

# PLANIFICACIÓN

PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA DE OPCIONES SOSTENIBLES  
PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y OPTIMIZACIÓN DEL SANEAMIENTO INDIVIDUAL RURAL



## Guía para la implementación



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)

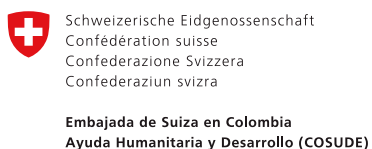


# PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA DE OPCIONES SOSTENIBLES PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y OPTIMIZACIÓN DEL SANEAMIENTO INDIVIDUAL RURAL

## Guía para la implementación

Serie

Modelo de Gestión Comunitaria ASIR-SABA  
Guías metodológicas para la implementación



# CONTENIDO

Este documento hace parte de la serie de cinco textos titulada **Modelo de Gestión Comunitaria ASIR-SABA. Guías metodológicas para la implementación**, desarrollado en el marco de ejecución de la primera fase del proyecto **Agua y Saneamiento Integral Rural ASIR-SABA**, implementado por la Embajada de Suiza en Colombia - Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE) en convenio con el Instituto Cinara de la Universidad del Valle, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, los Planes Departamentales de Agua del Cauca y Valle del Cauca, y las alcaldías municipales de Trujillo, Buga, Caloto y Santander de Quilichao.

**Jefe de Cooperación, Embajada de Suiza en Colombia**  
**Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE):** Fabrizio Poretti  
**Rector Universidad del Valle:** Edgar Varela Barrios  
**Vicerrector Investigaciones:** Jaime Ricardo Cantera Kintz

## EQUIPO TÉCNICO

**Embajada de Suiza en Colombia**  
**Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)**

**Luz Ángela Bernal**, Jefe Adjunta  
**Viviana Angulo Quisoboni**, Coordinadora ASIR-SABA  
**Tania Marinela García**, Asesora en Fortalecimiento

**Universidad del Valle**  
**Facultad de Ingeniería, Instituto Cinara**

**Mariela García**, Coordinadora proyecto en Univalle  
**Alberto Benavides**, Coordinador proyecto en Cinara

## EQUIPO EDITORIAL

### Autores:

Mariela García Vargas  
Alberto Benavides Barco

**Revisión:** Viviana Angulo Quisoboni

**Edición y corrección de estilo:** Johanna Vidal

**Diseño y Diagramación:** John Rivera, Johanna Vidal

**Fotografías:** Archivo Cinara, Archivo ASIR-SABA

**Foto de portada:** Johanna Vidal

**Impresión:** Akermos S.A.S.

La **Embajada de Suiza en Colombia - Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)**, mediante programas de apoyo, establece alianzas con autoridades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales (nacionales e internacionales) y de la sociedad civil, con el fin de mejorar la protección de la población vulnerable y afectada por el conflicto armado en el país.

**Cinara**, Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico de la Universidad del Valle, orienta su trabajo a la investigación y desarrollo de tecnologías y metodologías para trabajar en agua y saneamiento, especialmente en áreas rurales, municipios pequeños y medianos, y zonas informales de las grandes ciudades; áreas que tradicionalmente han enfrentado los mayores problemas para disponer de servicios con criterios de calidad y sostenibilidad.

**Embajada de Suiza en Colombia**  
**Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)**  
Proyecto ASIR-SABA  
Carrera 9 # 74-08, piso 8 Bogotá D.C., Colombia  
Teléfono: (57 1) 3497230  
[www.eda.admin.ch/bogota](http://www.eda.admin.ch/bogota)

**Universidad del Valle**  
**Instituto Cinara - Facultad de Ingeniería**  
Ciudad Universitaria Meléndez  
Calle 13 # 100-00 Edificio 341  
Cali, Colombia  
Teléfono: (57 2) 3392345  
<http://cinara.univalle.edu.co/>

Esta publicación fue desarrollada con el apoyo de la Embajada de Suiza en Colombia – Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE). Las opiniones y contenidos aquí expresados no son responsabilidad de la Embajada.

**Material educativo, se autoriza su reproducción citando la fuente. Distribución gratuita.**  
**ISBN de la Serie:** 978-958-99703-9-3      **ISBN de la Guía:** 978-958-52034-2-6  
Santiago de Cali, noviembre de 2018.

**PRESENTACIÓN** 5

**INTRODUCCIÓN** 6

**SUPUESTOS EPISTÉMICOS Y ÉTICOS DE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA** 7

**ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA** 9

**Investigación Preliminar** .....9

**Prediagnóstico**.....10

**Diagnóstico Participativo** .....12

**Devolución de la información del Diagnóstico Participativo** .....20

**Selección participativa de tecnología** .....21

**Diseño participativo de Sistemas de agua y saneamiento** .....37

**Devolución de los diseños a la comunidad** .....38

# PRESENTACIÓN

## PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS ANTE VENTANILLA ÚNICA DEL MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO 39

|  |    |
|--|----|
| Documentos técnicos: agua potable .....    | 39 |
| Documentos técnicos: saneamiento .....     | 41 |
| Presupuesto .....                          | 43 |
| Cronograma de obra y flujo de fondos ..... | 43 |

## LECCIONES APRENDIDAS EN LA PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA DEL PROYECTO ASIR-SABA 44

### REFERENCIAS 45

### ANEXOS 46

El Informe de Desarrollo Humano Colombia Rural (2011), identificó que en las áreas rurales del país vive el 32% de la población colombiana. En este momento histórico que vive Colombia tras la firma del Acuerdo de Paz, es necesario concentrar esfuerzos para lograr la pronta recuperación de las áreas afectadas por la violencia y el establecimiento de condiciones para que sus habitantes logren un desarrollo sustentable acorde con los objetivos trazados por Naciones Unidas. Por lo tanto, se hace crucial repensar creativamente, con base en la investigación, los procesos de ejecución de las obras de abastecimiento de agua y saneamiento que se realizan en las zonas rurales, de manera que se aborden en forma integral y con visión de sostenibilidad.

La Embajada de Suiza en Colombia – Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE) con presencia en Colombia desde el año 2001, en cumplimiento de su mandato y con el fin de contribuir a la construcción de la paz en el país, capitalizó la experiencia que su homólogo en el Perú desarrolló a través del Modelo Integral de Saneamiento Básico Rural en Perú - Modelo de Gestión SABA. A partir de las lecciones aprendidas, estructuró el proyecto *Agua y Saneamiento Integral para la promoción de la paz territorial en zonas Rurales ASIR-SABA Colombia*, e implementó su primera fase entre los años 2015 y 2017 en la zona rural de los municipios de Trujillo y Buga, en el departamento de Valle del Cauca, y Caloto y Santander de Quilichao, en el departamento del Cauca.

Con base en la experiencia de implementación del proyecto ASIR-SABA, se estructuró la serie de cinco guías metodológicas para la implementación del Modelo de Gestión Comunitaria ASIR-SABA, las cuales recogen la experiencia del proyecto en sus primeras fases y están orientadas a fortalecer la gestión del agua en zonas rurales. Para el caso particular, el documento aquí presentado, recoge los aprendizajes metodológicos en materia de Planificación Participativa de Opciones Sostenibles para el Suministro de Agua Potable y Optimización del Saneamiento Individual Rural.

Esperamos que esta guía sea de gran utilidad para quienes ejerzan el cargo de ATM en Agua y Saneamiento en los municipios (ATM en AyS) -(ver documento Áreas de Asistencia Técnica Municipal – ATM para apoyar la Gestión Comunitaria del Agua y el Saneamiento Rural)-, así como para los municipios que aunque no cuenten con este tipo de funcionarios, estén comprometidos con el mejoramiento de la situación de sus comunidades rurales. También para consultores del sector e instancias como ONG o programas del orden nacional o departamental, interesados en ampliar la cobertura rural en agua potable y saneamiento, con un alto involucramiento comunitario y tecnologías apropiadas al contexto, de cara a garantizar la sostenibilidad de los sistemas.

**Fabrizio Poretti**  
**Jefe de Cooperación**  
 Embajada de Suiza en Colombia  
 Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)

## INTRODUCCIÓN

El Informe Detallado de la Misión para la Transformación del Campo (Ocampo, 2015) plantea que *“Las brechas más amplias entre estas zonas (rural y urbana) se pueden observar en las variables de servicios públicos y vivienda como: acceso a fuente de agua mejorada, pisos de tierra, y adecuada eliminación de excretas; seguidas por las variables directamente relacionadas con la niñez y la juventud: inasistencia escolar, bajo logro educativo, trabajo infantil y rezago escolar”*. De ahí la importancia de generar proyectos sostenibles en esta zona que evidencien cambios significativos.

El proceso metodológico que se presenta en este documento ha sido aplicado en el Proyecto “Agua y Saneamiento Integral Rural ASIR-SABA” en el marco del convenio suscrito entre la Embajada de Suiza en Colombia - Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE) y la Universidad del Valle, ejecutado por el Instituto Cinara de dicha Universidad<sup>1</sup>. En esta fase de planificación se trabajó interinstitucionalmente con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), los gobiernos locales de los municipios participantes en el proyecto y los Planes Departamentales de Agua (PDA).

Aunque este documento se basa en la experiencia del proyecto ASIR-SABA no reproduce mecánicamente su ejecución, sino que incorpora los aprendizajes logrados. En el proyecto, el diagnóstico fue realizado por la Empresa de Servicios Públicos de Santander de Quilichao, EMQUILICHAO E.S.P., en 155 sistemas de abastecimiento, para seleccionar los 12 sistemas en donde se ejecutaría el proyecto; dicho diagnóstico se efectuó adaptando los formatos del Modelo SABA del Perú. El proceso que registra este documento incorpora el trabajo realizado por la Universidad del Valle en la fase de Estudios y Diseños, de manera que el lector encuentre una orientación de los pasos

necesarios para planificar participativamente sistemas de potabilización de agua y optimizar saneamiento en sitio.

Esta metodología promueve el trabajo transdisciplinario mediante la conformación de equipos interdisciplinarios integrados por ingenieros(as) sanitarios y ambientales, civiles, arquitectos(as), topógrafos(as), sociólogos(as), comunicadores(as) sociales, trabajadores(as) sociales, administradores(as) de empresas, economistas, que trabajan interinstitucionalmente con Gobiernos locales, regionales, corporaciones autónomas, servicios de salud, unidades de asistencia técnica municipal, y actúan como facilitadores del intercambio de saberes entre las comunidades, la academia y las instituciones sectoriales. Se busca mejorar las condiciones de vida de los habitantes rurales, pero también disminuir la contaminación antrópica de las fuentes de agua y la degradación de los ecosistemas locales.

Dado que buena parte de los proyectos que se presentan ante el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio no logran su viabilización debido a deficiencias en su estructuración y consecución de requisitos ambientales y prediales, se entiende la importancia de cualificar la planificación de los proyectos que se generan en la zona rural. La fase de Planificación Participativa que aquí se registra, surge de la identificación y priorización de los problemas con los usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, y las organizaciones comunitarias administradoras de dichos servicios; la selección participativa de la tecnología y su diseño, la presentación del proyecto ante Ventanilla Única del MVCT, y la construcción -con los entes comunitarios- de un plan de acción que promueva la sostenibilidad de la prestación de los servicios diseñados.

## SUPUESTOS EPISTÉMICOS Y ÉTICOS DE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA

*“Cuando vibran al unísono el observador y el observado, cuando se quiebra la relación de sumisión, se oye clara la voz reprimida de la gente y queda al descubierto la rica estructura del saber popular que hasta entonces había permanecido oculta bajo capas de desprecio y desconfianza”*

*Fals Borda (1985)*

Para el desarrollo de la Planificación Participativa se tiene como referente la metodología de Investigación-Acción Participativa (IAP), que parte de transformar la relación sujeto-objeto, que ha caracterizado la investigación en las ciencias naturales en una relación sujeto-sujeto, en la cual se reconoce el saber de las comunidades y se valora su experiencia vivencial. Por lo tanto, en el trabajo que se adelanta con las comunidades son premisas fundamentales las siguientes consideraciones:

- Los usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua son sujetos activos con capacidad de decisión y análisis, quienes, a partir de su historia local, como comunidad y de su trayectoria en cuanto a la gestión de los servicios de agua y saneamiento, identifican sus necesidades y establecen las prioridades de acompañamiento que requieren.
- Las comunidades no son grupos homogéneos, a su interior existen

diferencias de clase, etnia, género y edad, de las cuales emergen intereses específicos que deben ser negociados mediante procesos participativos, para acordar decisiones y acciones que contribuyan a la equidad y valoren la interculturalidad.

- La participación de las mujeres es fundamental porque son ellas quienes siempre acarrear el agua en los lugares donde no existen sistemas de abasto, pero a quienes se deja de lado cuando se van a tomar decisiones sobre opciones tecnológicas para solucionar el problema. El enfoque de género busca la equidad entre hombres y mujeres y, por lo tanto, promueve acciones positivas orientadas al empoderamiento de las mujeres.
- Las comunidades poseen conocimientos y capacidad analítica, por lo tanto, como lo expresó Paulo Freire (1982), se valora la conexión entre objetividad y subjetividad, de ahí que se otorgue igual nivel de importancia a

\*\*\*\*\*

<sup>1</sup> El proyecto inició en el año 2015 y la Fase de planificación participativa de los proyectos se desarrolló durante el año 2016.

la descripción y análisis de los hechos concretos o de la infraestructura realizada por el personal profesional, que a la percepción de las comunidades sobre los mismos.

- El trabajo con las personas implica un proceso, es decir, se ejecuta mediante una serie de etapas que se dan sucesiva o simultáneamente en el tiempo, pero que tienen entre sí una relación de necesidad, pues no obedecen a una actitud caprichosa o voluntarista del facilitador(a) sino que emergen de las interrelaciones que se generan en el trabajo. De ahí, la flexibilidad que se requiere en la IAP porque se pueden presentar virajes que representan cambios significativos con relación a la planificación inicial.
- Los equipos profesionales interdisciplinarios actúan como **facilitadores del proceso interinstitucional y comunitario**. La facilitación de procesos, según lo plantea Chambers (1998), implica "(...) Aprender a desaprender, y aprender a no imponer las ideas propias, a no dominar, criticar, interrumpir o hablar demasiado, a no correr o ser impaciente (...) demostrar respeto, aceptar errores, preguntar y ser amable con la gente". El respeto es la base de las relaciones interpersonales, de manera que se deben respetar las decisiones comunitarias y el personal externo tiene que demostrar que la comunidad puede confiar en ellos.
- Los procesos participativos deben conducir al empoderamiento comunitario y a la generación de liderazgos rotativos y situacionales.

