

## **PARTICIPACIÓN COMUNITARIA: UNA ESTRATEGIA PARA LOGRAR AGUA DE BAJO RIESGO MICROBIOLÓGICO Y UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA**

**Edgar Quiroga R.<sup>1</sup>; Mariela García V.<sup>2</sup>; Yezid Solarte<sup>3</sup>**

Instituto Cinara-Universidad del Valle  
Cali-Colombia

### **RESUMEN**

El presente documento discute acerca de los problemas que enfrentan los habitantes de las zonas rurales y pequeños municipios para alcanzar y sostener la adecuada prestación de los servicios de suministro de agua. El problema central está básicamente asociado al enfoque de la oferta utilizado en el sector, donde a las comunidades sólo se les ha vinculado en la fase de construcción de las obras. Diversas experiencias y lecciones se han derivado de la estrategia de proyectos de aprendizaje en equipo donde este enfoque ha sido modificado. La activa y decisoria participación comunitaria en todas las fases del ciclo de los proyectos, con un apoyo institucional continuo, ha permitido el funcionamiento y uso sostenible de los sistemas de abastecimiento de agua, y en particular que una alternativa tecnológica como la filtración en múltiples etapas, FIME, cumpla con su objetivo de producir agua con un bajo riesgo microbiológico lo que posibilita la aplicación de una desinfección efectiva.

### **1. Introducción**

En Colombia, como en la mayoría de los países de América Latina, los principales problemas en cuanto a la adecuada prestación de los servicios de agua potable y saneamiento se concentran en los pequeños municipios y el sector rural. Con el proceso de descentralización, que colocó en manos del nivel local la responsabilidad de la prestación de estos servicios, se esperaba que esta situación mejorara. Sin embargo, después de varios años de su aplicación, diversas experiencias muestran que la situación continúa presentando limitaciones y deficiencias que afectan no solo la sostenibilidad de las inversiones e

---

<sup>1</sup> Ingeniero Sanitario. MSc.

<sup>2</sup> Socióloga.

<sup>3</sup> Biólogo.

intervenciones realizadas, sino que colocan en riesgo la salud de las comunidades debido a la pobre calidad microbiológica del agua suministrada. Múltiples ejemplos de la zona andina ilustran estas situaciones:

**En Ecuador:** Una evaluación participativa realizada en 40 sistemas de abastecimiento de agua ubicados en la zona rural de 8 provincias, mostró que 17 sistemas contaban con plantas de tratamiento, todas con algún problema de operación y mantenimiento. Además las barreras de tratamiento no guardaban armonía con el riesgo sanitario existente en las microcuencas. En 30 de los sistemas existía infraestructura de desinfección, pero en 21 (70%) no estaba funcionando (Visscher et al. 1996).

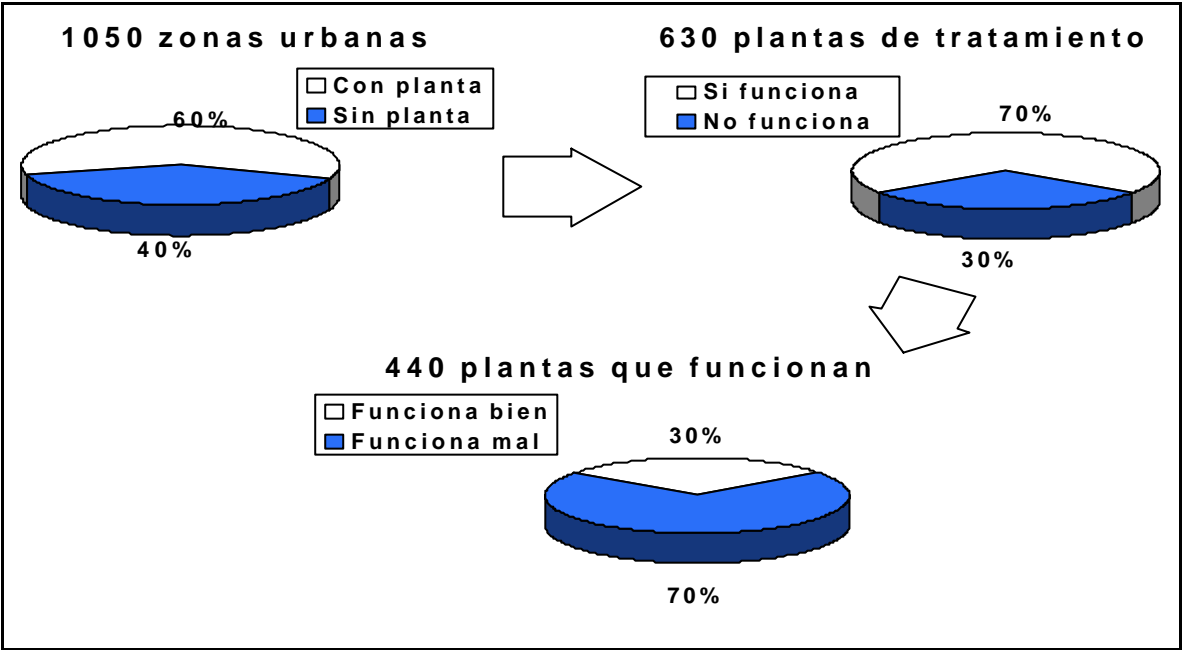
En la provincia del Azuay, al sur del país, Ordoñez (1992) señala que de la evaluación de pequeñas plantas potabilizadoras, el proceso más deficiente en su diseño, implementación, operación, mantenimiento y continuidad era la desinfección. En todos los sistemas evaluados fue cuestionado tanto el punto de aplicación del desinfectante como los tiempos de contacto, así mismo las dosis aplicadas con relación a la demanda fueron generalmente fijadas por el operador, sin ningún tipo de control, sin considerar tanto las variaciones de caudal como de calidad del agua afluente al sistema.

**En Bolivia:** Una evaluación participativa de 15 sistemas de agua rurales ubicados en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba y La Paz, encontró que sólo 3 localidades (20%) tenían un sistema de tratamiento; en 10 se carecía de un sistema de desinfección, en 4 existía la infraestructura pero funcionaba inadecuadamente y en uno solo se garantizaba su funcionamiento y la desinfección efectiva (Quiroga et al. 1997).

En el Taller de Tecnologías Alternativas para Desinfección realizado en 1997 en la ciudad de Cochabamba, Coronado y Menda (1997) reportaban que la imposibilidad de clorar el agua sin evitar la pérdida de desinfectante y el uso de mano de obra calificada, se debían a deficiencias en aspectos técnicos y de operación y mantenimiento de las tecnologías. Así mismo se mencionó la dificultad en la utilización de equipos de cloración de tecnología importada, por los elevados costos y por no ser adecuados a las condiciones y capacidades de las comunidades.

**En Perú:** De una evaluación de pequeños sistemas de potabilización, Lloyd y Helmer (1991) reportaban que el 100% no suministraban agua acorde con las guías de la OMS. De otra parte, el abandono de las prácticas de cloración, por los temores que generó la formación de subproductos de la desinfección, ha sido reconocido como uno de los factores que mayor incidencia tuvo en la pandemia del cólera. Ante estas circunstancias la OPS ha recomendado que bajo ninguna circunstancia se abandone la práctica de la desinfección (Otterstetter y Craun, 1997).

