Acueducto	2.716	26
Filtros lentos	1.182	29
Ampliación Escuela	400	42.5
Unidad Sanitaria Escolar	600	16.6
Reforestación cuenca	51	100
Casa Junta Administra- dora del Sistema de Acueducto	82	100
TOTAL	5.021	29

Costo de las obras

Con el objeto de apreciar la participación comunitaria en la solución de los problemas de esa región, participación que ha sido generada a raíz del trabajo de promoción a la comunidad para iniciar el programa de saneamiento básico rural, nos permitimos relacionar las obras construídas y en construcción en Alto de los Idolos.

El aporte de la comunidad sobre el costo global de cada una de las obras mencionadas oscila entre el 16.6% en la Unidad Sanitaria Escolar hasta el 100% en el programa de reforestación y Casa Junta Administradora del Acueducto, con un promedio de 29% en las 7 obras discriminadas en el cuadro.

Estudio sobre implicaciones en Salud

Gracias a la colaboración del Servicio de Salud del Huila se efectuó una investigación de las condiciones de salud relacionadas con el agua en la población beneficiada con la planta de tratamiento, tomando muestras antes y después de la puesta en marcha de la planta, con los siguientes resultados:

Cuadro 9. La investigación de las condiciones de salud.

Situación	Total person. con parásit.	Personas infectadas según diferentes tip. parást.						
		Protozoos					Helmintos	
		E. His tolica	E. Coli	Giardia Lamb.	Tricho monas	As caris	Trico céfal.	Unci- narias
Antes de trata- miento Sp-Oc 79	393(1)	256	216	81	2	286	231	44
Después de trata- miento My-Jn 80	115(2)	74	60	37	-	21	15	2

Al cuadro 9 se hacen las siguientes aclaraciones:

1. El total de personas que fueron examinadas antes del tratamiento del agua fue de 400, es decir que únicamente el 1.8% no tenían parásitos.
2. Para el segundo muestreo únicamente se tuvieron en cuenta las 180 per-

sonas que aceptaron y se hicieron el tratamiento anti-parasitario obteniendo el 36% de personas no parasitadas en esa muestra (65 personas). Si a las 7 personas que no tenían parásitos en el primer muestreo le sumamos las 65 personas que resultaron sin parásitos en el segundo muestreo, obtenemos que el 18% se encontraban sin parásitos teniendo en cuenta las 400 personas del primer muestreo.

4.2 PUERTO ASIS

A solicitud de las autoridades locales e intermedias, el INS se hizo cargo de la construcción del acueducto de Puerto Asís a partir de 1979 a pesar de que el Programa de Saneamiento Básico Rural se ejecuta solamente en localidades hasta de 2.500 habitantes. Esta excepción se hizo teniendo en cuenta los grandes inconvenientes de carácter técnico que esa localidad de 11.244 habitantes había tenido con dos proyectos para el suministro de agua en épocas anteriores y que varias comunidades pequeñas de ese municipio ya contaban con su sistema de acueducto desde hace varios años y continuaba aún sin solucionar el problema de la localidad más importante de esa región.

El sistema construido cuenta con 1.719 conexiones domiciliarias con medidores. El agua se capta de la quebrada Agua Negra, tributaria del río Putamayo de donde es bombeada a la planta de tratamiento ubicada en un lugar donde no hay posibilidad de inundaciones, e incluye un aireador, 2 tanques sedimentadores, 3 filtros lentos, y la estación de bombeo a la red de distribución a la cual se conectó el tanque elevado existente construido en un proyecto anterior pero que no tiene la capacidad suficiente para un servicio continuo, por no disponer de los fondos para la construcción del tanque de almacenamiento con la capacidad adecuada y especificaciones del nuevo diseño.

Con el objeto de investigar el número y capacidad de los tanques de almacenamiento existentes en cada vivienda se realizó una encuesta que dió como resultado que el 85% de las edificaciones cuentan con tanque privado para recolección de aguas lluvias o almacenar el agua vendida a domicilio y transportada en carretas.