\*\*\*\*\*

<sup>2</sup> Psicólogo alemán que emigró a Estados Unidos donde desarrolló su propuesta de Investigación-Acción.

Esto significa que en una comunidad donde se han generado procesos de empoderamiento cualquier persona, en un momento determinado, puede asumir posiciones de liderazgo, y que no necesita ser líder siempre porque otros pueden reemplazarlo cuando se necesite.

- Los procesos que apoyan los equipos facilitadores se caracterizan por no separar la teoría y la práctica pues, desde el trabajo pionero de Kurt Lewin<sup>2</sup>, la Investigación-Acción ha propuesto que el investigador deje de ser un observador pasivo para involucrarse en la solución de los problemas o conforme lo expresa Greenwood y Levin (1998), esta orientación "*involucra la cogeneración de nueva información y análisis junto con acciones orientadas a transformar la situación*"; se desarrolla un continuo de acción-reflexión-acción. En la ejecución del proceso interactúan saberes académicos, institucionales y comunitarios buscando generar proyectos sostenibles gestionados por comunidades autónomas.
- La sustentabilidad de las inversiones solo se logra si las opciones tecnológicas se adecúan a las condiciones socioculturales y económicas de las comunidades; su operación y mantenimiento puede ser efectuado por personal local, existe una organización comunitaria capaz de asumir la administración del sistema y el cuidado de la microcuenca abastecedora, y los usuarios hacen un uso eficiente del recurso, pagan la tarifa y controlan el desempeño del organismo que gestiona el servicio.

## ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA

En la Figura No. 1 se muestra el flujograma de las etapas del proceso de Planificación Participativa que se van a desarrollar en este documento.

**Figura No. 1.** Flujograma de las etapas de la Planificación Participativa para establecer sistemas de potabilización de agua y optimizar el saneamiento en sitio



Fuente: Metodología del Instituto Cinara.

### 1 Investigación Preliminar

Generalmente, los municipios carecen de los recursos necesarios para solucionar los múltiples problemas que afrontan sus áreas rurales, de ahí la importancia de los procesos de priorización acordes con las necesidades identificadas por las propias comunidades.

Parte importante de la optimización de esos recursos está dada por el manejo de información actualizada y confiable, por lo tanto, es importante que el personal técnico en Asistencia Técnica Municipal en Agua y Saneamiento (ATM en AyS), o quien desempeñe este tipo de funciones, posea una visión amplia de las condiciones de agua y saneamiento de la zona rural.

Para recuperar la información necesaria sobre la zona rural, es importante indagar la información existente sobre las localidades rurales, los estudios y documentos técnicos como planos, topografía e informes, en distintas oficinas y dependencias del orden local y regional. En esta etapa de investigación se realizan las siguientes actividades:

- Identificación de los sitios donde se encuentra la información.
- Envío de comunicación formal solicitando el acceso a dicha información, en los casos en que sea necesario.
- Recolección de la información.
- Análisis y procesamiento de los datos.

Entre los documentos que se consultan a nivel institucional están: Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), informes anuales del estado de los recursos naturales y del ambiente, mapas de riesgo, Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT); Planes de Vida de las Comunidades étnicas, análisis de calidad del agua y resultados del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA), planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMN), diseños de los sistemas de agua y saneamiento -si existen-, y los documentos anexos de las localidades que cuenten con proyectos ejecutados o en marcha.

Los datos que aporta la información recolectada se confrontan y analizan para

producir, a nivel de escritorio, un documento base sobre la capacidad instalada en el área rural, el cual se convierte en una fuente de consulta obligada para quien vaya a desarrollar proyectos en esta área. Sin embargo, para la formulación de los proyectos, esta información debe verificarse y validarse en campo con la participación de las comunidades locales, especialmente para que estas den respuesta a sus necesidades y sean de su interés.

## 2 Prediagnóstico

La zona rural de los municipios no es homogénea ni en el tamaño de la población de sus veredas, ni socialmente, ni étnicamente, ni en cuanto a las condiciones de suministro de agua y saneamiento. Es así como existe una gran variedad de condiciones, desde localidades que carecen de sistemas de abastecimiento de agua o tienen un sistema rudimentario, hasta acueductos interveredales con o sin sistemas de tratamiento de agua potable.

En cuanto a saneamiento, se encuentran localidades donde se practica *"la voladora"*<sup>3</sup>, pasando por soluciones con o sin arrastre de agua, en sitio, con o sin tratamiento, hasta sistemas colectivos de alcantarillado con cobertura total o parcial que generalmente carecen de tratamiento. Por lo tanto, Cuando el ATM en AyS, tiene que apoyar la selección de localidades para ejecutar programas específicos, debe partir de la consulta de la información existente sobre dicha localidad, y su posterior validación en campo mediante una visita de prediagnóstico. Antes de efectuar las visitas,

debe establecer criterios ponderados que le permitan clasificar las localidades en un rango de mayor a menor potencial para desarrollar sistemas de tratamiento de agua o cualquier otro tipo de programa.

Dependiendo del tamaño de la comunidad, el prediagnóstico se ejecuta en uno o dos días. Antes de llevarlo a cabo, el ATM debe contactarse con los líderes y lideresas locales que integran la Junta Directiva de la organización comunitaria que administra el sistema de abastecimiento de agua y con la Junta de Acción Comunal local.

La visita de prediagnóstico debe ser realizada por un equipo integrado por una persona del área técnica y una del área sociocultural, con balance de género, que tengan experiencia sobre abastecimiento de agua y saneamiento; además, un plan de trabajo claro de las actividades que van a llevar a cabo y que cuenten con los materiales y los instrumentos necesarios para registrar la información. En esta visita, el personal debe cuidarse de no generar en la población falsas expectativas sobre futuras obras.

La visita se inicia con el desarrollo de un Taller de Reconocimiento de la localidad y su sistema, del cual participan los líderes y lideresas locales, miembros de la Junta Directiva, y en el que se presentan los participantes y se explica el motivo y alcance del prediagnóstico. De manera participativa, se elabora un mapa de la localidad o localidades abastecidas por el sistema de agua con el personal operativo y los miembros de la Junta Directiva. En este mapa ellos destacan las principales características del relieve, las condiciones socioeconómicas y culturales locales, y trazan el recorrido del sistema de agua y localización de sus estructuras. Además,

los participantes analizan la situación local en cuanto a la administración y operación del sistema.

Con esa visión general sobre las condiciones locales, se hace una inspección sanitaria del sistema empezando por la microcuenca y el área de captación del agua y terminando con el recorrido general por la comunidad, para identificar las condiciones de suministro a las viviendas localizadas en los puntos extremos de la red y su situación en cuanto a saneamiento e higiene.

La visita de prediagnóstico, además de identificar los problemas más críticos en abastecimiento de agua y saneamiento, permite conocer las condiciones administrativas y operativas de los sistemas donde existan, así como las expectativas de los líderes locales en cuanto al mejoramiento o instalación de sistemas de agua y saneamiento. Cuando, previamente a la visita, se haya detectado la necesidad y el interés en establecer un sistema de tratamiento de agua potable o de aguas residuales, deben identificarse posibles sitios de localización de estas estructuras y disponibilidad de negociación de los predios más adecuados.

El equipo que realiza la visita de campo trabaja conjuntamente en el procesamiento de la información cualitativa y cuantitativa recolectada, y consigna por escrito sus resultados sobre la situación de la microcuenca, el sistema de abastecimiento, la administración y operación del sistema (si existe) o las condiciones de abastecimiento local, y la situación de abastecimiento a los usuarios y sus condiciones de saneamiento e higiene. Por último, con base en esta información, clasifica las localidades de mayor a menor potencial para desarrollar el programa propuesto.

\*\*\*\*\*

<sup>3</sup> En algunas viviendas que carecen de sistemas de disposición de excretas, las personas colocan la materia fecal en bolsas plásticas y la arrojan fuera de sus viviendas.

### 3 Diagnóstico Participativo

Esta actividad solamente se lleva a cabo en comunidades donde existen acuerdos entre las autoridades locales, departamentales o nacionales, y las comunidades sobre la realización de inversiones para establecer u optimizar sistemas de abastecimiento de agua o saneamiento. Su ejecución implica el involucramiento de la comunidad local y la ejecución de estudios (calidad del agua, topografía, suelos, etc.) cuyos costos de inversión sólo se justifican si se va a ejecutar el proyecto.

En el diagnóstico participativo es fundamental la vinculación de los usuarios del sistema de agua y de los líderes de las organizaciones comunitarias como la Junta Administradora del Acueducto, la Junta de Acción Comunal (JAC), entre otras, y de actores clave como docentes, personal de salud y el párroco, quienes poseen información valiosa sobre la comunidad, y pueden promover su participación y contribuir a difundir el proyecto. Estas personas también apoyan actividades importantes para la implementación del proyecto, como convocatorias, logística de desplazamiento del grupo facilitador, y diferentes tareas definidas concertadamente con el equipo facilitador.

El levantamiento de la información para el diagnóstico participativo es una actividad que tiene una duración inicial, estimada en tres días, dependiendo del tamaño de la comunidad. Integra diferentes estrategias de investigación y aprendizaje: talleres comunitarios, reuniones con grupos focales, inspección sanitaria del sistema de abastecimiento, entrevistas semiestructuradas a personas clave, visitas domiciliarias, y estudios especiales

(cuya duración depende de su grado de complejidad).

Mediante la triangulación de la información que arrojan las diferentes estrategias, se logra tener una visión de la situación socioeconómica y cultural de la población; su historia, las condiciones de las fuentes de agua y de los ecosistemas locales, la situación de la tecnología existente, y del manejo administrativo de los servicios de agua y saneamiento. Además, el personal técnico, con apoyo de la comunidad, debe identificar y validar sitios para la localización de la planta de agua potable y de aguas residuales, trazados de tuberías, pasos especiales y servidumbres.

También es necesario que se efectúen análisis de calidad del agua en la fuente y en la red de distribución, se hagan aforos en la fuente y en los componentes del sistema, y mediciones de presión en la red de distribución, donde exista y esté funcionando. Igualmente, como parte del diagnóstico, personal especializado deben llevar a cabo los estudios de suelos, hidrológico, de tratabilidad de la fuente de agua y la topografía.

En el diagnóstico participativo la comunidad, conjuntamente con el equipo facilitador, analiza sus condiciones en cuanto a suministro de agua y saneamiento, incluyendo la situación en la escuela local, y prioriza los problemas a resolver.

#### Actividades Iniciales

Cuando el equipo facilitador llega a la comunidad, el primer encuentro es con la Junta Directiva del Acueducto o con los líderes y lideresas que hayan asumido trabajar para lograr los servicios actuales.

Con ellos se construye el mapa de la localidad, sobre el cual se indica:

- La distribución de la población y sus condiciones socioeconómicas.
- La localización de las estructuras clave de los sistemas de agua y saneamiento, y sus condiciones de funcionamiento tales como: problemas frecuentes, estado de las estructuras, operación y mantenimiento.
- La continuidad y cobertura del servicio, calidad del agua en época de lluvia y en verano, tanto en la fuente como en la red de distribución.
- Número de suscriptores, zonas de expansión y de inundación en la localidad.

La actividad descrita anteriormente orienta la inspección sanitaria de la microcuenca y de los sistemas de agua y saneamiento, que se realiza seguidamente en compañía del personal que opera el sistema y de los líderes y lideresas locales. Con la Junta Directiva también se indaga sobre la existencia de la concesión de agua y del documento de mapa de riesgo, personal a cargo, tarifas, morosidad y en general los aspectos comerciales, financieros y legales. Igualmente, se concreta el sitio y hora de realización del taller con la comunidad usuaria del sistema de agua.

En el Taller con la comunidad se efectúa un reconocimiento de la historia local y de la historia del sistema de abastecimiento de agua y de saneamiento, si existen soluciones colectivas; ocupaciones y usos del tiempo diario de hombres y mujeres en la localidad; lo mismo que la presencia institucional y las actividades que desarrollan con relación al suministro de agua y el saneamiento.

Además, se elabora con ellos un mapa de la localidad en el cual se evidencian las condiciones socioeconómicas, los sitios de encuentro de la población, los principales problemas que enfrentan en cuanto a abastecimiento de agua y saneamiento y las zonas, ya sea topográficas, étnicas o socioeconómicas, en que se encuentra dividida la localidad para que en las visitas domiciliarias se seleccionen de manera intencional viviendas representativas de dichas zonas.

En el recorrido que los facilitadores realizan por la comunidad, en las viviendas seleccionadas intencionalmente, se aplica un cuestionario que indaga por las condiciones socioeconómicas de los habitantes, los usos domésticos del agua, el manejo del agua en la vivienda, la higiene personal y de la vivienda, las formas de disposición de las aguas residuales, las excretas, los residuos sólidos y la opinión sobre la gestión del servicio. En este recorrido se debe estar atento a registrar las observaciones sobre expresiones culturales, prácticas lúdicas y actividades económicas presentes en la localidad como parte del proceso de contextualización.

#### Identificación del riesgo en los sistemas de agua y saneamiento

El recorrido de inspección sanitaria de los sistemas de agua y saneamiento lo realizan los facilitadores técnico y social, en compañía de algunos integrantes de la Junta Directiva que administra el acueducto y del personal operativo. El recorrido comienza en la microcuenca abastecedora, para caracterizar su situación en cuanto a calidad y disponibilidad de agua, los usos del suelo, los usuarios de la fuente de



abastecimiento y los posibles usos del agua; el tipo de vegetación riparia y su estado.