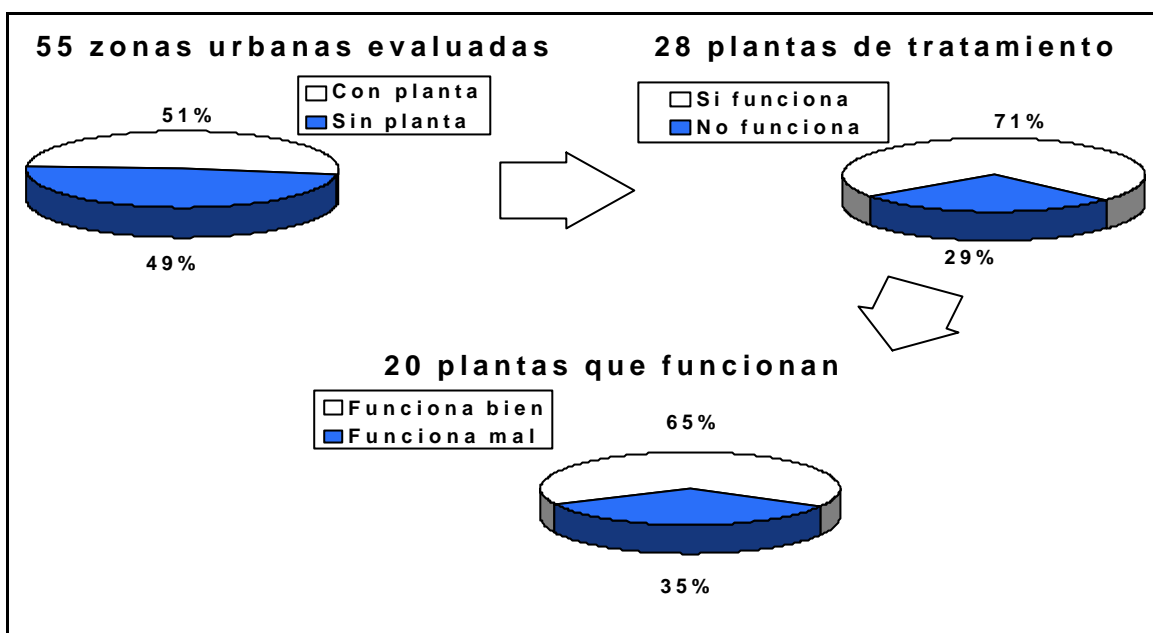
**En Colombia:** Según el Ministerio de Salud (1992), sólo el 62% de los habitantes de la zona urbana y el 10% de la zona rural recibían agua apta para el consumo. Esta situación era el reflejo de las condiciones de la infraestructura existente para la potabilización del agua. Acorde con información de los Ministerios de Salud y de Desarrollo, de 1.050 municipios con información, sólo 630 (60%) contaban con planta de tratamiento. De las 630 plantas, 440 (70%) estaban funcionando, y de éstas, únicamente 130 (correspondientes a ciudades grandes e intermedias), se encontraban operando bien (figura 1).



Fuente: Ministerio de Desarrollo, Cinara (1998)

**Figura 1. Sostenibilidad del tratamiento de agua en Colombia**

La situación nacional presentaba una clara correlación al nivel departamental. En Boyacá, la Secretaría de Salud departamental reportaba en 1997 que de un estudio de 55 municipios (sobre un total de 124), donde existían 28 plantas de tratamiento en la zona urbana, sólo funcionaban 20 y de estas sólo 12 lo hacían en forma adecuada (figura 2).



Fuente: Secretaría de Salud de Boyacá (1997)

**Figura 2. Sostenibilidad del tratamiento de agua en el departamento de Boyacá**

Con base en datos de investigaciones de OPS/OMS realizadas entre los años 1982 a 1995, así como de una valoración efectuada en 1997, en 20 países de América Latina y el Caribe, Reiff (1998) señala que la situación en cuanto al suministro de agua confiablemente desinfectada ha mejorado en el nivel de las grandes ciudades. Sin embargo, es evidente que en las zonas rurales los problemas con la desinfección continúan siendo críticos debido a una serie de factores, de los cuales destaca tres:

- Insuficiente motivación y compromiso de las comunidades para sostener una desinfección continua y confiable.
- Inadecuado entendimiento y apreciación de las razones porque la desinfección del agua es importante.
- Baja prioridad para la financiación de la desinfección.

Aunque estos factores son importantes e inciden en la situación, es claro que ellos se derivan de causas más de fondo, las cuales están asociadas a los enfoques que se han utilizado en el Sector, donde las acciones básicamente se han focalizado alrededor de las obras sin considerar la necesidad de promover proyectos integrales centrados en las personas y no en las cosas.

## **2. Enfoques de la participación comunitaria en el Sector**

En el Sector ha predominado un enfoque tecnicista y de oferta donde la participación de la comunidad se ha centrado básicamente en buscar su contribución con mano de obra y materiales para abaratar costos en la construcción o cubrir falta de recursos. Uno de los criterios que sustenta este enfoque parte de asumir que las personas se sienten dueñas de aquello que han construido. No obstante, es muy común encontrar en las comunidades que una vez terminada la ejecución de las obras el entusiasmo decae, porque según Abbot (1996), cuando el problema se considera solucionado cesa el conflicto que unió los diferentes agentes y disminuye también el interés de los usuarios del proyecto.

La participación comunitaria se ha enfocado igualmente a lograr la financiación de los costos de operación y mantenimiento, por lo que se promueve centrar la actividad de las juntas administradoras en la recolección de las tarifas para sostener el funcionamiento del sistema. Por esta razón las instituciones se preocupan en garantizar la existencia de una organización comunitaria que, una vez terminada la construcción de las obras, se encargue de administrar el sistema, sin preocuparse por su representatividad, forma de constitución o su funcionamiento como una empresa que logre sostener la prestación del servicio con criterios de calidad y eficiencia económica y ambiental.

En muchos casos no se llega ni siquiera a tener alguna de estas concepciones, pues se asume que existe participación cuando se realiza una visita inicial de información sobre la ejecución de un proyecto que ha sido generado por la oferta de las instituciones. Así, de manera externa y unilateral se ha decidido la alternativa tecnológica y la opción del nivel de servicio a suministrar, sin que las comunidades tuvieran la posibilidad de elegir con base en una información clara y precisa acerca de las responsabilidades y costos que debían asumir para lograr operar, mantener y administrar adecuadamente la infraestructura construida. Por lo tanto, la comunidad concibe la responsabilidad del proyecto como exclusiva de las instituciones antes, durante y después de realizadas las obras. No hay un proceso de trabajo participativo que consolide el sentido de apropiación y que permita afianzar en las comunidades los conocimientos, las destrezas y habilidades necesarias para administrar sus sistemas con criterios de sostenibilidad.

Ordoñez (1992) señala por ejemplo, que en el Ecuador, en las etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento de pequeños sistemas de abastecimiento de agua, el procedimiento usual ha sido el siguiente:

- Los estudios y diseños son ejecutados por las instituciones en sus departamentos técnicos o por contrato con la consultoría privada.
- La comunidad beneficiada colabora con la mano de obra no especializada, mediante el sistema de las "mingas" realizadas los días sábados, domingos y feriados.