En la misma encuesta se investigó el tipo de construcción y el área de cada edificación con el objeto de clasificar en cuatro categorías para el estudio de la cuota familiar diferencial y el valor de la matrícula. Esta cuota familiar básica que tiene derecho a 12 metros cúbicos mensuales oscila entre \$130,00 y \$280,00, se incrementan en un 30 por ciento para las de tipo comercial a industrial y se cobra \$25,00 por metro cúbico de consumo mensual adicional en todas las categorías. Es conveniente anotar que los vendedores de agua cobran \$100,00 por la caneca de agua de 200 litros.

Como resultado de la encuesta se encontró que el 46% de las edificaciones están en la categoría correspondiente a la cuota familiar mínima y un 13% en la máxima.

Las cuotas familiares han sido aceptadas por la comunidad y al organizarse la nueva empresa se dará empleo permanente a nueve personas para administración, operación y mantenimiento del sistema.

Observaciones en la etapa de construcción

Uno de los principales problemas fué la construcción de la bocatoma que por lo débil del terreno (según estudios de suelos realizados por una firma de Bogotá) necesitaba 27 pilotes de 6 metros de largo y 0.25 de diametro para soportar la estructura de concreto. Esto demoró su construcción por la gran dificultad de conseguir el martillo para el pilotaje.

La escogencia de la arena para el medio filtrante se hizo tomando muestras de cuatro sitios diferentes y haciendo analizar su granulometría y contenido de materia orgánica en el Instituto de Fomento Minero en Pasto, siendo la más adecuada la del río Putumayo a 2 kilómetros del sitio de la obra, pero hubo que tamizarla para sacarle material grueso y además se lavó en canoas antes de colocarla en el filtro. Esta fue una labor que demandó mucho tiempo por el tamaño de las unidades (405 M³). Lo mismo aconteció con las tres capas de grava de material de soporte. La velocidad de filtración en el momento es de 0.2m/hora.

Modo de operación

Hasta el momento los filtros son operados por un fontanero escogido del

personal que trabajó en la construcción de este sistema. Tiene la vivienda junto a la planta para que este permanentemente revisando su funcionamiento. Su sueldo es de \$6.000. mensuales sin incluir la vivienda y servicios de energía y agua.

El principal problema que hemos encontrado en el funcionamiento de estos filtros es la pronta colmatación debido a la alta turbidez del agua durante varios días en épocas de invierno.

Desde que se inició el funcionamiento de los filtros cada uno ha sido raspado 13 veces con una frecuencia promedio de 21 días es decir cada tres semanas.

4.3 EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE "EL JUNCAL"

En el año de 1.973 se inició la construcción de los filtros lentos de arena en la inspección del Juncal, municipio de Palermo con la participación activa de la comunidad la cual constaba en ése momento de unas 115 familias. Es de anotar que la comunidad se abastecía de agua para sus necesidades de los canales de riego que pasan cerca del caserío cuando éstos estan en uso, o de la laguna la cual dista un (1) km de la localidad. Los materiales de río se consiguieron en la vereda y los usuarios colaboraron en el cargue y descargue de los mismos en los diferentes sitios que se localizaron.

Para la organización de los trabajos no especializados en los cuales colaboraba la comunidad, no hubo demasiados problemas ya que existía una organización llamada Usuarios Campesinos de la cual eran miembros todos los usuarios del acueducto lo cual facilitó la organización de los mismos. Cada futuro beneficiario debía de aportar durante la construcción un jornal semanal para poder tener derecho al servicio de agua, ésta colaboración era constatada por un funcionario del Instituto, y un fiscal de la comunidad. Cuando se requerian trabajos especiales en los cuales se necesitaba una participación más numerosa de la comunidad se convocaban mingas o convites generales en las cuales colaboraban con bastante entusiasmo los usuarios. Cuando existía algún problema tal como la participación en los trabajos no especializados de la comunidad se realizaban asambleas con la colaboración de todos sus miembros los cuales ayudaban a dar las fórmulas de solución para los mismos.

En la vereda también existía una organización llamada Junta de Acción Comunal la cual era la base en la organización de los trabajos comunitarios siendo una ayuda muy valiosa para la construcción del acueducto.