Además, es necesario tener presente dos situaciones de riesgo que se pueden presentar en las microcuencas: 1). Afectaciones por el manejo y disposición inadecuada de las aguas residuales domésticas, agropecuarias o de minería que pueden contribuir a la contaminación de las fuentes hídricas, y 2). Los riesgos generados a partir de amenazas naturales o antrópicas que podrían ocasionar inundaciones, crecientes torrenciales, deslizamientos, y que impactarían negativamente la infraestructura de acueducto y alcantarillado. Esta información se georreferencia y ubica en un plano topográfico.

Después, se visitan las demás estructuras que componen el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento (alcantarillado y sitios de disposición de residuos sólidos) y se evalúa su estado actual identificando los posibles riesgos de la infraestructura más los riesgos para la salud de la población usuaria de los sistemas. Para recolectar la información, se usan listados de observación estructurada

que han sido diseñados previamente para tener un registro confiable de los datos. Estos listados se complementan con otras técnicas cualitativas como la observación no estructurada y la entrevista semiestructurada.

También se hace un registro fotográfico de los aspectos más relevantes encontrados en la inspección y que complementan la información que se registra en los formatos. Este análisis se debe hacer tanto para las fuentes superficiales como para las subterráneas de suministro de agua, y las fuentes receptoras de aguas residuales domésticas.

Teniendo en cuenta que la escuela concentra buena parte del día a los niños y niñas de la localidad, no debe dejarse de lado hacer una inspección sanitaria a este sitio para identificar las condiciones de abastecimiento de agua, la situación de las baterías sanitarias, el manejo de su efluente y el manejo de los residuos sólidos. Frecuentemente, se deja por fuera a la escuela de los mejoramientos que se llevan a cabo en los servicios públicos porque se carece de información sobre su situación.



Inspección sanitaria de un sistema de tratamiento de aguas residuales

### Valoración del riesgo en los sistemas de agua y saneamiento por parte del facilitador técnico

Durante el diagnóstico participativo es necesario que el personal con formación y experiencia técnica precise las condiciones en que se encuentra la infraestructura existente, lo cual incluye:

- Examinar el estado físico de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento.
- Analizar el funcionamiento de dichos componentes.
- Determinar la capacidad hidráulica de los componentes para responder a las demandas futuras (balance oferta demanda).
- Categorizar los principales problemas de los sistemas en cuanto a estado, funcionamiento y capacidad hidráulica.
- Identificar las necesidades prioritarias de los sistemas para su mejoramiento.
- Identificar las condiciones de operación y mantenimiento de los sistemas, el nivel de capacitación del personal operativo y su conocimiento del sistema.

Adicionalmente, se debe revisar la información relacionada con los diseños hidráulicos de la infraestructura existente y/o proyectada, la cual incluye: estudios, memorias, planos, presupuestos, especificaciones técnicas de construcción, etc., para efectuar una triangulación con la información recolectada en campo. En el caso del servicio de alcantarillado, se considerarán además como fuente de información los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV).

Previo a la realización de los análisis de calidad del agua, se debe revisar el mapa de riesgo, donde exista. Igualmente, se deben realizar análisis de la calidad del agua en la fuente de suministro. En las comunidades en las cuales cuentan con plantas de tratamiento de agua que van a ser optimizadas, se deben hacer análisis de la calidad del agua a la entrada y salida de la planta de tratamiento, para valorar su eficiencia.

Los parámetros básicos de calidad del agua que se analizan tanto en la fuente, como a la entrada y a la salida de la planta (cuando existe) son: turbiedad, pH, color aparente, color real, hierro total, dureza total, alcalinidad, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, conductividad, fosfatos, cloruros, E. Coli y coliformes totales, entre otros. Donde existan condiciones especiales definidas en los Mapas de riesgo se incluirán, además de los parámetros de calidad exigidos por la ley, los que determine la autoridad de salud.

Así mismo, se incluyen estudios de tratabilidad donde se vaya a diseñar planta de tratamiento de agua potable nueva, lo cual es fundamental para establecer los criterios de diseño de la tecnología seleccionada.

Cuando las visitas se realizan en época seca, como parte del proceso metodológico para identificar la calidad del agua en época de lluvias, en el laboratorio se acondicionan 6 rangos de turbiedad (10, 30, 50, 100, 200 y 300 UNT) para que le sirvan de referente al fontanero y/o a las personas de la comunidad que conocen el comportamiento de la fuente en época de lluvia; de manera que puedan identificar el rango de turbiedad que se presenta en condiciones críticas, y definan el tiempo de duración de dicha

turbiedad. Además, este dato se compara con los resultados de calidad del agua obtenidos durante los muestreos.

### Elaboración de Mapas de riesgo de la calidad del agua

Desde la expedición del Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, existe en Colombia la obligatoriedad de elaborar el Mapa de riesgo de la calidad del agua de cada sistema de abastecimiento de agua (condiciones de la fuente abastecedora y del agua en la red de distribución). En los sistemas de abastecimiento donde no se cuente con concesión de agua, debe solicitarse la elaboración del Mapa de riesgo ante la autoridad ambiental respectiva, bien sea municipal o departamental, porque este documento es requisito indispensable para el trámite de la concesión.

El Decreto 1575, en su artículo 2, establece que el Mapa de riesgo es el *“Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de la cuenca o microcuenca abastecedora de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas,*

*independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos”.*

Los Mapas de riesgo deben ser actualizados anualmente. Según la Resolución 04716 de 2010 de los Ministerios de Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la elaboración del Mapa de riesgo debe llevarse a cabo por parte de las autoridades sanitarias departamentales, distritales y municipales, así:

**Secretaría Departamental de Salud.** Esta instancia tiene la obligación de construir, dentro de su jurisdicción, los Mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de los municipios con categoría 4, 5 y 6<sup>4</sup>.

**Secretarías de salud municipales.** En los municipios con categorías 1, 2 y 3, la Secretaría de Salud Municipal tiene la responsabilidad directa de construir los Mapas de riesgo de calidad del agua para consumo humano.

**Distritos Especiales.** En todos los casos, la coordinación de las actividades deberá recaer en la autoridad sanitaria con competencia en el área de abastecimiento principal.

En el ANEXO 1, se incorporan algunos de los formatos empleados por la Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca (UES Valle) para la recolección de la información necesaria para la construcción del Mapa de riesgo.

\*\*\*\*\*

<sup>4</sup> Con base en la Ley 715 de 2001, en Colombia se clasifican los municipios en categorías que van de la 1 a la 6, de acuerdo con su número de habitantes y sus ingresos corrientes de libre destinación. En la categoría 6 se ubica más del 80% de los municipios del país, por tener menor tamaño de población y menores ingresos.

## Selección del Sitio de Planta

Con base en la inspección sanitaria y mediante la observación y análisis hidráulico de los niveles entre las estructuras para suministro (principalmente a gravedad) y previa confirmación con el estudio topográfico, se selecciona el sitio donde se podrá construir la planta de tratamiento de agua potable o de agua residual, según sea el caso, verificándose el área disponible para ello a partir del predimensionamiento de las estructuras componentes de la tecnología. Este proceso implica conversaciones con los propietarios del lugar sobre posibilidades de venta o negociación.

El lote deberá contar con pendiente moderada, sitio para evacuación de residuos líquidos finales, no estar ubicado en zona de alto riesgo, ni que presente afectación por niveles freáticos o inundaciones por quebradas cercanas; además, deberá contar con fácil acceso, entre otros aspectos. La autoridad ambiental deberá autorizar formalmente el sitio de planta seleccionado.

Esta diligencia es asumida por la alcaldía local hasta lograr la negociación del terreno, la cual es indispensable para viabilizar el proyecto técnica y financieramente con recursos de la Nación. Un sitio de planta no definido retrasa los procesos e impide su viabilización ante el mecanismo de Ventanilla Única del MVCT.

## Estudios especiales

Como parte del diagnóstico deben realizarse diversos estudios que se detallan a continuación:

### Topografía

Es necesario realizar el levantamiento topográfico para el diseño de nuevas redes de distribución o para el chequeo hidráulico de las que existen, tanto para acueducto como para alcantarillado.

Este levantamiento topográfico también debe realizarse para la localización de nuevas estructuras, o evaluar las existentes, y la definición de pasos especiales en caso de que se requieran por las condiciones de estado de los suelos, la topografía del lugar o el paso de quebradas. Además, se ejecuta el levantamiento topográfico de los sitios donde se van a construir plantas de agua potable o de agua residual.

El levantamiento topográfico deberá estar acompañado siempre por el personal de diseño hidráulico, estructural, arquitectónico y eléctrico del proyecto, porque en campo se deben tomar decisiones entre las comisiones que están directamente relacionadas con los diseños finales: trazados de tuberías, servidumbres, áreas de terrenos donde se localizarán estructuras, localización de pasos especiales, puntos de desagüe final de aguas servidas, características topográficas del lugar, entre otras.

### Levantamiento topográfico



### Estudios Hidrológicos

En las comunidades donde se diseñarán acueductos nuevos, se realizan estudios hidrológicos en las fuentes de suministro. Estos estudios definen la capacidad hídrica de la fuente tanto en verano como en invierno de manera que permita determinar las condiciones de oferta y demanda, el comportamiento hidráulico de la fuente en caso de la instalación de una bocatoma, la determinación de niveles mínimos, medios y máximos para el diseño de la bocatoma, y la posibilidad de ocurrencia de inundaciones.

Donde existen bocatomas es importante definir los niveles máximos, medios y mínimos del agua en los cauces para corroborar comportamientos del agua en el cauce en épocas de verano e invierno. Estos niveles deberán ser marcados en el levantamiento topográfico.

### Estudios de Suelos

En todos los sitios donde se realizan diseños de estructuras nuevas, tanto de agua potable como de aguas residuales, se llevan a cabo estudios de suelos para garantizar la estabilidad de la infraestructura ante fenómenos naturales y propios del suelo. Estos estudios resultan fundamentales para definir la geología del suelo, su estratigrafía, su capacidad portante y la estabilidad de taludes. Además, permiten garantizar la estabilidad de las estructuras que se construirán y definir condiciones especiales a tener en cuenta en el diseño estructural y en la construcción de las obras.

Los Estudios de suelos se adelantan tanto para sistemas de abastecimiento de agua como para sistemas individuales de aguas residuales. Los resultados

permiten orientar a los diseñadores sobre condiciones especiales de diseño estructural, hidráulico y arquitectónico, además de la estabilización de taludes, colocación de tuberías y drenajes de aguas de escorrentía durante la construcción.

Los tiempos de ejecución de estas actividades están directamente relacionados con la magnitud de las obras. En promedio, para la elaboración de los diseños de las estructuras priorizadas en el proyecto ASIR-SABA, se destinaron cuatro meses para los levantamientos topográficos, incluido trabajo de campo y de oficina, además de los planos respectivos y varias comisiones trabajando de manera simultánea. Los proyectos que tuvieron mayores demoras fueron los completos (sistemas de agua potable y residuales).

### Valoración de las estructuras existentes del acueducto

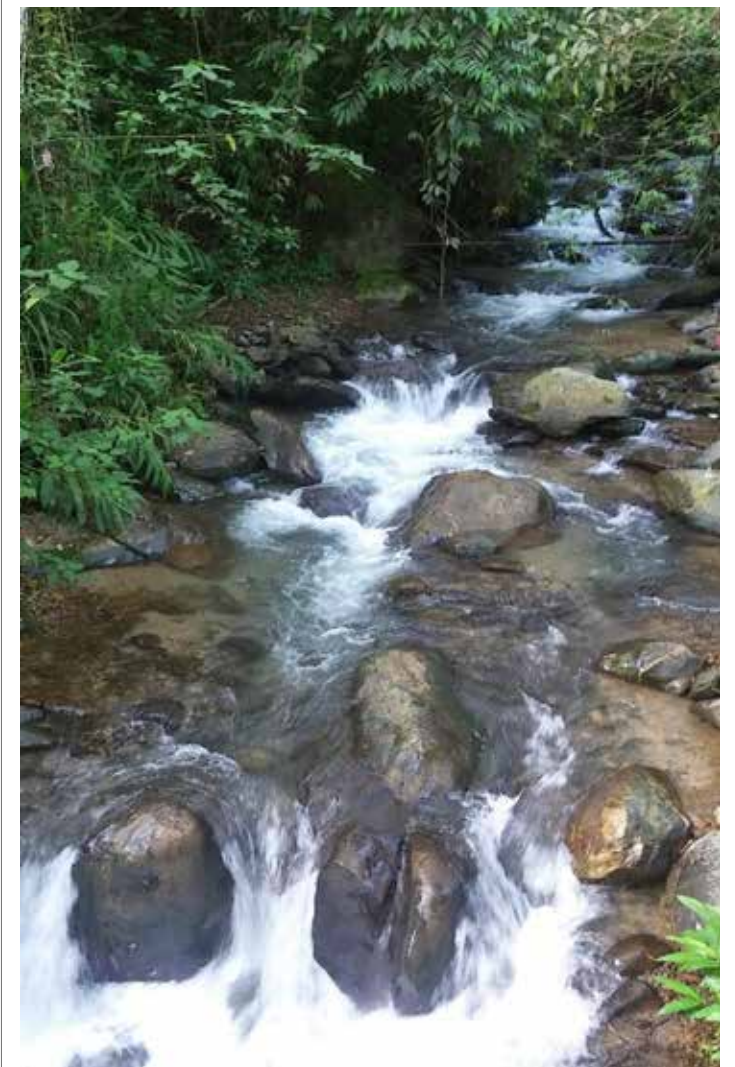
Las estructuras que no requieren de intervención y que se continuarán usando en el proyecto, deben ser evaluadas hidráulicamente y estructuralmente para justificar su uso y garantizar su sostenibilidad en el tiempo.

Se debe verificar que estas estructuras cumplan su función, que tengan todas las características, accesorios y condiciones recomendadas por el Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico (RAS) para que estén técnicamente bien construidas; además, que estructuralmente cuenten con los materiales y elementos necesarios para su estabilidad y durabilidad. Por otro lado, se debe verificar que no presenten grietas que pongan en peligro la estructura y que estén bien ancladas o cimentadas en el

terreno. En caso de que en la evaluación resulte que las estructuras se deben cambiar, es necesario realizar el diseño respectivo.