- Las instituciones realizan la dirección técnica, la provisión de materiales y la mano de obra calificada. Las relaciones estrechas entre la comunidad y los entes ejecutores termina prácticamente el día en que el sistema es inaugurado y entregado a la comunidad.

“El sistema indicado, totalmente plausible en su intención, en la práctica debido a múltiples razones no ha dado resultados satisfactorios, produciéndose hechos negativos que redundan en forma directa en la calidad del agua distribuida”.

### **3. Participación comunitaria en un nuevo ciclo de los proyectos**

Considerando los principios de Dublín (1992)<sup>4</sup>, se ha venido promoviendo el concepto del enfoque basado en la demanda, el cual según Khan y Wakeman (1998) es entendido como “dejar que las necesidades de la comunidad y su disposición a pagar determinen las principales decisiones en materia de inversión, porque un sistema sólo será sostenible si la comunidad lo necesita tanto como para hacerse cargo de su mantenimiento. Un proyecto está más o menos basado en la demanda en la medida en que los usuarios proponen opciones y comprometen recursos para financiarlas”.

Con el enfoque de la demanda, la tecnología y el nivel de servicio deben ser seleccionados por las comunidades. Ello implica que los conocimientos de los usuarios acerca de las características geográficas y de los recursos hídricos de su región, sumados con la información que las instituciones les suministren de las diferentes alternativas tecnológicas existentes con sus respectivos costos implícitos, incluso los ambientales, debe facilitar la toma de decisiones sobre la opción que más corresponda con la capacidad local de gestión y administración de los sistemas y de su disponibilidad a pagar por la prestación del servicio.

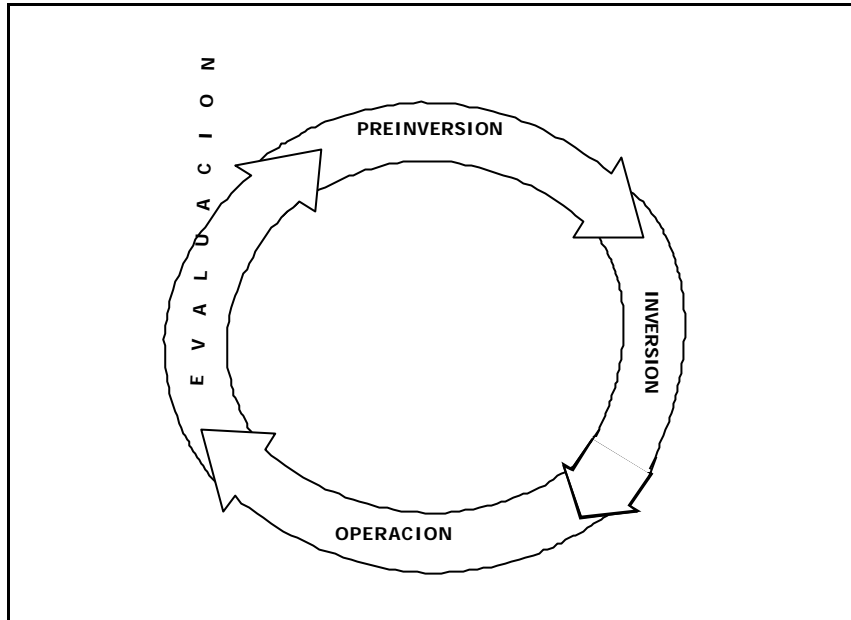
Este enfoque implica cambiar el centro de la toma de decisiones de los niveles institucionales a los niveles comunitarios. Por tanto para materializar y adaptar efectivamente el enfoque basado en la demanda, es necesario reconsiderar la manera como se ha concebido el ciclo de los proyectos en el Sector y como se posibilita la participación comunitaria activa y decisoria en cada una de sus diversas fases, en un proceso de concertación con las instituciones.

En Colombia, como se presenta en la figura 3, tradicionalmente las instituciones del sector han manejado un ciclo de los proyectos, en el cual existe un punto final asociado a la terminación de las obras y su entrega a las comunidades para que se encarguen de mantenerlo en funcionamiento, buscando el cumplimiento básicamente de las metas institucionales. Así por ejemplo, como lo señala Valencia et al. (1998), a las entidades financieras y muchas instituciones técnicas sólo les interesa la infraestructura física y la eficiencia con la que se ejecutan los recursos,

---

<sup>4</sup> a) el agua es un bien económico y social; b) la gestión del agua debe centrarse en el nivel más bajo posible; c) debe hacerse una gestión integral del recurso hídrico; y d) las mujeres deben desempeñar un papel fundamental en la gestión del agua.

independientemente de si resuelven el problema que enfrentan los potenciales usuarios de los sistemas.



Fuente: Valencia et al. (1998)

**Figura 3. Ciclo del proyecto tradicional**

Sin embargo, claramente en el marco de la descentralización de funciones y responsabilidades que se ha venido desarrollando en Colombia, así como en otros países de la América Latina, se requiere mejorar la calidad de la toma de decisiones, la eficiencia sectorial y el rendimiento empresarial en la planificación y la ejecución de proyectos y programas del sector (Okun et al. 1991).

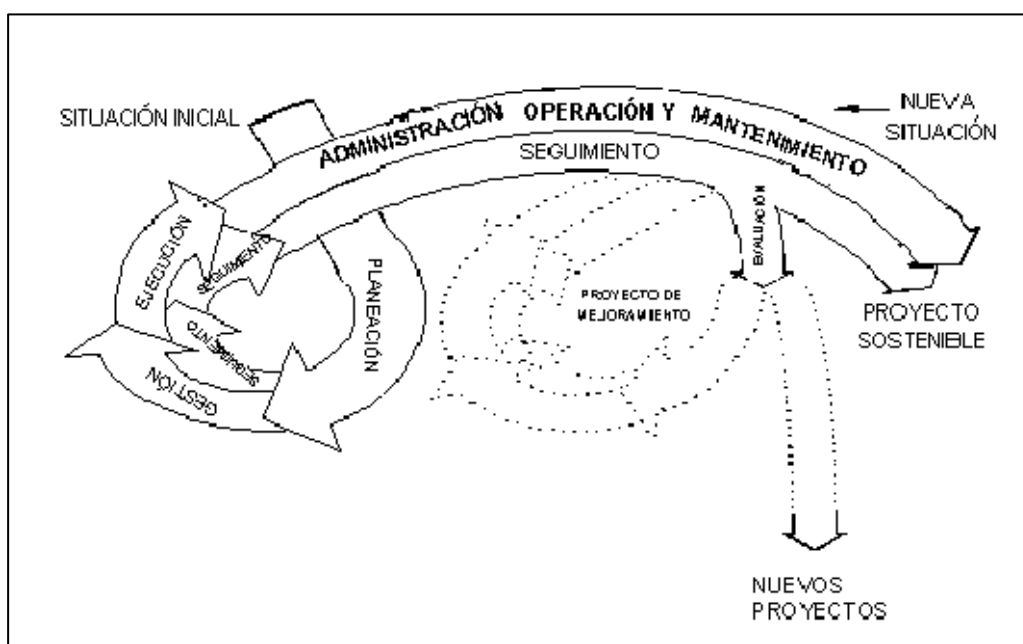
En este contexto, y en desarrollo del Programa de Sostenibilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento en Colombia (Ministerio de Desarrollo-FINDETER, Cinara, 1998), se ha promovido un cambio en los enfoques, donde uno de los aspectos esenciales está relacionado con la propuesta de un nuevo ciclo de los proyectos, el cual es continuo y plantea nuevas acciones para alcanzar los objetivos institucionales y comunitarios propuestos. La figura 4 presenta la propuesta del nuevo ciclo del proyecto para el Sector, donde se destaca que incluye una fase de gestión de recursos, hecha generalmente por el nivel local; la administración, operación y mantenimiento, también de nivel local; y el seguimiento a cada etapa, que debe involucrar los diversos actores comunitarios e institucionales del orden municipal, departamental y nacional.