Después de un año aproximado de trabajo se concluyó la construcción de los filtros lentos y la caseta de cloración y se entregó al servicio de la comunidad, inicialmente el bombeo se hizo con una bomba accionada por motor diesel el cual fué reemplazada por un motor eléctrico, con la participación de la comunidad y el Instituto.

Así mismo se realizó la construcción de una unidad sanitaria para la escuela de la localidad con participación de la comunidad la cual vino a solucionar el problema sanitario que existía en la misma.

Se han hecho algunos trabajos de remodelación en la caseta de bombeo y la red de distribución con aportas tanto de la comunidad como del Instituto.

Cuando se efectuó la entrega del acueducto la cuota familiar era de \$40, pero debido al costo de la energía y al pago del fontanero de tiempo completo para el manejo del acueducto se ha ido modificando la Cuota Familiar en Asambleas Generales y en la actualidad está en la suma de \$200.00. mensuales por usuario.

Problemas Actuales:

- Gran cantidad de algas en la Laguna y producción de gases en el pozo de succión pero estas algas no se presentan en el Filtro.
- Dificultad para la consecución de hipoclorito.
- En los veranos intensos, los vientos arrastran bastante polvo que se deposita en los filtros.
- Aumento constante de la tarifa de Electricidad originando una permanente alza en el valor de la cuota familiar.
- Por la interferencia en la buena operación del filtro por el sistema de bombeo intermitente, el agua filtrada no es de muy buena calidad, asegurando su potabilidad con la cloración.

ANEXO LISTA DE PARTICIPANTES

NOMBRE	ENTIDAD	DIRECCION
Jorge Reguerin Rivera	Ministerio de Planeamiento	La Paz, Bolivia Avda. Ejército no. 41
Jorge F. Ortega Tavera	Ministerio de Salud Pública y Previsión Social	La Paz, Bolivia Plaza de Estudiante
Gualberto Vimos Rodriguez	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias	Quito-Lérida, Ecuador - Toledo 684
Galo Hernan Guasapaz	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias	Quito, Ecuador - Toledo 684
David Cook	National Water Commission	Kingston 12, Jamaica 4 Mar-Escaus Rd.
Ian Gage	National Water Commission	Kingston 10, Jamaica - C.P. 247
Humberto Amado Jaen Florez	Ministerio de Salud	Santiago, Panamá - Avda. Perú
Javier Dario Amaya	Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales	Panama Ciudad, Panamá Apartado 6-3337
Percy Soto Prentice	Ministerio de Salud	Lima, Perú - Avda. Salaverry 1238 Jesus Maria Lima
Diógenes Vargas	Instituto Nal de Aguas Potables y Alcantarillados - INAPA	Puerto Plata - Rep. Dominicana Nuñez de Cáceres Edif. E. Millon
Hector Bienvenido Charles Santana	Instituto Nal de Aguas Potables y Alcantarillados - INAPA	Santo Domingo, Rep. Dominicana Nuñez de Cáceres Esquina Presa de Tavares URB, Millon
Maria Angelica Loreto Alzuru	Ministerio de Sanidad y Asistencia Social	Centro Simon Bolivar - Torre Sur 3 Piso Proyectos El Silencio - Caracas, Venezuela
Alastair White	CIR - Holanda	P.O. Box 5500, Rijswijk, Holanda
Jan Teun Visscher	CIR	P.O. Box 5500, Rijswijk, Holanda
Roger Augusto Gamboa	Asesor OP5 - OMS	Bogotá, Colombia - Calle 16 No. 7-39
Julio Burbano Diago	Director Ejecutivo ACODAL/AIDIS	Bogotá - Calle 22C No. 40-99 Of. 714 B
Carlos Muñoz Bohorquez	PLANAL - DRI - PAN	Bogotá - Cra. 10 No. 27-27 Piso 11
Ines Durana S.	Convenio Colombo Holandes	Bogotá - Calle 67 No. 9-20
Luz Maria Valderrama	Convenio Colombo-Holandés	Quibdó - Cra. 2 No. 24A-51
Francisco Antonio Burbano Marin	Convenio Colombo-Holandés UDAINCO - UNICEF	Bogotá - Calle 67 No. 9-20
Gerardo Pasos Zúñiga	Convenio Colombo-Holandés	Quibdó - A.A. No. 182
Antonio Santos Santiz	INSFOPAL	Bogotá - Cra. 73A No. 68
Tulio Cesar Gutierrez C.	INSFOPAL	Bogotá - CAN Bloque 2 Oficina 530
Isabel Cristina Angel Perea	INSFOPAL	Bogotá - CAN Bloque 2 Oficina 530
Miguel A. Lemus Mangones	PAN - DRI - Neiva	Neiva - Edif. Caja Agraria No. 607