Toda la información recolectada se triangula y se procesan las encuestas, para producir un documento de informe de diagnóstico participativo. Este documento estará sujeto a los ajustes que se requieran, de acuerdo con lo expresado por la comunidad en la jornada de Devolución de la información.

### Río Arauca en la vereda Alto Mira, Trujillo



## 4 Devolución de la información del Diagnóstico Participativo

Con base en el informe de Diagnóstico participativo, el equipo facilitador elabora "Estaciones de Análisis", para volver a la comunidad a confrontar dicha información. Las Estaciones incluyen textos cortos, gráficas, fotos y dibujos que consignan de manera fácil de entender, tanto para los hombres como para las mujeres, los hallazgos del diagnóstico participativo en cuanto a: historia local, condiciones socioeconómicas y culturales locales, las condiciones de la fuente de abastecimiento y los ecosistemas locales; la situación de los sistemas de abastecimiento de agua

y saneamiento, la gestión comunitaria de los servicios y el comportamiento de los usuarios.

Esta actividad de devolución permite que los y las participantes validen la información y, en algunos casos, sugieran correcciones. También posibilita que las personas que no han podido participar en las actividades del Diagnóstico participativo, se sumen con sus aportes. Al revisar dicha información, los participantes reflexionan acerca de los problemas locales y, a partir de ello, visualizan qué tipo de futuro "sueñan" para su comunidad, con relación a dichos aspectos. Esta información de "El Sueño" alimentará el proceso de construcción de un plan para fortalecer la gestión comunitaria que se ejecutará a lo largo del desarrollo del proyecto.

Devolución de la información del diagnóstico en Culebras, Trujillo



## 5 Selección participativa de tecnología

### Selección de opción de tratamiento de agua potable

Un aspecto fundamental para garantizar la sostenibilidad de las tecnologías es la participación de la comunidad en la decisión sobre la opción tecnológica a diseñar. Para que la comunidad pueda tomar una decisión informada, se deben realizar las acciones que se describen a continuación:

### Visita de reconocimiento a experiencias en tratamiento de agua potable y residual a escala real

Para familiarizar a las comunidades con las opciones tecnológicas en agua y saneamiento, es muy importante visitar experiencias a escala real que estén administradas por organizaciones comunitarias con trayectoria en el manejo de plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales.

Este reconocimiento de experiencias exitosas permite a las comunidades visitantes ver que son capaces de manejar tecnología con criterios de sostenibilidad; de capacitar a otras comunidades, a instituciones educativas (básica primaria, secundaria y universidades en la modalidad de pregrado y postgrado); de ser orientadoras de acciones institucionales para el sector rural y, además, fuente de información para las instituciones. Estos ejemplos se convierten en referente para las comunidades que apenas están iniciando el proceso y forjan alianzas para futuros apoyos entre organizaciones.

En estas visitas se reconocen aspectos tecnológicos, organizativos y de gestión de los servicios públicos. Además, facilitan el desarrollo de un diálogo de saberes con comunidades que han vivido estos procesos antes y que cuentan con experiencias valiosas que comunican abiertamente.

**La comunidad define el grupo de personas que les representará en las visitas de reconocimiento.**

Aprovechando la infraestructura instalada, después de que la organización anfitriona resuelve todas las preguntas sobre la gestión local de los servicios públicos, se puede proyectar un video que evidencie la relación entre calidad del agua y salud humana, que sirva para promover una discusión sobre el tema con los participantes de la visita, divididos en grupos pequeños.

Posteriormente, y con los mismos grupos, los facilitadores realizan un ejercicio experimental para precisar la diferencia entre turbiedad, color y las características organolépticas del agua, de manera que sea muy fácil entender la función que cumple una planta de tratamiento. Luego, se visita la planta y se explican las funciones de cada una de las etapas de tratamiento de la tecnología presente en la localidad visitada.

Las visitas a proyectos a escala real permiten que los participantes valoren la importancia del personal administrativo y operativo vinculado a la gestión comunitaria de los sistemas de agua y saneamiento, la importancia de la colaboración de los usuarios a través del control de la gestión y del pago oportuno de las tarifas, y la necesidad de cuidar la fuente abastecedora y de informarse sobre los aspectos legales de obligatorio cumplimiento.

### Visita a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del corregimiento de Mondomo, en Santander de Quilichao, Cauca



En el marco del proyecto ASIR-SABA, las comunidades visitaron el corregimiento de Mondomo, Cauca, donde existe una planta con tecnología de Filtración en Múltiples Etapas (FiME) que está en funcionamiento desde el año 1997. También visitaron la experiencia de Acuasur, en el corregimiento de Robles, Valle del Cauca, que tiene en funcionamiento una planta de potabilización con tecnología convencional o de ciclo completo, operada por la comunidad desde el año 2001 cuando reemplazaron la operación que realizaba Acuavalle E.S.P.

Además, visitaron la Estación de Investigación de Aguas Residuales de Ginebra, Valle del Cauca, donde Acuavalle en colaboración con universidades de la región, mantiene en funcionamiento diferentes opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales. Estas visitas contaron con acompañamiento de personal vinculado al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, a Gobiernos municipales, y a la Embajada de Suiza en Colombia - Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE).

#### Foro para discutir innovaciones socio-técnicas

Después de la realización de las visitas, es necesario efectuar eventos como un foro o un simposio que permita conocer las experiencias de la academia a nivel local, nacional e internacional; también, profundizar sobre la política rural en acceso al agua y

saneamiento, las opciones tecnológicas para el tratamiento del agua y de saneamiento, y la gestión de los servicios públicos. Esta actividad amplía el panorama, porque permite resolver las inquietudes que surgieron en las visitas de campo, y se convierten en insumos para que la comunidad pueda tener un mejor nivel de información sobre estas tecnologías y decidir cuál es la que se adapta mejor a sus condiciones y necesidades.

### Foro Innovaciones Socio-técnicas para la Gestión Sustentable del Agua Potable y el Saneamiento Rural



El 12 de abril de 2016, en las instalaciones del Instituto Mayor Campesino (IMCA) ubicadas en la ciudad de Guadalajara de Buga, se llevó a cabo el Foro Innovaciones Socio-técnicas para la Gestión Sustentable del Agua Potable y el Saneamiento Rural. Este Foro, que se realizó en el marco del Proyecto ASIR-SABA contó con la participación de 151 personas, entre conferencistas nacionales e internacionales, representantes de las comunidades vinculadas al proyecto, organizaciones comunitarias invitadas, representantes de las instituciones del nivel departamental de Cauca y Valle del Cauca, y del nivel nacional.

El Foro permitió constatar que en Colombia se viene trabajando en la sustentabilidad del suministro de agua y saneamiento rural desde hace varios años, y que se ha generado un conocimiento útil para las comunidades que quieren mejorar sus condiciones en este campo. Los líderes y lideresas comunitarias organizados en juntas administradoras o asociaciones de usuarios, se aproximaron, exploraron y pudieron contrastar la visión comunitaria con la académica y evidenciar su complementariedad.

### Opciones Tecnológicas para el Tratamiento del Agua Potable

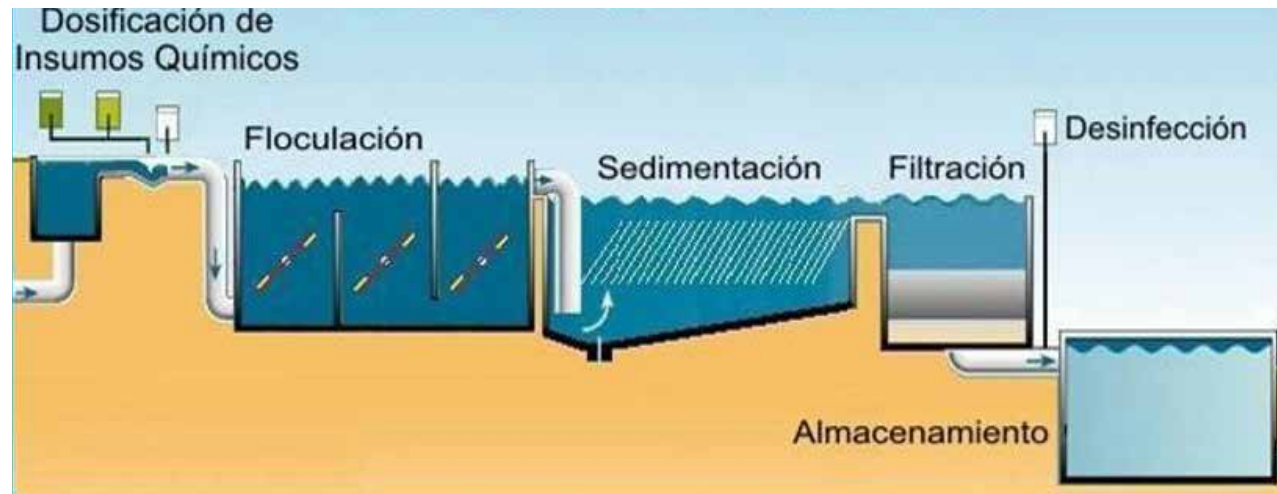
#### Planta de Filtración Rápida Completa o Ciclo Completo

Una planta de Filtración Rápida Completa, o Ciclo Completo, normalmente integra los procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. El proceso de coagulación se realiza en dos etapas: una fuerte agitación del agua para

obtener una dispersión instantánea de la sustancia coagulante en toda la masa de agua (mezcla rápida), seguida de una agitación lenta para promover la rápida aglomeración y crecimiento del flóculo (etapa de floculación). En la Figura No. 2 (siguiente página) se muestra un esquema, en corte longitudinal, de una planta de tratamiento con esta tecnología.

El agua proveniente de la decantación debe tener un color entre 5 y 10 UPC, como máximo, y una turbiedad idealmente no mayor a 2 UNT. Esta estructura debe remover

**Figura No 2.** Esquema tecnología de potabilización por Ciclo Completo



por lo menos el 90% de la turbiedad del agua cruda. La tasa de filtración adoptada es de 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día (Di Bernardo y Sabogal, 2008).

De acuerdo con las investigaciones realizadas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, el filtro debe producir un efluente con una turbiedad menor o igual a 0,10 UNT para garantizar que esté libre de huevos de parásitos (Giardia, Cryptosporidium, etc.). Para lograr esta eficiencia en la filtración, es necesario que los decantadores produzcan un agua con 2 UNT como máximo, lo cual exige un trabajo de operación y mantenimiento bastante estricto (CEPIS, 2004). En la Tabla No. 1,

se observan los límites de operación en términos de calidad para la filtración rápida completa o ciclo completo.

Esta alternativa requiere de condiciones de operación y mantenimiento estrictas y continuas, por lo tanto, el operador debe estar en capacidad de tomar decisiones rápidas ante cambios en la calidad del agua cruda, es decir, requiere del cambio y ajuste de dosis de coagulante cada vez que se presenten cambios en la calidad del agua en cuanto a turbiedad, color pH y microorganismos. La dosificación del coagulante requiere de la realización de pruebas de jarras que sustenten la decisión sobre la dosis a aplicar con base en la calidad del agua cruda que ingresa a la planta.

**Tabla No. 1.** Límites de calidad del agua aceptables para la Filtración Rápida Completa

| Parámetro                               | 90% del tiempo | 80% del tiempo | Esporádicamente                                       |
|---|----------------|----------------|---|
| Turbiedad (UNT)                         | <1.000         | <800           | <1.500, si excede, considerar pre sedimentación       |
| Color (UC)                              | < 150          | <70            |   |
| NMP de coliformes termotolerantes/100mL | <600           |                | Si excede de 600, se debe considerar pre desinfección |

Fuente: Cepis (2004).

## Plantas Compactas

Es una tecnología en la cual, en una unidad más pequeña, compacta, se llevan a cabo todos los procesos de tratamiento que se hacen en un sistema convencional. Se utilizan las tasas máximas recomendadas para hacer el sistema más compacto. El objetivo es minimizar espacios, maximizando eficiencias con menores tiempos de retención (ver Figura No. 3).

Estas plantas son sistemas prediseñados y prefabricados que se instalan o ensamblan en espacios destinados para su operación. Estas tecnologías responden a diferentes riesgos y diferentes características del agua cruda y del agua tratada. Están diseñadas para diferentes caudales, velocidades y condiciones de operación, tanto manuales como de autolavado. Algunas de ellas están patentadas.

Las plantas compactas presentan limitaciones ante cambios bruscos en la calidad del agua con altas frecuencias, debido a que los tiempos de retención no superan los 60 minutos. Por lo tanto, funcionan bien ante calidades de aguas con bajas variaciones en época verano e invierno uniformes, es decir, con bajos picos de turbiedad o microorganismos.

Por lo general, las Plantas Compactas de flujo rápido cuentan con estructuras de control de caudal, dosificación de químicos, mezcla, coagulación, floculación, sedimentación y filtración en filtros rápidos a presión o gravedad. Usualmente funcionan con sistemas eléctricos, a presión, que generan costos de operación y mantenimiento adicionales a otras tecnologías que no los requieren, incidiendo finalmente en incremento en las tarifas a pagar por los usuarios del servicio.

Adicionalmente, estas plantas deben ser operadas por personal con capacidad para responder de manera oportuna, en la operación de la planta, a los cambios bruscos de la calidad del agua como la turbiedad, requiriéndose un nivel de conocimiento acorde al tipo de riesgo en el agua cruda. Es decir, se requiere experticia para el cambio de dosificación de coagulante ante incrementos en la turbiedad del agua, además, de la determinación de dosis óptima de coagulante con pruebas de jarras acorde a la alcalinidad, pH, temperatura y acidez del agua cruda. Si estos cambios de dosificación no se hacen a tiempo, puede pasar agua no potable a la red y por ende a las viviendas. En sí, estas plantas son difíciles de operar en comunidades rurales con bajo nivel de escolaridad.