No obstante, para promover y posibilitar la participación comunitaria en todas las fases del ciclo de los proyectos, es necesario tener presente que ella exige:

- Un proceso sistemático y no sólo la ejecución de actividades puntuales.
- Surge desde el interior de las comunidades a partir del trabajo conjunto para resolver problemas comunes, lo cual implica trabajar sus conflictos internos.
- Tiene como objetivo la autogestión comunitaria y la autonomía frente a las instituciones de apoyo con las cuales negociará y concertará.
- Es parte esencial de los procesos participativos impulsar la capacidad de las comunidades para tomar sus propias decisiones de manera autónoma y desarrollar su creatividad para afrontar los retos que la cotidianidad les presenta.

La propuesta hace énfasis en una concepción integral de participación, en la que se considera la capacidad de discernimiento, acción y decisión por parte de las comunidades, como usuarias de un sistema al que tienen derecho sin distinción de etnia, clase o género y cuya responsabilidad por su sostenimiento asumen por partir de su iniciativa, responder a sus demandas y no es el resultado de la imposición o decisiones externas.

En este ambiente se crean condiciones para el fortalecimiento de la gestión comunitaria y municipal, donde comunidad y gobiernos locales, no sólo asumen la administración y operación del sistema, sino que con ello asumen también el control, la autoridad, la responsabilidad y la proyección de la prestación del servicio. De tal manera y en esa lógica, se debe crear la capacidad para la organización, toma de decisiones y manejo de una serie de recursos organizativos, tecnológicos, financieros y humanos por parte de estos agentes, en torno a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento que al articularse crean condiciones para mejorar la sostenibilidad.



Fuente: Valencia et al. (1998)

**Figura 4. Propuesta de nuevo ciclo del proyecto de agua y saneamiento**

#### 4. Experiencias promisorias

En algunas localidades de la zona rural de Colombia se han venido realizando proyectos a escala real, donde se ha adelantado un proceso de aprendizaje orientado a validar, adaptar y desarrollar una propuesta metodológica que posibilite la sostenibilidad de los sistemas con la activa participación comunitaria. Esta propuesta promovida por el Instituto Cinara, denominada como los Proyectos de Aprendizaje en Equipo, PAE (Galvis et al. 1996; García et al. 1997; Restrepo et al. 1997) ha potenciado, fortalecido y optimizado las capacidades institucionales y comunitarias para abordar los problemas del desarrollo, entendido como un proceso de concertación permanente, en el que todos los actores aportan, aprenden y se benefician, y cuyos pilares fundamentales son el trabajo interinstitucional, intersectorial e interdisciplinario y la participación de las comunidades.

A continuación se presentan algunas experiencias preliminares obtenidas en localidades rurales, las cuales han sido pioneras en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo mediante la aplicación de la tecnología de la Filtración en Múltiples Etapas, FIME, y la desinfección y por tanto son de mucha relevancia para los objetivos de este documento.

#### 4.1 El caso de Ceylán

La localidad de Ceylán es un corregimiento del municipio de Bugalagrande ubicada al centro del departamento del Valle del Cauca en la cordillera occidental, a 1.350 metros de altura sobre el nivel del mar. Tiene una temperatura media de 20°C. La población del área nucleada es de 3.000 habitantes. La actividad económica predominante es la agricultura siendo su principal producto el café. Cuenta con tres escuelas de nivel primario y un colegio de educación secundaria con orientación agrícola y un centro de salud. El sistema de abastecimiento recibe agua de una fuente superficial.

En 1989 con el apoyo del gobierno departamental, el Comité de Cafeteros del Valle y la participación de Cinara, se construyó la planta de tratamiento con el uso de la tecnología de filtración en múltiples etapas, FIME, la cual como se presenta en el cuadro 1, consta de cuatro unidades de filtración gruesa ascendente en serie y dos unidades de filtración lenta en arena. El sistema de abastecimiento de agua optimizado quedó entonces integrado por los siguientes componentes: Bocatoma; desarenador; línea de conducción; planta de tratamiento; sistema de desinfección; tanque de almacenamiento y redes de distribución. El caudal de diseño es de 9.6 litros por segundo.

La vinculación de los usuarios en las diferentes etapas del proyecto fue gradual. Aunque la decisión del tipo de tecnología a utilizar para el tratamiento del agua fue tomada sólo con la participación de los líderes, en el desarrollo del proceso puede señalarse que la participación fue haciéndose más amplia y consciente. Al comienzo hubo mayor movilidad de las mujeres, quienes se sentían más afectadas por la calidad del agua y la enfermedad de los niños. En un segundo instante son los hombres quienes se organizan y realizan la gestión ante las instituciones. Posteriormente, en la optimización de la red de distribución, que se realizó con el apoyo de una ONG (Plan Internacional), es toda la comunidad que se vincula al trabajo.

**Cuadro 1. Características generales de la planta de tratamiento de Ceylán**

<b><i>Parámetro/Barrera de tratamiento</i></b>	<b><i>Filtración gruesa</i></b>	<b><i>Filtración lenta en arena</i></b>
Tipo de flujo	Ascendente	Descendente
Unidades de tratamiento	4	2
Velocidad de filtración (m/h)	0.75	0.14
Medio filtrante	Tamaño gravas: 25-3 mm Longitud del lecho: 2.0 m	Tamaño efectivo: 0.24 mm Altura del lecho: 1.20 m

Fuente: Galvis et al. (1997)

Durante el proceso constructivo y con la puesta en marcha del sistema de tratamiento en 1990, la comunidad organiza el ente administrativo, creando una Asociación de Usuarios de los Servicios Públicos, SERVIPUBLICOS, eligen su junta

directiva, establecen estatutos y reglamentos y obtienen su reconocimiento legal, definen tarifas acordes con los costos de operación, mantenimiento y administración del sistema y emprenden acciones orientadas hacia el mejoramiento general de las condiciones sanitarias de la localidad.

Después de ocho años de funcionamiento del sistema, la situación actual de la prestación del servicio es la siguiente: hay una cobertura del 98%; la continuidad es de 24 horas al día, por decisión de la comunidad en asamblea general de usuarios se aprobó la instalación de micromedidores con el fin de racionalizar el consumo de agua y establecer un pago equitativo por el servicio. Existe superávit financiero lo que les permite asumir costos de reparaciones menores. La comunidad está pagando el servicio de alcantarillado y de recolección de las basuras, administrado también por SERVIPUBLICOS. En cuanto a la calidad del agua, con base en el seguimiento realizado durante más de seis años por Cinara (Galvis et al. 1997), como se presenta en el cuadro 2, los parámetros de turbiedad y color real cumplen con la legislación sanitaria nacional. Con respecto a los coliformes fecales, el agua presenta un bajo riesgo microbiológico que facilita la desinfección efectiva.