NOMBRE	ENTIDAD	DIRECCION
Marino Mena Mena	Univ. Tecnológica del Chocó	Quibdó - Univ. Tecnológica
Joaquín Enrique Mosquera B.	Servisalud - Huila	Neiva - Banco cafetero of. No. 503
Nohora Arce Quejada	Servisalud - Chocó	Quibdó - Calle 31 No. 4-34
Ramon Duque Muñoz	Universidad del Valle	Cali - Ciudad Universitaria
Gerardo Galvis Castaño	Universidad del Valle	Cali - Ciudad Universitaria
Rafael G. Beltran P.	Universidad de Los Andes	Bogotá - Cra. 1E No. 18A-10
Jorge Enrique Arce Tovar	Comité de Cafeteros	Neiva - Calle 4 No. 5-90
Oscar Juliao Ruiz	INS Instituto Nacional de Salud	Bogotá - Avda. El Dorado Cr. 50
Jorge Jacome Sagra	INS Jefe Division Saneamiento Basico Rural	Bogotá - Avda. El Dorado Cr. 50
José Ricardo Cabrera T.	EMPOHUILA	Calle 9 No. 6-98
Hugo García Toro	INS Instituto Nacional de Salud	Bogotá - Avd. El Dorado Cra. 50
Orlando Lopez Orozco	INS Instituto Nacional de Salud	Bogotá - Avda. El Dorado Cra. 50
Humberto Buitrago Fandiño	INS - Bogotá	Bogotá - Avda. El Dorado Cra. 50
Jorge Millan Pinzon	INS - Bogotá	Bogotá - Avda. El Dorado Cra. 50
Julian M.F. Gongora Sierra	INS Instituto Nacional de Salud	Bogotá - Avda. El Dorado Cra. 50
Abel Rodríguez M.	INS Instituto Nacional de Salud	Bogotá - Avda. El Dorado Cra. 50
Alberto Jaramillo Sanchez	INS Instituto Nacional de Salud	Bogotá - Avda. El Dorado Cra. 50
Ivan Alfonso Ferro Betancourt	INS - Cundinamarca	Bogotá - Cra. 15 No. 58-59
Guillermo Lozano Bravo	INS Instituto Nacional de Salud	Bucaramanga - Calle 51 No. 31-120
Gonzalo Hernandez Leal	INS - Meta	Villavicencio - Calle 37 No. 41-42
Jorge Enrique Florez M.	INS Instituto Nacional de Salud	Florencia - Calle 18 No. 8-10
Olay Alvarez Acosta	INS Instituto Nacional de Salud	Pasto - Cra. 30A No. 11A-20
Bernardo Ortega Gómez	INS Instituto Nacional de Salud	Mocoa - Putumayo
José Medardo Burbano P.	INS Instituto Nacional de Salud	Mocoa - Putumayo
Guillermo Espitia G.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Henry Castro G.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Alvaro Betancourt B.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Luis G. Buriticá O.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Luis A. Mendez V.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Francisco A. Gonzalez M.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Jesus A. Pantoja Y.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Hernando Polanía P.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Augusto Silva Ch.	INS Instituto Nacional de Salud	Neiva - A.A. No. 360
Mario Santacruz Ch.	INS Instituto Nacional de Salud	Pasto - A.A. No. 599