**Figura No 3.** Esquema tecnología de Planta Compacta



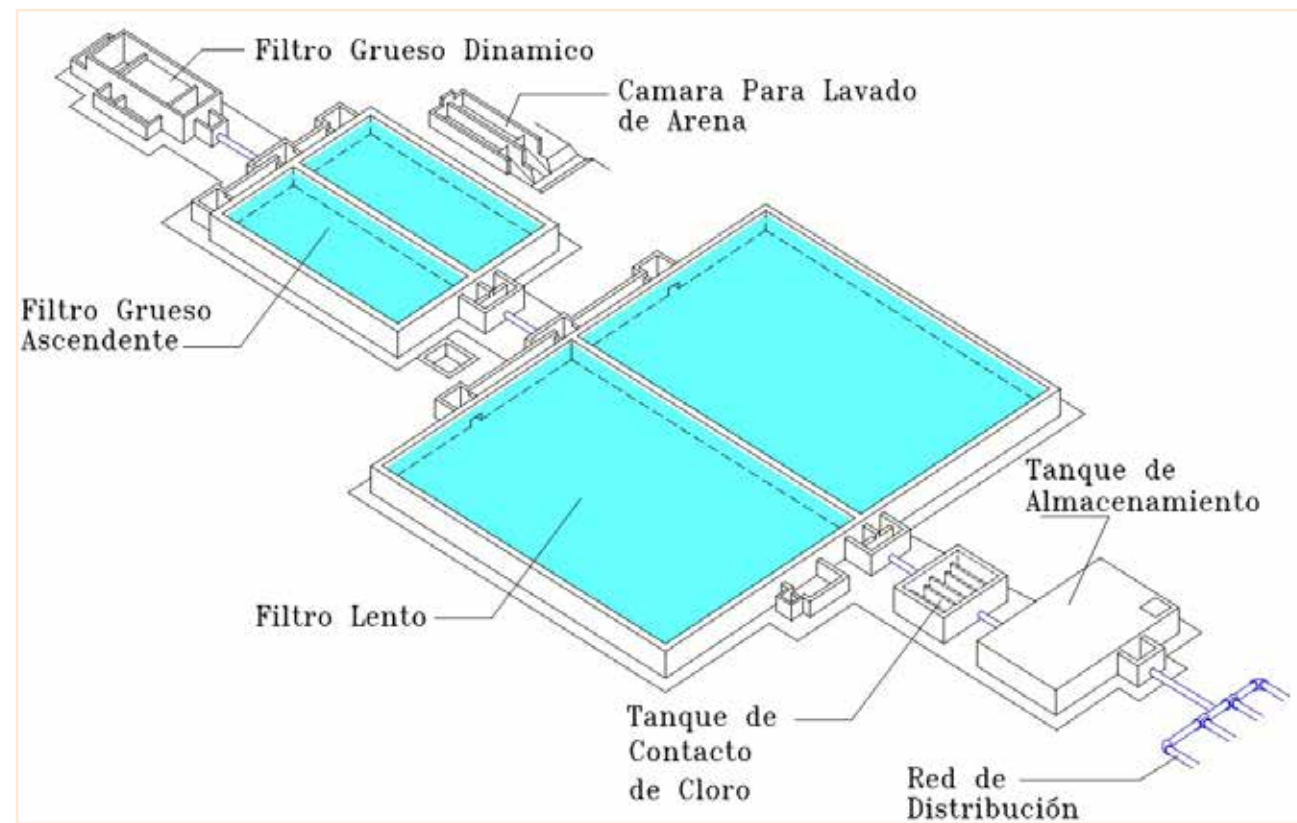
## Tecnología de Filtración en Múltiples Etapas (FiME)

Es importante mencionar que en Colombia existen muchas plantas FiME construidas y funcionando, principalmente en los departamentos de Valle del Cauca y Cauca.

Existen diferentes configuraciones de la tecnología FiME que van desde una FiME 1 (FGDi + FGAC + FLA) hasta una FiME 3 (FGDi + FGAS 3 + FLA), cuyo uso depende del riesgo de la fuente en términos de parámetros de calidad. Por lo tanto, la caracterización del riesgo en época de lluvia es un criterio fundamental para la selección de esta tecnología.

Se han encontrado experiencias donde la calidad del agua cruda en época de lluvia presenta valores altos de color y de turbiedad que no alcanzan a ser removidos por la tecnología FiME, lo cual genera agua de mala calidad o se colmatan los filtros lentos. En la Figura No. 4 se muestra una vista en planta de la tecnología FiME 1.

Figura No. 4. Tecnología FiME – Vista en planta



Fuente: Instituto Cinara.

Para lograr menores costos de funcionamiento, preferiblemente, la tecnología FiME se instala en sitios donde pueda funcionar a gravedad, combinando diferentes barreras de tratamiento en las cuales la dirección del flujo varía entre las unidades de tratamiento (direcciones

de flujo ascendente y descendente), a través de niveles de grava (Filtro Grueso Dinámico-FGDi y Filtro Grueso Ascendente en Capas-FGAC).

La última etapa de tratamiento son los Filtros Lentos en Arena (FLA) donde se hace

la remoción de los microorganismos que han logrado pasar por las etapas previas de pretratamiento en gravas. En la FiME 3, la segunda etapa de tratamiento, es decir los FGAC, son reemplazados por tres filtros en serie, en tres etapas (FGAS3 etapas), con lo cual se garantiza la eficiencia en la reducción de parámetros como turbiedad y color, en las etapas previas de pretratamiento y se acondicionan para la adecuada operación del FLA.

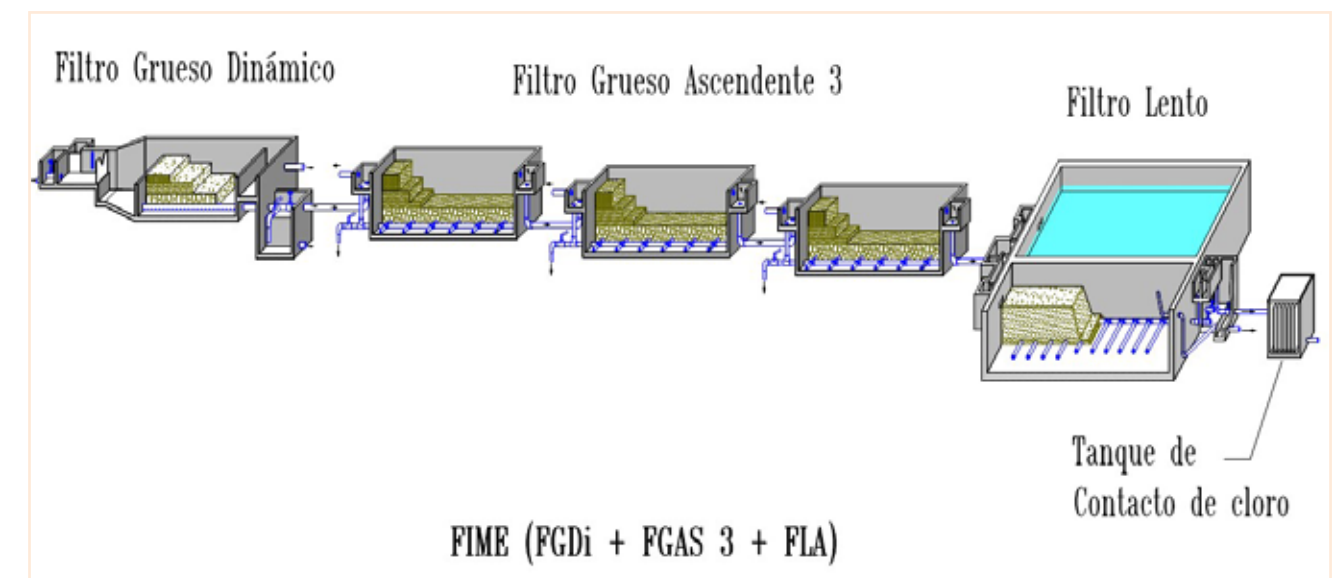
Los componentes de la tecnología de Filtración en Múltiples Etapas 3, son: estructura de entrada, filtro dinámico, filtración gruesa ascendente en serie en tres etapas y filtración lenta en arena.

Además, debe tener cámara de contacto de cloro, tanque de almacenamiento y caseta para almacenamiento de químicos; también cámara para el lavado de arena y gravas, y sitio para el almacenamiento de la arena lavada.

En la Figura No. 5, se observan las tres etapas de filtración gruesa en gravas que complementarían esta tecnología, ampliando el rango de operación en parámetros críticos como la turbiedad, el color y la contaminación microbiológica. Es decir, la etapa de FGAC se reemplazaría por tres etapas en serie. La tecnología FiME en tres etapas opera bajo las siguientes condiciones de calidad de agua:

|                  | Turbiedad   | Color  | Coliformes fecales |
|------------------|-------------|--------|--------------------|
| <b>Máximo</b>    | 300 UNT     | 60 UPC | 15000 UFC/100 ml   |
| <b>Promedio</b>  | 95%: 70 UNT | 20 UPC | 5000 UFC/100 ml    |
| <b>Percentil</b> | 25 UNT      |        |                    |

Figura No. 5. Filtración en gravas en tres etapas



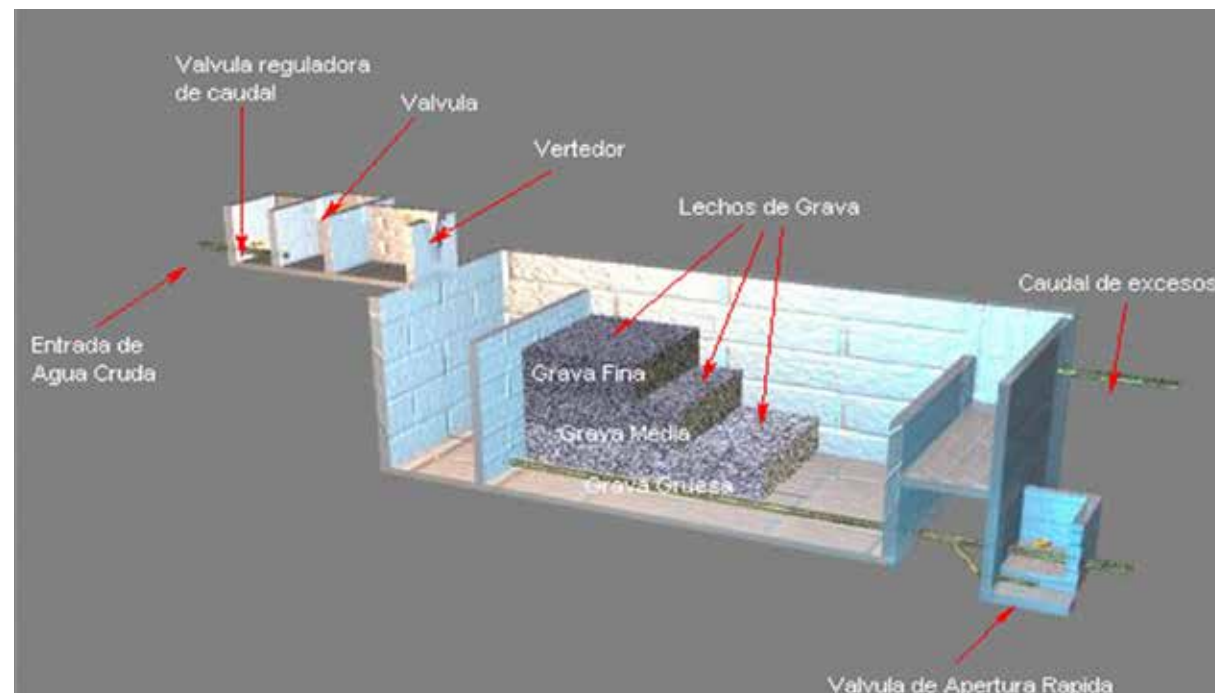
Fuente: Instituto Cinara.

La descripción de la función de cada una de las barreras de tratamiento que componen la tecnología de Filtración en Múltiples Etapas se detalla a continuación:

### Filtros Gruesos Dinámicos, FGD<sub>i</sub>

La función principal de esta unidad es remover los sólidos, la turbiedad y los microorganismos que trae el agua, especialmente en los períodos de lluvia, con el fin de proteger los componentes posteriores de la planta de tratamiento. El sentido de flujo del agua es descendente (ver la Figura No. 6).

Figura No. 6. Filtro grueso dinámico



Fuente: Instituto Cinara.