Estos aspectos son certificados mensualmente por los análisis realizados por la Secretaría de Salud del departamento del Valle. Además, de acuerdo con el registro de consultas diarias del centro de salud, las principales causas de enfermedades para la zona rural del corregimiento eran las diarreas por amibiasis y parásitos. Según el médico y la enfermera, desde la puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento disminuyó la incidencia de las diarreas en los niños y prácticamente desapareció la escabiosis, enfermedad de la piel frecuente en la zona.

## Cuadro 2. Resultados de calidad de agua del sistema de Ceylán

Parámetro	Agua cruda			Filtros gruesos		Filtros lentos de arena			
	Rango	Media	N	Rango	Media	Rango	Media	Frecuencia (%)	
Turbiedad (UNT)	0.6-15	28	114	0.1-0.6	0.8	0.1-0.6	0.4	< ó =1 UNT: 98%	< ó =5 UNT: 99%
Color Real (UPC)	2-21	5.4	114	2-21	4.0	2-8	3.0	< ó =15 UPC: 100%	
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	46 – 1920	332	110	4-382	50	0-24	1.0	< ó =3 UFC/100ml: 95%	< ó =25 UFC/100ml: 100%

N: número de datos

Fuente: Galvis et al.(1997)

El día 25 de agosto de 1998, en el marco del proyecto de Gestión Comunitaria apoyado por el IRC, International Water and Sanitation Centre, y del programa de Jóvenes Investigadores apoyado por COLCIENCIAS, Carvajal (Com. pers., 1998)

utilizando el equipo “DelAgua” realizó un muestreo puntual de la calidad del agua cuyos resultados se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Resultados muestreo calidad de agua en la red de distribución**

Sitio de muestreo/ Parámetro	pH (unidades)	Cloro residual (mg/l)	Coliformes fecales (UFC/100 ml)
Salida tanque de almacenamiento	7.4	0.6	0
Centro de Salud	7.4	0.5	0
Vivienda punto alto de la red	7.2	0.2	4
Vivienda último punto de la red	7.4	0.4	0

Fuente: Carvajal (Com. pers., 1998)

Como se nota, en la vivienda ubicada en el punto alto de servicio de la red de distribución, el residual de cloro fue muy bajo y por tanto se encontró presencia de coliformes fecales. Alertados de esta situación, miembros del ente administrador con apoyo institucional realizaron una inspección sanitaria en la vivienda, identificando que la recontaminación se originaba por la ruptura de la tubería de alcantarillado y su inadecuada instalación con respecto a la conexión domiciliar del acueducto. La situación ya fue modificada.

#### **4.2 El caso de Mondomo**

Mondomo es un corregimiento del municipio de Santander de Quilichao al norte del departamento del Cauca. Está ubicado a 1.300 metros de altura sobre el nivel del mar y tiene una temperatura media de 21°C. La población del área nucleada es de 3.300 habitantes. Las actividades económicas predominantes son la agricultura, ganadería y agroindustria. Cuenta con cuatro centros educativos: dos para educación media y dos escuelas de nivel primario y un centro de salud. El sistema de abastecimiento funciona por gravedad, alimentado por una fuente superficial.

Los problemas del servicio de suministro, especialmente debidos a la mala calidad del agua y la discontinuidad del suministro, motivaron a líderes de la comunidad para buscar apoyo orientado a la construcción de una planta de tratamiento y a la vez emprender acciones de protección y conservación de la microcuenca. A raíz del sismo de 1994 que afectó a la localidad, la comunidad recibió apoyo de instituciones nacionales como la FINDETER, departamentales como la Unidad de Aguas y la Secretaría de Salud del Cauca, del municipio de Santander de Quilichao, así como de organizaciones privadas como la Fundación Propal y un grupo empresarial denominado “Por un Valle solidario con el Cauca” y las ONG como Plan Internacional, la Fundación Nasa Kiwe. Cinara participo como facilitador del proceso de interacción entre la comunidad y las instituciones.

La comunidad participó en las fases de planeación del proyecto y selección de la alternativa tecnológica de tratamiento del agua mediante filtración en múltiples etapas, FIME, como la más adecuada a sus condiciones técnicas, económicas y sociales. Participó igualmente en el diseño del sistema de tratamiento y en la veeduría de la construcción de las obras. Aportó mano de obra, en especial para optimizar tramos de la red de distribución y conexiones domiciliarias en mal estado.

En agosto de 1997 se culminó la construcción de la planta de tratamiento, y fue puesta en servicio. El sistema de abastecimiento quedó integrado por los siguientes componentes: Bocatoma, desarenador, línea de conducción, planta de tratamiento (incluye cuatro filtros dinámicos, cuatro filtros gruesos ascendentes en capas y cuatro filtros lentos de arena, cuyas características se presentan en el cuadro 4), tres tanques de almacenamiento (uno principal y dos de quiebre de presiones), la red de distribución y micromedidores en cada vivienda conectada. El caudal de diseño del sistema es de 18 litros por segundo.

Paralelamente con la construcción, la comunidad participó activamente en la creación de la Asociación de Usuarios del Acueducto, en la elección de su junta directiva, el estudio y aprobación de estatutos, reglamento de usuarios, estratificación socioeconómica y censo de usuarios, así como el censo de instalaciones hidráulicas y sanitarias domiciliarias en mal estado.

#### **Cuadro 4. Características generales de la planta de tratamiento de Mondomo**

<b>Parámetro/Barrera de tratamiento</b>	<b>Filtración dinámica</b>	<b>Filtración gruesa</b>	<b>Filtración lenta en arena</b>
Tipo de flujo	Descendente	Ascendente	Descendente
Unidades de tratamiento	4	4	4
Velocidad de filtración (m/h)	3.0	0.75	0.15
Medio filtrante	Tamaño: 25-6 mm Longitud del lecho: 0.60 m	Tamaño: 25-3 mm Longitud del lecho: 1.20 m	Tamaño efectivo: 0.18 mm Altura del lecho: 1.0 m

Fuente: Cinara (1995)

Después de un año de funcionamiento del sistema, se tiene una cobertura del 95%, la continuidad del servicio es de 24 horas al día, la cantidad es suficiente para las necesidades de los usuarios. Se incrementaron las tarifas y se estableció una estratificación socioeconómica que permite realizar su cobro acorde con la Ley 142 de 1994 de Servicios Públicos Domiciliarios y la sostenibilidad del sistema. La morosidad en el pago de las tarifas es menor del 10%.

Con respecto a la calidad del agua, una vez puesta en funcionamiento la planta de tratamiento, Cinara realizó un seguimiento en el período comprendido entre septiembre y diciembre de 1997, tomando como puntos de muestreo la entrada del agua cruda y la salida de cada una de las barreras de tratamiento. Se utilizó el

equipo “DelAgua” para medir pH, turbiedad y coliformes fecales. Como se presenta en el cuadro 5, el promedio de los parámetros medidos señala que la calidad del agua producida por el sistema de tratamiento cumple con la legislación sanitaria nacional.

**Cuadro 5. Muestreo calidad de agua en la planta de tratamiento de Mondomo**

Sitio de muestreo/Parámetro	N	pH (unidades) Rango	Turbiedad (UNT) Rango	Coliformes fecales (UFC/100 ml) Rango
Entrada de agua cruda	10	7.4	200-5.0	45-310
Salida Filtros Gruesos	10	7.8-8.2	<10	13-98
Salida Filtros Lentos de Arena	10	7.0-7.2	< 5	0-2

N: número de datos  
Fuente: Aponte (1998)

El día 23 de abril de 1998 se realizó un muestreo puntual de la calidad del agua cuyos resultados se presentan en el cuadro 6. Como se nota, el agua se recontaminaba en la red. Esta situación se debía al hecho que la red de distribución tenía 35 años de antigüedad, por lo que la siguiente actividad era su reposición, y la puesta en funcionamiento del sistema de desinfección. Actualmente se están culminando estas obras con recursos de la comunidad y el apoyo de la Comunidad Económica Europea e instituciones nacionales. Es importante señalar el nivel de compromiso adquirido por la firma privada constructora del proyecto, quien como producto del proceso de aprendizaje, se ha vinculado al proyecto como aportante para completar en forma satisfactoria las obras.

**Cuadro 6. Resultados muestreo calidad de agua en el sistema de abastecimiento**

Sitio de muestreo/ Parámetro	pH (unidades)	Color real (UPC)	Turbiedad (UNT)	Coliformes fecales (UFC/100 ml)
Entrada agua cruda	6.8	< 10	< 5	100
Salida filtros dinámicos	6.8	< 10	< 5	132
Salida filtros gruesos	6.8	< 10	< 5	56
Salida filtros lentos de arena	7.0	< 10	< 5	1
Vivienda punto crítico de servicio de la red de distribución		< 10	5	10

Fuente: Aponte (1998)

Adicionalmente, Cinara con el apoyo de UNICEF-Colombia, está adelantando un programa piloto de vigilancia y control de la calidad del agua con participación comunitaria, el cual en el marco de la legislación colombiana se orienta a generar

experiencias que posibiliten la participación activa y creativa de las comunidades a través de los denominados vocales de control, quienes son los representantes legales de los comités de desarrollo y control social conformados bajo la orientación de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en el país.

### **4.3 El caso de Mundo Nuevo**

Mundo Nuevo queda a 8.5 Km. del municipio de Pereira, capital del departamento de Risaralda. Está ubicada al oriente del municipio a una altitud de 1.550 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 19°C. La población del área nucleada es de 1.600 habitantes. La principal actividad económica es el cultivo tecnificado del café. Cuenta con un centro educativo de nivel primario y uno de nivel secundario. El sistema de abastecimiento es por gravedad, se alimenta de una fuente superficial, y dada la alta pluviosidad de la zona presentaba problemas en la calidad del agua.

En el marco del programa de transferencia de tecnología y metodología en abastecimiento de agua, realizado en el período comprendido entre septiembre de 1995 y julio de 1998, la localidad de Mundo Nuevo fue seleccionada para el desarrollo de un proyecto de aprendizaje en equipo. El proceso de vinculación fue parte de las actividades desarrolladas por un grupo de trabajo interinstitucional e interdisciplinario regional, que se conformó con la participación de funcionarios del Servicio Seccional de Salud, el Comité Departamental de Cafeteros, la CARDER, Corporación Autónoma Regional, las Empresas Públicas y la Universidad Tecnológica del municipio de Pereira. El desarrollo del programa contó con el aval y soporte de la asamblea y el gobierno departamental. Cinara fue el facilitador y el responsable de garantizar la ejecución de las actividades propuestas.

La comunidad de Mundo Nuevo participó en la fase de planeación del proyecto, seleccionó la alternativa tecnológica utilizando la filtración en múltiples etapas, FIME. Se integró en el proceso de diseño del sistema de tratamiento y en la veeduría de la construcción de las obras. En febrero de 1998 la planta fue puesta en servicio, la cual como se presenta en el cuadro 7, consta de dos unidades de filtración dinámica, dos de filtración gruesa ascendente en capas y cuatro unidades de filtración lenta en arena. El sistema de abastecimiento de agua quedó integrado por los siguientes componentes: Bocatoma; desarenador; línea de conducción; planta de tratamiento; sistema de desinfección; tanque de almacenamiento y redes de distribución. El caudal de diseño es de 5.0 litros por segundo.

**Cuadro 7. Características generales de la planta de tratamiento de Mundo Nuevo**

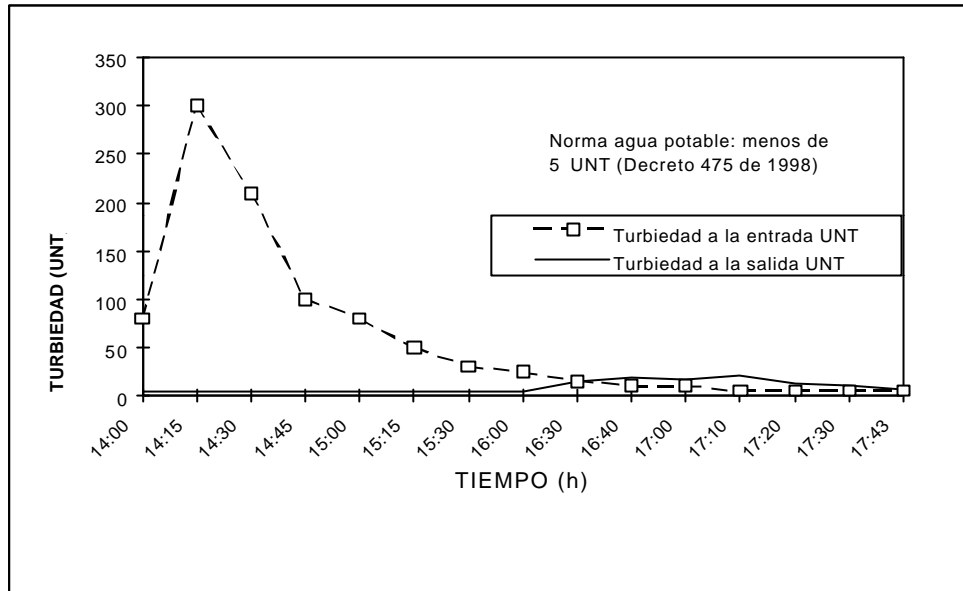
<i>Parámetro/Barrera de tratamiento</i>	<i>Filtración dinámica</i>	<i>Filtración gruesa</i>	<i>Filtración lenta en arena</i>
Tipo de flujo	Descendente	Ascendente	Descendente
Unidades de tratamiento	2	2	4
Velocidad de filtración (m/h)	1.0	0.60	0.15
Medio filtrante	Tamaño: 25-6 mm Longitud del lecho: 0.80 cm	Tamaño: 25-3mm Longitud del lecho: 1.20 m	Tamaño Efectivo: 0.20 mm Altura del lecho: 0.80 m