### Filtros Lentos en Arena

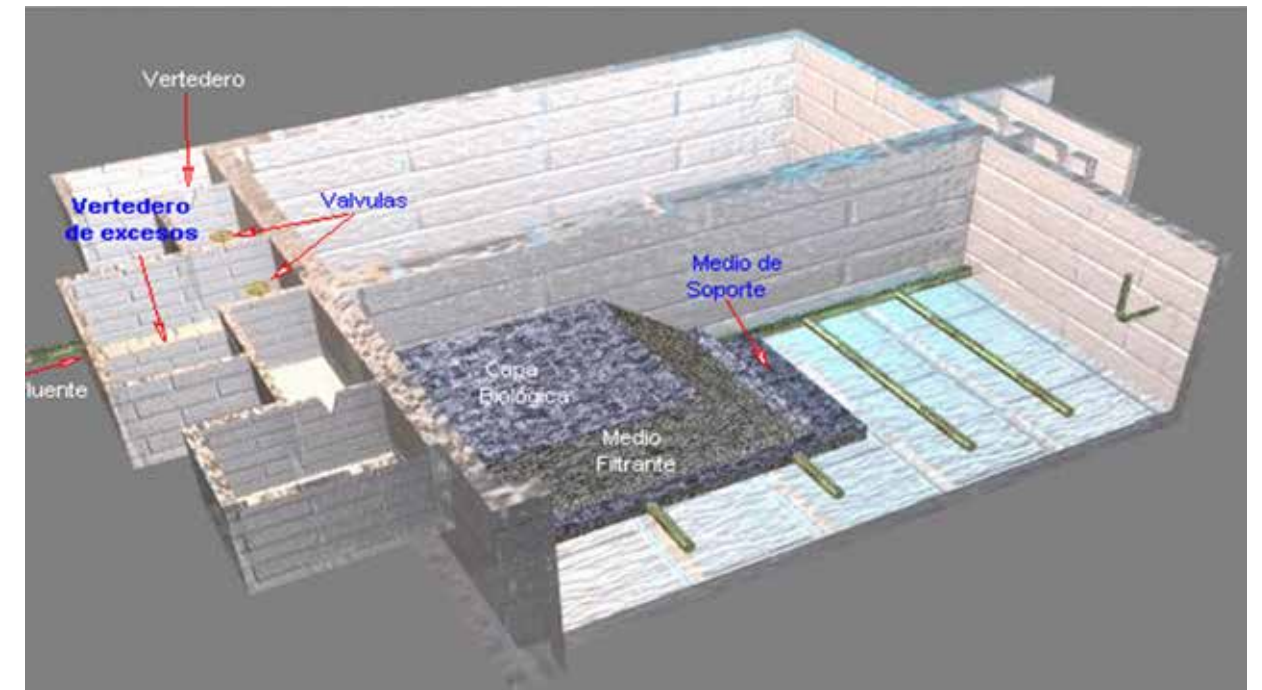
La función principal de esta unidad es la eliminación de microorganismos y reducir los niveles de materia orgánica

### Filtros Gruesos Ascendentes en Serie en tres etapas, FGAS 3

Esta unidad se encarga de eliminar la turbiedad, sólidos suspendidos, y parte de los microorganismos que han pasado las anteriores barreras de tratamiento. Durante su funcionamiento, el agua efluente de los FGD<sub>i</sub> llega por el fondo de la unidad y se distribuye por tubería perforada, sube a través de las gravas hasta la superficie donde pasa a la cámara de salida o de recolección. La dirección del agua es ascendente.

a valores por debajo de 2 UFC/100 ml. Hay formación de capa biológica en la superficie (ver la Figura No. 7).

Figura No. 7. Filtración lenta en arena



Fuente: Instituto Cinara.

### Combinación de Tecnología o Mixta: Coagulación – Floculación – Filtración en Múltiples Etapas (CF – FiME)

En investigaciones realizadas por los profesionales del Instituto Cinara, se ha identificado que el proceso de coagulación con floculación en gravas puede ser aplicado con múltiples configuraciones, sin embargo, los trabajos se han orientado a su uso en línea con filtración directa o filtros rápidos, dependiendo todo el tiempo del uso de sustancias químicas coagulantes.

Con el desarrollo de la tecnología que combina la coagulación-floculación en grava con FiME, se ofrece una alternativa de potabilización más robusta que esta última, sin el uso permanente de sustancias químicas, pero permitiendo

manejar variaciones de calidad en la fuente de forma más económica, efectiva y simple de operar que el sistema de tratamiento convencional (Sánchez, 2016). Este desarrollo ha permitido:

- **El uso del siguiente tren de barreras de tratamiento:** Filtración Gruesa Dinámica (FGDi), seguida de una unidad de Mezcla Rápida (MR). Posteriormente, se conduce el agua a una unidad de Floculación en Gravas de flujo ascendente (FG), seguida de un Filtro Grueso en Capas de Flujo Ascendente (FGAC) y, por último, un sistema de Filtración Lenta en Arena (FLA).

La primera innovación consistió en ubicar el FG después del FGD<sub>i</sub>, para mejorar la calidad del agua cruda, y antes del FGAC, para acondicionar el agua para el proceso biológico en el FLA.



- **Combinar procesos de naturaleza fisicoquímica (coagulación-floculación), con procesos biológicos,** cuidando que estos últimos no sean alterados por los coagulantes empleados en el tratamiento químico.
- **Facilitar que en la operación del sistema no se dependa todo el tiempo del uso de sustancias químicas, coagulantes,** haciendo sostenible en costos la operación y el mantenimiento del sistema. Para ello, se emplea como parámetro de seguimiento la turbiedad y se estableció como norma operativa que para una turbiedad a la entrada del FGD<sub>i</sub> por encima de 50 UNT, con percentil 95% superior a 15 UNT y por encima del promedio de 5 UNT (Galvis, 2000), se emplearía coagulante. Con turbiedades menores a estos valores, el sistema operaría con el mismo tren de barreras pero sin el uso de coagulante.
- **La aplicación de la floculación en grava de flujo ascendente en cuatro capas de diferente tamaño,** con altura total de lecho de 1 m; velocidad de filtración variable por estrato de lecho, entre 0.75 cm/s en el fondo, hasta 0.09 cm/s en la superficie.
- **El empleo de un gradiente de floculación en los medios filtrantes** entre 10 - 5 s<sup>-1</sup> para un número de Reynolds entre 227 y 7. Gradiente de floculación variable entre las capas del lecho filtrante y tiempo de retención de 9 minutos.

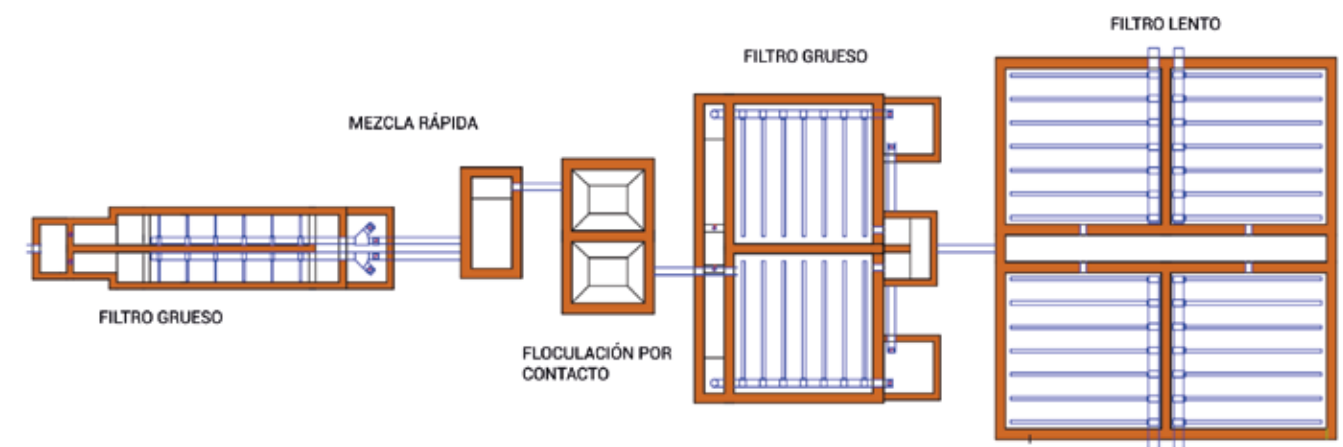
La tecnología CF-FiME operando como FiME, resiste niveles de turbiedad máxima de 50 UNT y, en lo posible, es preferible que el 95% del tiempo se mantenga por debajo de 15 UNT. Para valores por encima de

esta condición, se requiere de la adición de químicos como el sulfato de aluminio o el cloruro férrico en la etapa de floculación por contacto. Estudios realizados con experiencias similares como la de la planta que opera en la Parcelación Colinas de Arroyohondo, Cali (Cinara, 2003 - 2012), indica que la utilización del coagulante se da por un periodo de tiempo no superior a 3 meses, es decir, equivalente al 20% del tiempo. Durante la época de verano no se requiere la aplicación de coagulante o químico, por lo tanto, funciona como FiME y en época de lluvia funciona como combinación de tecnología con la adición de coagulante (Sánchez, 2016).

Esta alternativa de operación disminuye los costos de operación y mantenimiento, situación que no ocurre con las tecnologías de filtración rápida (ciclo completo o filtración directa) las cuales requieren que el uso de químicos sea permanente, con el fin de garantizar la eficiencia en la operación de la planta, situación que encarece los costos de operación dadas las condiciones de calidad de la fuente.

Esta tecnología requiere de equipos de laboratorio para la determinación de la dosis óptima de coagulante y la medición de parámetros de monitoreo de calidad del agua como alcalinidad, pH, hierro, turbiedad, aluminio, color y microbiológicos, requiere mayor complejidad de operación y toma de decisión acertada en la operación del sistema. La operación de este sistema de tratamiento requiere de un operador tiempo completo con al menos título de bachiller, durante la época en que se dosifica el coagulante que por lo regular es el 20% del tiempo total, con base en resultados de otras plantas a escala real en funcionamiento.

**Figura No. 8.** Tecnología Coagulación–Floculación–Filtración en Múltiples Etapas (CF-FiME)



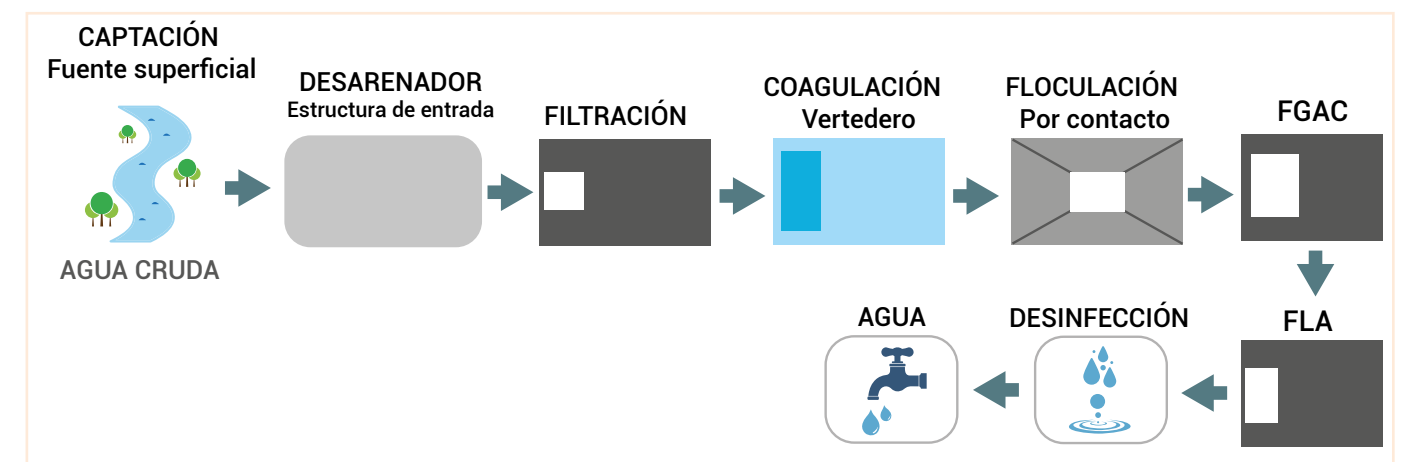
Fuente: Proyecto ASIR-SABA.

Los componentes de esta tecnología son: estructura de entrada, filtro dinámico, coagulación, floculación, filtro grueso ascendente en capas una fase, filtro lento en arena, y cámara de contacto de cloro (Figura No. 9). Además, debe tener área

para almacenamiento de químicos, de arena lavada, y para el lavado de arena y gravas. La tecnología CF-FiME opera bajo las siguientes condiciones promedio de calidad del agua:

|                 | Turbiedad | Color   | Coliformes fecales |
|-----------------|-----------|---------|--------------------|
| <b>Máximo</b>   | 300 UNT   | 100 UPC | 5000 UFC/100 ml    |
| <b>Promedio</b> |           |         | 1500 UFC/100 ml    |

**Figura No. 9.** Barreras de tratamiento Tecnología CF - FiME



Fuente: Instituto Cinara.

La descripción de los componentes de esta tecnología CF-FiME se relaciona a continuación:

### **Filtros Gruesos Dinámicos, FGD**

Como se describió anteriormente, la función de esta barrera es la misma que en una tecnología FiME: se encarga de remover los sólidos, la turbiedad y los microorganismos que trae el agua, especialmente en los períodos de lluvia, con el fin de proteger los componentes posteriores de la planta de tratamiento. El sentido del agua es descendente (Galvis, 2000).

### **Coagulación - Mezcla Rápida hidráulica**

En el canal de Mezcla Rápida se realiza la adición del coagulante (cloruro férrico, sulfato de aluminio, policloruro de aluminio, entre otros). Este coagulante ayuda al aglutinamiento de las partículas que trae el agua (turbiedad) y que no alcanzan a ser retenidas en el filtro dinámico.

La adición del coagulante se realiza por goteo sobre una canaleta de PVC o flauta perforada, la cual descarga el coagulante sobre un vertedero rectangular donde se garantiza que hay turbulencia y así el coagulante adicionado (sulfato de aluminio, por ejemplo) se mezclará con el agua.

El coagulante se adiciona el 20% del tiempo durante fuertes lluvias, es decir, durante aproximadamente 3 meses y cuando la turbiedad supere las 50 UNT (Experiencias: Colinas de Arroyohondo, 2003; Miravalle I y II, 2012).

### **Floculación por contacto**

Esta unidad se encarga de remover los sólidos, la turbiedad y los microorganismos que trae el agua y que han sido aglutinados gracias al coagulante adicionado. Se caracteriza porque su forma es similar a una pirámide invertida, pero trunca.

La floculación se realiza en medios granulares y una operación con flujo ascendente. La estructura se diseña en forma de pirámide truncada para facilitar la formación de gradientes de velocidad menores en flujo ascendente. Se plantea inicialmente una unidad y material filtrante grava de diámetros entre 1" y ¼" en sentido del flujo (es decir, gruesa en el fondo y fina en la parte superior).

### **Filtros Gruesos Ascendentes en Capas, FGAC**

Su función principal es eliminar la turbiedad, sólidos suspendidos y parte de los microorganismos que pasan las barreras de tratamiento previas. Durante su funcionamiento, el agua efluente de los FGD llega por el fondo de la unidad, se distribuye por tubería perforada y sube a través de las gravas hasta la superficie donde pasa a la cámara de salida o de recolección. La dirección del agua es ascendente (Galvis, 2000).