Fuente: Sánchez et al.(1996)

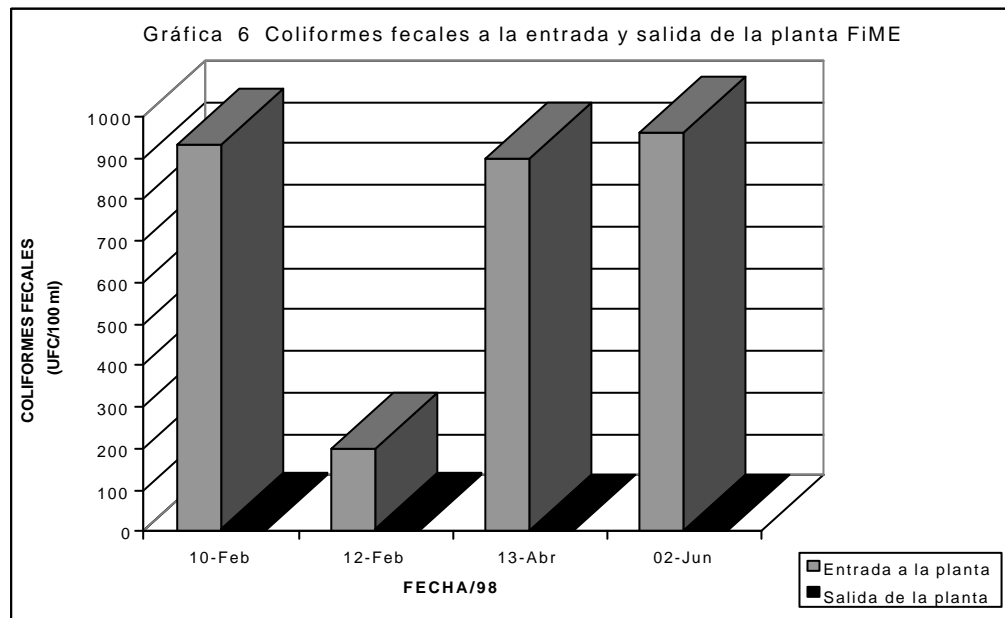
Durante el período de la construcción y con la puesta en marcha de la planta, pero especialmente motivados con la verificación del cambio ostensible de la calidad del agua tratada suministrada para el consumo, la comunidad ha participado activamente en la consolidación de la junta administradora del acueducto, eligiendo una nueva junta directiva, estudiando y aprobando en asamblea general tanto los estatutos, como el reglamento de usuarios y el incremento de las tarifas para cubrir plenamente todos los gastos de operación, mantenimiento y administración que demanda el funcionamiento del sistema. El ente administrador tiene reconocimiento legal y se encuentra registrado ante la Cámara de Comercio de Pereira.

La motivación de la comunidad y el apoyo de las instituciones, como la Empresa Aguas y Aguas de Pereira (anteriormente Empresas Públicas de Pereira), del Servicio de Salud, Comité de Cafeteros y Cinara, actualmente el servicio de suministro tiene una cobertura del 100%; la continuidad es de 24 horas al día, y la cantidad es suficiente para todas las necesidades de la comunidad, con un consumo de 20 m<sup>3</sup> por mes por usuario. Con respecto a la calidad del agua, en el cuadro 8 se presenta el comportamiento de los prefiltros con un pico de turbiedad ocurrido el día 10 de febrero de 1998, y en los cuadros 9 y 10 se muestran los resultados de muestreos puntuales realizados al sistema por el Servicio de Salud y Cinara (Sánchez, Com. pers.,1998), en los cuales claramente se aprecia la eficiencia remocional de coliformes fecales de la planta de tratamiento con FIME.

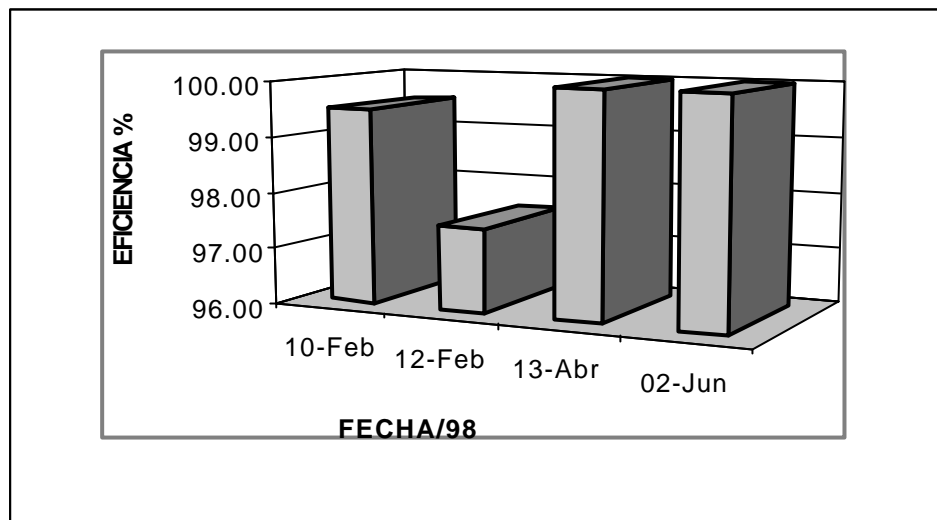
**Cuadro 8. Comportamiento del pretratamiento con un pico de turbiedad del agua cruda**



**Cuadro 9. Coliformes fecales a la entrada y salida de la planta FIME**



**Cuadro 10. Eficiencia del tratamiento (Coliformes fecales) Planta FIME**



## 5. Conclusiones

La tecnología de filtración en múltiples etapas, FIME ha sido capaz de producir agua con bajos niveles de turbiedad y color real, los cuales cumplen con la normatividad sanitaria nacional. Para el caso de los coliformes fecales, el riesgo microbiológico es bajo, cumpliendo con la recomendación de la WHO (1996) de mantener valores promedios de  $<3$  y máximo  $<25$  UFC/100 ml para lograr una desinfección efectiva.

Sin embargo, se han presentado problemas de recontaminación en las estructuras o conductos posteriores, debido, a la ausencia de cámaras de contacto de cloro en las plantas, necesaria para alcanzar la total inactivación de los niveles de coliformes fecales que logran pasar la última etapa de FIME. Es importante señalar que ha sido práctica común aceptar que el tanque de almacenamiento es la unidad utilizada para el proceso de desinfección, por lo tanto el tiempo de contacto es muy variable y depende de la demanda de agua. Este aspecto fue subrayado por Geldreich et. al. (1990) cuando pareció disminuir la eficiencia de la cloración, debida básicamente al poco tiempo de retención del agua ocasionado por un incremento de la demanda.