### **Filtros Lentos en Arena, FLA**

Sobre la superficie del Filtro Lento en Arena hay formación de la capa biológica que lo hace visualmente no atractivo. Su función principal es la eliminación de microorganismos y la reducción de los niveles de turbiedad a valores por debajo de 2 UNT (Galvis, 2000).

## **Taller participativo de selección de la alternativa tecnológica para agua potable**

Previo al Taller participativo, los profesionales del proyecto realizan las siguientes actividades:

- Procesamiento de la información sobre la calidad del agua de las posibles fuentes de abastecimiento, tanto en la temporada seca como de lluvias.
- Preselección de opciones tecnológicas partiendo de toda la gama de posibles tecnologías en agua y saneamiento que se puedan aplicar en el área, con base en la calidad del agua, las condiciones socioeconómicas y culturales, de organización, y condiciones ambientales de la zona.

.....  
**Discusión sobre necesidad de tratar el agua de consumo en una de las comunidades del Proyecto ASIR-SABA, en el Valle del Cauca**



- Las posibles opciones tecnológicas se evalúan con base en una matriz de selección que contiene criterios ponderados, como: ambientales (25%), técnicos (15%), socioculturales (15%), administrativos (20%) y costos de inversión inicial y de operación y mantenimiento (25%). A cada criterio se le definen variables, las cuales son calificadas por el personal técnico. Cuando se procesa la información, se preseleccionan las tres alternativas que obtuvieron el mayor puntaje.
- Se hace un análisis financiero para cada una de las tres alternativas preseleccionadas, de tal manera que se pueda identificar si la comunidad está en capacidad de pagar las tarifas necesarias para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura a construir. En este análisis se incluyen aspectos de inversión inicial, operación, mantenimiento, reposición, gastos de personal, administrativos y de gestión del servicio.

Se organiza toda la información enunciada antes, para presentar en el **Taller Participativo de Selección de Tecnología**. En dicho taller se presentan las dos alternativas tecnológicas que obtuvieron el mayor puntaje en la matriz de calificación y se sigue el siguiente proceso:

- El Taller se inicia aclarando el concepto de calidad del agua, para lo cual se dividen los participantes en grupos pequeños, cada uno de los cuales cuenta con tres vasos transparentes que se presentan a los asistentes: uno con agua con color, otro con agua y partículas y el último con agua clara.
- En cada grupo, los facilitadores interrogan sobre cuál agua se tomarían y por qué. Esto permite generar una discusión sobre la diferencia entre turbiedad, color y contaminación

microbiológica. Luego, se explica la labor de la planta de tratamiento en cuanto a transformar la calidad del agua que llega de la fuente, para volverla apta para el consumo humano y que proteja la salud de las personas.

- Los facilitadores(as) presentan las dos alternativas tecnológicas preseleccionadas haciendo uso de materiales como maquetas, plegables y fotos, que les permiten a los participantes realizar la conexión con las tecnologías que han visitado. Se explican las ventajas y las desventajas de cada una de ellas; los componentes, el funcionamiento y los aspectos fundamentales de la operación y el mantenimiento de cada tecnología. Posteriormente, se aclaran y responden todas las dudas e inquietudes de las y los asistentes.



Votación comunitaria para la selección de la tecnología de potabilización con veeduría del facilitador

- Finalmente, y en plenaria, construyen una matriz en la cual se identifican las necesidades de operación y mantenimiento, de organización y de costos de operación y mantenimiento, resultante del estudio financiero realizado para cada alternativa.
- Una vez los participantes expresan que cuenta con suficiente ilustración, se les solicita que expresen su preferencia por una de las dos tecnologías presentadas, mediante el voto. Se

pregunta ¿cuál es, en su concepto, la tecnología que se adapta mejor a las condiciones locales y que puede ser sostenida por la misma comunidad? Esta votación es individual y secreta. Los votos se cuentan públicamente y se selecciona la tecnología que obtenga el mayor número de votos.

- Para finalizar, se elabora un acta de selección de la tecnología que es firmada por el presidente de la Junta Directiva del acueducto y los asistentes.

En el Proyecto ASIR-SABA, fruto de los talleres participativos de selección de tecnología, se escogieron las siguientes tecnologías para la potabilización del agua:

- Filtración en Múltiples Etapas (FiME)
- Combinación de tecnología, es decir, coagulación - floculación en medios granulares y FiME.
- FiME fase III, es decir, FiME con tres etapas de filtros gruesos ascendentes en serie antes de la filtración lenta final.

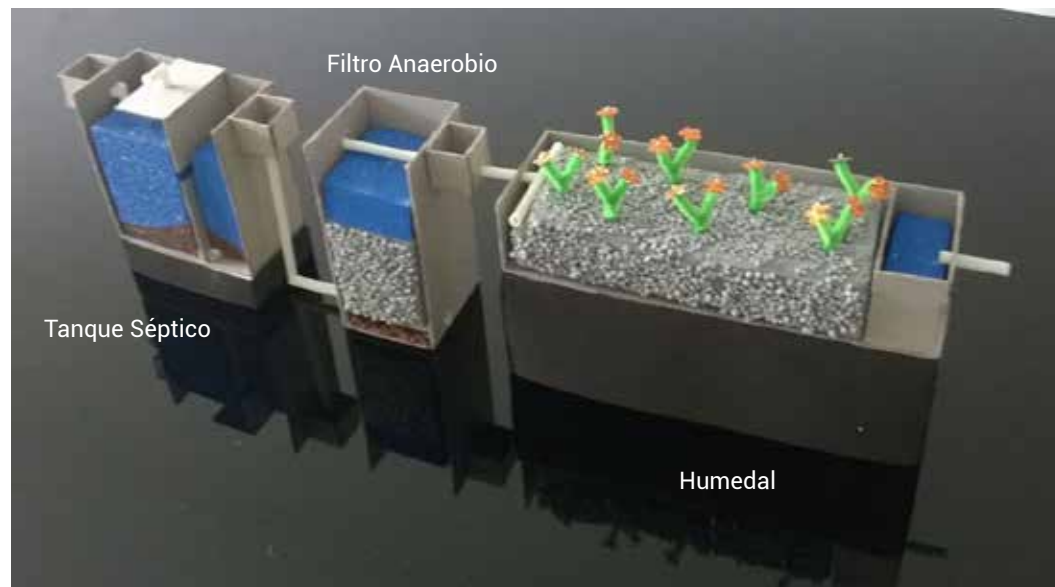
## Selección de opciones de saneamiento en sitio

Para la selección de opciones tecnológicas de sistemas individuales de saneamiento, se realizan las siguientes actividades:

- Se efectúan dos talleres encaminados a la selección de las familias y las viviendas donde se ejecutarán las soluciones, así como de las alternativas tecnológicas que se usarán.
- Teniendo en cuenta las condiciones ambientales, locales y los niveles de contaminación, en el primer taller se

presentan a los asistentes maquetas que representan opciones tecnológicas diferentes, tales como: Tanque séptico, Filtro anaerobio, Humedal subsuperficial, pozo de absorción, letrina mejorada ventilada de doble hoyo y el Biodigestor. Posteriormente, se explican las particularidades de cada opción.

Estas maquetas se dejan en cada comunidad para que los asistentes al taller socialicen la información recibida con los vecinos que no pudieron asistir. De esta manera, habrá un mayor consenso sobre la tecnología a seleccionar.



Material didáctico (maquetas) de apoyo a la selección de tecnología

También en este Taller, se construyen los criterios para la selección de las familias, de acuerdo con las condiciones locales, lo cual incluye aspectos como: familias con bajos ingresos económicos, que no cuentan con soluciones de saneamiento en la vivienda, posesión o titularidad de la vivienda, presencia de niñas y niños menores de cinco años, cercanía a fuentes de agua, familias numerosas, entre otros.

A partir de dichos criterios, en el taller se proponen unas posibles familias y se conforma, entre los asistentes, una comisión que acompañada por el facilitador(a) institucional visitan las familias propuestas, con el fin de verificar el cumplimiento de los criterios. Una vez realizada la verificación se coloca en un lugar público el listado de las familias que cumplieron los criterios.

- En el segundo taller se presenta nuevamente a los asistentes las alternativas tecnológicas. En este

caso, se incluyen los requerimientos de cada alternativa como: área necesaria, costos de operación y mantenimiento, generación de subproductos, eficiencias en la eliminación de materia orgánica y patógenos, y valores adicionales (como la calidad del biosólido producido, la posibilidad de reúso del agua residual tratada y aspectos paisajísticos o estéticos). Con base en estos requerimientos, cada uno de los asistentes vota por las dos opciones que, según su criterio, se ajustan mejor a sus condiciones y al contexto local. Adicionalmente, los asistentes votan sobre la mejor opción para el mantenimiento de las unidades (la Junta Administradora del Acueducto o cada familia de manera individual).

- Los talleres tienen una duración promedio de un día, y entre taller y taller deberá existir como mínimo una semana de separación. Es importante contar con el tiempo disponible de las comunidades, en especial de las mujeres que tienen a su cargo el cuidado de los niños(as) y ancianos(as).

Las comunidades participantes en el proyecto ASIR-SABA seleccionaron las siguientes alternativas tecnológicas para sistemas individuales de saneamiento:

- Tanque séptico, filtro anaerobio y humedal subsuperficial; pozo de absorción.
- Tanque séptico, filtro anaerobio y pozo de absorción.
- Tanque séptico, filtro anaerobio, humedal subsuperficial y reúso.
- Letrina mejorada ventilada de doble hoyo.

## 6 Diseño participativo de Sistemas de agua y saneamiento

En esta etapa se realizan los diseños técnicos de los sistemas de agua potable y aguas residuales seleccionados participativamente por la comunidad, considerando los estudios especiales. Para poder sacar adelante los diseños, es fundamental la participación de la comunidad en la definición de los sitios de localización de las estructuras y su apoyo para la negociación de los terrenos, además, es clave la definición de servidumbres para el trazado de tuberías y la ubicación de las estructuras requeridas. Es muy importante la participación de los técnicos de saneamiento de cada municipio y de los líderes comunitarios, para aclarar las situaciones encontradas en la investigación de campo.

En la ejecución del diseño trabaja mancomunadamente un equipo de profesionales conformado por arquitecto(a), ingenieros(as) estructural, hidráulico, eléctrico, sanitario y/o civil, ingeniero(a) ambiental, y expertos en tratamiento de agua potable y aguas residuales. Además de ellos, debe existir un personal especializado que revise los

avances de los diseños en cuanto a dibujo de planos, memorias de cálculo y demás documentos en proceso de elaboración. Estos diseños y demás documentos deberán tener una coherencia con las normas técnicas de presentación de proyectos a nivel institucional (Reglamento técnico de Agua potable y Saneamiento básico - RAS).

Se incluye personal auxiliar de ingeniería para el cálculo de cantidades de obra, presupuesto, APU, especificaciones técnicas de construcción y guías de operación y mantenimiento de cada sistema, bajo la supervisión del personal profesional del proyecto. Estos diseños deberán responder a las exigencias de la Ventanilla Única del MVCT, para la respectiva viabilización.

Durante los meses que dura esta etapa se llevan a cabo reuniones técnicas con funcionarios del nivel nacional, departamental y local, para monitorear el avance de los diseños, agilizar procesos legales como legalización de predios y ambientales como obtención de concesión de aguas, lo cual puede llevar a ajustes, incluso de los criterios de diseño. Es fundamental el diálogo con profesionales de la Ventanilla Única del Ministerio para adelantar este proceso.

En los lugares donde se realiza el proyecto, se efectúa un taller de presentación del avance de los diseños, en el cual se reciben

las observaciones pertinentes, si es del caso, y se ajustan nuevamente los diseños con base en la concertación realizada con las comunidades. Este proceso aplica para los proyectos de agua potable y aguas residuales.

La duración del diseño de los proyectos depende de la complejidad del sistema y de la magnitud del proyecto. Diseños completos, es decir, acueductos completos, requerirán más tiempo que el diseño de un sistema de potabilización incluido el chequeo hidráulico de la red de distribución. En promedio éste último puede durar tres meses y el primero cinco meses a partir de los estudios especiales completos.

Como resultado final de la Fase se tienen proyectos diseñados participativamente con las comunidades, lo que facilita el empoderamiento de las personas, la constitución de veedurías comunitarias para la construcción y la capacitación en labores de operación y mantenimiento.

## 7 Devolución de los diseños a la comunidad

Una vez terminados los diseños, se socializan con la comunidad donde se muestran los planos finales, y se hace una descripción de los diseños en asamblea comunitaria.

En este espacio se validan o se enfatizan algunos aspectos considerados en los diseños, de manera que permitan constatar a los participantes en el proceso que el diseño ha tenido en cuenta las opiniones y discusiones realizadas durante toda la fase de planificación del proyecto.

.....  
**Devolución del diseño en la comunidad de La María, Guadalajara de Buga, Valle del Cauca**



## PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS ANTE VENTANILLA ÚNICA DEL MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO

En esta etapa es necesario organizar toda la información que se requiere para que los proyectos, tanto de agua potable como de saneamiento, puedan ser presentados a la Ventanilla Única del MVCT, para obtener su viabilidad técnica y financiera. Esta información se relaciona con:

- Documentos de servidumbre donde el propietario del inmueble autoriza el paso de infraestructura por su predio.
- Documento de concesión de agua de la fuente de suministro.
- Ficha MGA, entre otros.

### Documentos legales

- Cartas: solicitud formal del alcalde donde presenta el proyecto; de inclusión del proyecto en el Banco de Proyectos de la alcaldía; de inclusión del proyecto en el Plan de Desarrollo del municipio.
- Documentos que acreditan la propiedad del sitio donde se construirán nuevas estructuras.

### Documentos ambientales

- Permiso de concesión de agua, de ocupación de cauce, de vertimientos; Plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), entre otros.

**Nota:** para el caso de los proyectos ASIR-SABA, solo se requirieron los permisos de ocupación de cauce y concesión de aguas. En esta Fase, se tuvo en cuenta la Resol. 0379 de 2012 del MVCT.