No obstante, y considerando la calidad de la prestación del servicio de suministro de agua en general, las experiencias generadas en los proyectos han sido muy enriquecedoras, con logros y lecciones importantes para las instituciones del sector. Uno de los conceptos esenciales que se ha logrado aclarar está relacionado con la comprensión de que la sostenibilidad no es un estado final. Por el contrario, es un proceso que se debe construir y apoyar permanentemente, de tal forma que al identificar oportunamente los problemas y limitaciones que están

afectando o puedan afectar el funcionamiento y uso de los sistemas, se posibilite su superación en un trabajo en equipo con la activa participación del nivel local y las comunidades. En este sentido se puede destacar los siguientes aspectos:

- La selección de una alternativa tecnológica debe basarse en la recuperación e integración de los conocimientos y experiencias tanto de la comunidad como de los actores institucionales involucrados en el proyecto.
- La desmistificación de lo técnico y el compromiso de la comunidad y sus líderes a lo largo del proceso, con la suficiente información y conocimientos técnicos y sociales, genera otra actitud en la población hacia los sistemas; facilitándose que se genere un sentido de pertenencia y compromiso.
- Las veedurías ciudadanas son mecanismos de control y fiscalización que bien orientadas contribuyen a la calidad y transparencia de los procesos.
- Los procesos participativos deben fomentar el liderazgo con valores como la transparencia, la justicia, la equidad, el respeto y la responsabilidad.
- Una condición básica para lograr el fortalecimiento o consolidación de una empresa prestadora de servicios de agua y saneamiento, es que el sistema en sus componentes técnicos funcione adecuadamente.
- Las comunidades requieren un apoyo institucional permanente en todas las fases del ciclo del proyecto que facilite la gestión y operación de los sistemas.
- La promoción de la cultura de pago debe incluir procesos educativos que le permitan a las comunidades reconocer por qué se debe pagar el agua, por qué se debe medir y controlar su consumo y que implicaciones tiene para una colectividad tener agua de buena calidad y en cantidad suficiente.
- La planificación, operación y mantenimiento, gestión comercial y la relación con los usuarios, son aspectos esenciales para alcanzar la sostenibilidad de los sistemas.
- El contacto horizontal con respeto y tolerancia permite que las comunidades acepten a las instituciones como un apoyo importante para la solución de sus problemas y que las instituciones acepten a las comunidades como personas capaces de gestar su propio desarrollo.
- La coordinación interinstitucional facilita la obtención de soluciones integrales puesto que los problemas de la comunidad involucran a diferentes instituciones desde su misión social.

## 6. Referencias bibliográficas

Abbot, J. 1996. Sharing the city, Earthscan Publications Ltd, Reino Unido.

Aponte, A. 1998. Informe de puesta en marcha sistema de tratamiento de agua potable. Mondomo. Informe Técnico, Cinara. 14 p.

Cinara. 1995. Sistema de abasto de agua potable. Casco urbano. Proyecto Mondomo. Memoria técnica. 77 p.

Coronado, O., y A. Menda. 1997. Desarrollo de equipos dosificadores de cloro de tecnología apropiada para la desinfección de aguas. Taller de Tecnologías Alternativas para desinfección de agua potable en el area rural-Diseño y construcción de tanques de Ferrocemento. 26 al 31 de octubre. Cochabamba, Bolivia.

khan, S. y W. Wakeman. 1998. Social intermediation for rural water supply. The main messages. En Memorias de la Community Water Supply and Sanitation Conference. Banco Mundial; Programa de Agua y Saneamiento del PNUD/Banco Mundial. Washington, D.C, p: 158-160.

Galvis, G; M. García, E. Quiroga y J. T. Visscher. 1997. Capacity building through holistic joint learning projects. 2nd UNDP Symposium on Water Sector Capacity Building. Delft, Los Países Bajos.

García, M; J. T. Visscher, E. Quiroga y G; Galvis. 1997. Capacity Building Through Joint Learning Projects. En Technology Transfer in the Water Supply and Sanitation Sector: A Learning Experience from Colombia. Technical Paper Series 32-E. J.T. Visscher (de). IRC-Cinara, La Haya. Los Países Bajos, Capítulo 5, p:71-90.

Geldreich, E. E., J. A. Goodrich y R. M. Clark. 1990. Characterizing surfaces waters that may nor require filtration. J. A: W. W. A. 88: 40-50.

Lloyd B. y R. Helmer.1991. Surveillance of drinking water quality in rural areas. Published for WHO and UNEP. Longman Scientific and Technical, Essex, Reino Unido.

Ministerio de Salud de Colombia (1992), El agua un recurso invaluable. Colección Salud, Ambiente y Desarrollo. Tomo I, Bogotá, Colombia.

Ministerio de Desarrollo-FINDETER, Cinara. 1998. Programa Nacional de Sostenibilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento en

Colombia: Análisis institucional de problemas y soluciones en el ciclo del proyecto. Instituto Cinara, Cali-Colombia.

Okun, D.A and Lauria, D.T, (1991), Formación de capacidades para la gestión del sector en los recursos hídricos. Simposio del PNUD en Delft, Países Bajos. Serie de Informes del IHE, No. 24, 3-5 de junio de 1991.

Ordoñez G. 1992. Cooperación Andina en tecnología apropiada de desinfección y analisis de agua para consumo humano. Cuenca, Ecuador.

Otterstteter, H. and G. Craun. 1997. Disinfection of the America: A necessity. J. A. W. W. A., 89(9): 2-3.

Quiroga, E., M. García, L. D. Sanchez, C. Madera, J. Garavito, et al. 1997. Evaluación participativa de 15 sistemas de agua y saneamiento en la República de Bolivia. Serie de Documentos Ocasionales. Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos. Cinara, IRC, PNUD. La Paz, Bolivia. 71 p.

Restrepo, I; R. Duque, A. E: Aristizábal y M, García. 1997. Team learning projects as a strategy. En Memorias de la 23ava. WEDC Conferencia: WATER AND SANITATION FOR ALL: PARTNERSHIPS AND INNOVATIONS. WEDC, Durban, Sudáfrica, p.:319-321.

Reiff, F. M. 1998. Disinfection practices in developing areas. Short training course drinking water disinfection. WHO/PAHO, The Institute of Environmental and Industrial Health School of Public Health, The University of Michigan and National Environmental Training Center for Small Communities.

Sánchez, L. D. S. Vargas, A. E. Reyes y E. Quiroga. 1996. Programa de transferencia de tecnología y metodología en abastecimiento de agua para el Departamento de Risaralda. Informe de Avance fase II. Informe técnico. Cinara.19 p.

Valencia, A; Peña, M.R; Restrepo, I; Garavito, J. (1998), Community makes decisions on sanitation projects. En Memorias de la 24ava WEDC Conferencia: SANITATION AND WATER FOR ALL. Islamabad, Pakistan. P:377-379.

Vissher, J. T., E. Quiroga, M. Garcia, C. Madera y A. Benavides. 1996. En la búsqueda de un mejor nivel de servicio. Evaluación participativa de 40 sistemas de agua y saneamiento en la República del Ecuador. Serie de documentos ocasionales. IRC, CARE, Universidad del Valle, Cinara. 67 p.

WHO. (1996), Guidelines for drinking-water quality. Vol 2. Health criteria and other supporting information. Ginebra. 973 p.

## **Reconocimientos**

UNICEF-Colombia a través del Sr. Cecilio Adorna, Director Adjunto para América Latina y el Caribe, y del Ing. Francisco Burbano, Oficial Principal de programas de agua y saneamiento, ha venido apoyando y participando en el desarrollo de diversas iniciativas orientadas hacia el fortalecimiento del sector de agua y saneamiento en el país. La participación de Cinara en este evento es una de estas acciones de apoyo.