## Documentos técnicos: agua potable

- **Formato resumen del proyecto.** Este formato debe contener los aspectos básicos del proyecto, tanto en lo existente como en lo diseñado para agua y saneamiento, además del presupuesto general de ambos proyectos.
- **Informe de diagnóstico de la infraestructura existente.** Contiene un diagnóstico técnico de la infraestructura

existente, en el cual se evidencia la evaluación hidráulica y estructural de los componentes en agua y saneamiento, de tal manera que sirva de sustento para la inclusión, mejoramiento o cambio definitivo de dichas estructuras. Se deben anexar planos con detalles de las estructuras analizadas.

- **Investigación preliminar.** Este informe contiene los aspectos generales de la localidad incluyendo componentes técnicos, demografía, aspectos socioeconómicos, culturales, tasas de crecimiento, proyección de la población, entre otros aspectos.

## 1. Estudios especiales:

- **Estudio de riesgo de la fuente abastecedora.**
- **Estudios hidrológicos.** Estos estudios se hacen para determinar la capacidad de la fuente de abastecimiento para garantizar la disponibilidad del recurso agua en el tiempo. Donde se van a hacer bocatomas nuevas se presentan los estudios y donde se van a dejar las bocatomas existentes se debe explorar la incidencia del cauce en la zona, es decir, identificar en época seca y de lluvia los niveles de agua máximos y mínimos.
- **Calidad del agua.** Se anexan los resultados de la calidad del agua en las fuentes de suministro del sistema de abastecimiento en época seca y de lluvia. Igualmente, la caracterización de aguas residuales cuando se estén proyectando sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- **Ensayos de laboratorio.** Este informe incluye los estudios de tratabilidad realizados para la alternativa tecnológica seleccionada, donde se determinan criterios de diseño fundamentales.
- **Estudio de suelos y pruebas de laboratorio.** Se debe anexar estudio de suelos de todas las estructuras que se van a proyectar, incluidas tuberías y pasos especiales.
- **Topografía.** Esta deberá incluir levantamiento altimétrico y planimétrico de todas las estructuras existentes, tramos de tubería existentes y los proyectados; pasos especiales, fuentes de abastecimiento 200m aguas arriba y aguas abajo del sitio de captación, y del sitio donde se descargarán los

efluentes del sistema de tratamiento. Incluirá también informe detallado del procedimiento o método empleado, equipos y cierre correcto, además, fotos que muestren lo realizado.

## 2. Estudio ambiental

Analiza los impactos ambientales que generará la construcción de la nueva infraestructura.

## 3. Documento de selección de tecnología

Debe contener un listado de todas las tecnologías posibles para potabilizar el agua. Con base en ese listado, se preseleccionan las más adecuadas de acuerdo con la calidad del agua en la fuente y el contexto local.

A las 3 o 4 tecnologías preseleccionadas se le aplica una matriz de calificación y se les hace el predimensionamiento de todos sus componentes; se calculan los costos estimados de inversión inicial, de operación y mantenimiento y se efectúa un análisis financiero de cada una de las tecnologías. También se incluye el informe del taller de selección de tecnología con la comunidad.

## 4. Informe de parámetros de diseño

Este informe presenta los criterios adoptados para las alternativas preseleccionadas, además de cálculos de tasa de crecimiento adoptada, población flotante, dotaciones. Deben sustentarse cada uno de dichos datos.

## 5. Diseño con memorias de cálculo y planos:

- **Hidráulico.** Memoria de cálculo de diseño hidráulico con los respectivos planos de diseño, donde se incluya la mayor información posible que aclare la localización y construcción de cada una de las estructuras con cortes y detalles específicos.
- **Arquitectónico.** Presenta los planos de diseño arquitectónico, hidráulicos y sanitarios.
- **Estructural.** Memoria de cálculo de diseño estructural con los respectivos planos de diseño, donde se incluya la mayor información posible que aclare la localización y construcción de cada una de las estructuras con cortes y detalles específicos, además del despiece de los hierros respectivos en cada estructura.
- **Eléctrico.** Memoria de cálculo de diseño eléctrico con los respectivos planos de diseño, donde se incluya la mayor información posible que aclare la localización y construcción de cada una de las estructuras con cortes y detalles específicos. Además, la conexión eléctrica interna o acometida eléctrica, y el proceso de trámite respectivo ante la empresa que suministra la energía en la zona donde está localizado el proyecto.

## 6. Manual de operación y mantenimiento

Este informe deberá contener una guía de operación y mantenimiento de cada una de las estructuras del acueducto, nuevas o mejoradas, los esquemas ilustrativos, y

deberá ser lo más clara y sencilla posible para que los operadores la puedan entender.

## Documentos técnicos: saneamiento

### 1. Ficha resumen del proyecto

Cuando se presenten proyectos solamente de aguas residuales, deberá contener la misma estructura presentada en los proyectos de agua potable.

### 2. Selección de tecnología

Debe contener un análisis de todas las alternativas posibles de saneamiento individual que se pueden aplicar con base en el contexto local. Para las tres alternativas con mayor opción debe presentarse el predimensionamiento de todos sus componentes, costos estimados de inversión inicial, de operación y mantenimiento, por familia, en el caso de los sistemas individuales.

Para las tres alternativas se hace una matriz de selección con criterios ponderados donde se califican las opciones y la que obtenga el mayor puntaje es la alternativa seleccionada. También se incluye el informe del taller de selección de tecnología con la comunidad.

### 3. Diseño memoria técnica y planos:

- **Hidráulico.** Memoria de cálculo de diseño hidráulico con los respectivos planos de diseño, donde se incluya la

mayor información posible que aclare la localización y construcción de cada una de las estructuras con cortes y detalles específicos.

- **Arquitectónico.** Presenta los planos de diseño arquitectónico.
- **Estructural.** Memoria de cálculo de diseño estructural con los respectivos planos de diseño, donde se incluya la mayor información posible que aclare la localización y construcción de cada una de las estructuras con cortes y detalles específicos, además del despiece de los hierros respectivos en cada estructura.

#### 4. Otros documentos:

- **Ficha de Diagnóstico de cada vivienda.**
- **Familias seleccionadas.** Se incluirá un informe sobre las familias seleccionadas para el diseño de los sistemas individuales de saneamiento.  
En este informe se debe sustentar la necesidad de la construcción de dicha infraestructura. Además, incluir fotografías que ilustren la situación socioeconómica de cada familia en cuanto a: la fachada, el techo, el piso, las paredes y la cocina.
- **Cuadro de Georreferenciación.** Se incluirán las coordenadas de localización de cada una de las viviendas seleccionadas.
- **Estudio ambiental.** Analiza los impactos ambientales que generará la construcción de la nueva infraestructura.

#### 5. Estudios especiales:

- **Topografía.** incluirá un plano topográfico que muestre la localización de las viviendas donde se hará la construcción de la unidad sanitaria.

También debe presentarse el Informe del levantamiento topográfico, en el cual se especifica la metodología de trabajo, los equipos utilizados, las fotos del proceso, los impedimentos presentados y se incluye la cartera topográfica.

- **Estudio de suelos y pruebas de laboratorio.** Para las unidades sanitarias individuales, se harán los estudios en una selección de viviendas representativas de las condiciones del suelo local (áreas planas, pendientes, zonas de deslizamiento, nivel freático alto, entre otras).
- **Pruebas de percolación.** En las viviendas donde se construirán las unidades sanitarias se analiza la percolación del suelo para determinar su capacidad de absorción y determinar su nivel de saturación. Igualmente, se establece el nivel freático en la zona.
- **Estudios hidrológicos** para sistemas colectivos.

#### 6. Manual de operación y mantenimiento

Este informe deberá contener una guía de operación y mantenimiento de cada una de las estructuras diseñadas, nuevas o mejoradas, y deberá ser lo más clara y sencilla posible e incluir esquemas ilustrativos.

## Presupuesto

Tanto para los proyectos de agua potable como para los de saneamiento individual, se deben incluir la siguiente información:

### 1. Especificaciones técnicas de construcción

Este documento incorpora todas las especificaciones técnicas de construcción de las obras y la numeración deberá estar acorde con el presupuesto presentado.

### 2. Memoria de Cantidades de obra

Documento que aplica para las estructuras hidráulicas, arquitectónicas, estructurales y eléctricas.

## 3. Presupuesto, APU e insumos

El presupuesto debe presentarse numerado por ítems, de acuerdo con las cantidades de obra y las especificaciones técnicas. Debe ser detallado e incluir AIU, interventoría y seguimiento a la interventoría, según los montos establecidos por el Estado.

Lo descrito anteriormente corresponde a los requisitos en la gestión de los proyectos ASIR-SABA. Para conocer todos los requerimientos en mayor detalle, consultar la Resolución 1063 del 2016.

## Cronograma de obra y flujo de fondos

Contiene un cronograma de la construcción de la obra, detallado por frentes de trabajo, los cuales están ligados al flujo de fondos y al tiempo de ejecución establecido.

Taller de Selección de tecnología en ASOALMA, Caloto



## LECCIONES APRENDIDAS EN LA PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS, EN EL MARCO DEL PROYECTO ASIR-SABA

- El tiempo de ejecución de los diseños de las plantas de potabilización de agua, está directamente relacionado con la complejidad de los sistemas, incluyendo la red de distribución. Cuando son acueductos nuevos el tiempo promedio de ejecución es de cinco (5) meses una vez se tengan todos los estudios especiales respectivos. Cuando se trabajen varios proyectos en simultánea, lo ideal es contar con un profesional por cada proyecto y varias comisiones de topografía. La ejecución de los estudios estructurales y de presupuesto depende de la finalización de los diseños hidráulicos y del dibujo.
- La disponibilidad de una gama amplia de tecnologías permite contar con diferentes alternativas para el desarrollo de un proyecto de agua y saneamiento en zonas rurales, esto sumado a los beneficios que trae el contar con sistemas que requieren pocos insumos químicos y operatividad, permitiendo garantizar su mantenimiento y sostenibilidad a través del tiempo por parte las Juntas Administradoras de los sistemas.
- El Prediagnóstico es una actividad básica para recopilar información base sobre el sistema de tratamiento, captar la atención de la comunidad, o informarse de las condiciones e intereses particulares de la mismas. Por ejemplo, en la comunidad de La Marina (Trujillo-Valle) los habitantes no quisieron continuar con el proyecto debido a que preferían tener mayor cantidad de agua para usarla en el beneficio de café y no para consumo humano.
- La selección adecuada de los sitios en los cuales se van a construir los sistemas es fundamental para que se pueda sacar adelante un proyecto de potabilización de agua o de tratamiento de aguas residuales en un tiempo prudencial. Localidades como Zanjón Hondo donde el propietario del terreno cambió de opinión sobre la disponibilidad de venta del sitio asignado para la planta de aguas residuales, generan un trabajo adicional que retrasa el cronograma. Por tal razón, es importante contar con un estudio técnico-jurídico preliminar sobre el predio antes de la realización de los diseños; así mismo, contar con la disposición de venta por parte del propietario del predio.
- Es importante contar con un apoyo permanente en la gestión de los trámites ambientales, los cuales deben hacerse paralelo al diseño del proyecto, de tal manera que se cuente oportunamente con los permisos y puedan presentarse los proyectos ante Ventanilla Única del Ministerio sin ningún retraso.
- Los procesos de planificación participativos generan un interés muy fuerte en las comunidades, puesto que las involucra desde el principio y las hace parte del proceso; esto permite fortalecer la gestión comunitaria y trabajar en la sostenibilidad de los proyectos.

## REFERENCIAS

- CEPIS (2004).** Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual I: Teoría tomo II. Lima; OPS/CEPIS.
- Di Bernardo, L; Sabogal Paz, L. (2008).** Selección de tecnologías de tratamiento de agua. Sao Carlos. Editora LDIBE LTDA, 878 p. (VOL I).
- Embajada de Suiza en Perú, A. S. Rural (2017).** Análisis de la influencia del proyecto SABA en las políticas de Agua y Saneamiento. Recuperado de: [https://ccafs.cgiar.org/sites/default/files/events/attachments/Informe\\_Final\\_SABA.pdf](https://ccafs.cgiar.org/sites/default/files/events/attachments/Informe_Final_SABA.pdf)
- Fals Borda, O. (1985).** Conocimiento y Poder. Lecciones con campesinos de Nicaragua, México y Colombia. Oficina Internacional del Trabajo. Colombia: Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (1982).** Creating alternative research methods: Learning to do it by doing it. In: Budd, H; Gillette, A.; Rajesh, T. (Editors) Creating Knowledge: A Monopoly? Participatory Research in Development. Toronto: International Council for Adult Education. New Delhi: Society for Participatory Research in Asia. Publicado en Español en: Damonte, G; García, M (Editores) (2016). La Investigación-Acción Participativa. Referente inspirador de investigación y docencia sobre el agua en América Latina. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Serie Agua y Sociedad 23. Sección: Justicia Hídrica.
- Galvis, G. (2000).** "Development and Evaluation of Multistage Filtration Plants. An Innovative, Robust and Efficient Water Treatment Technology. PhD Tesis. CEHE, Centre for Environmental Health Engineering. School of Engineering in the Environment. University of Surrey, Guildford, Surrey. Inglaterra.
- Gobernación del Valle del Cauca, Secretaría Departamental de Salud. UES VALLE. (2017).** Metodología para la construcción de Mapas de riesgo.
- Greenwood, D.; Levin, M. (1998).** Introduction to Action Research. Social Research for Social Change. London: Sage Publications.
- Secretaría Departamental de Salud (s.f.).** Lineamientos para la Elaboración y Presentación de Informe de Mapas de Riesgo de Calidad de Agua para Consumo Humano en los Sistemas de Abastecimiento Establecidos en el departamento del Valle del Cauca.
- Ocampo, J. A. (2015).** Misión para la Transformación del Campo. Saldar la Deuda Histórica con el Campo. Marco Conceptual de la Misión para la Transformación del Campo. Bogotá: DNP.
- Sanchez, L. (2016).** Upflow gravel filtration for multiple uses. Delf: Gildeprint.







Serie  
Modelo de Gestión Comunitaria ASIR-SABA  
Guías metodológicas para la implementación

2018