



Centro de Estudios Hidráulicos

Especialización en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

GUIA METODOLOGICA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE
OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ACUEDUCTOS

Proyecto de Grado realizado por:

ING. JOHANA PATRICIA PIMIENTA VERA

Director:

ING. GERMÁN ACERO

Bogotá; Julio de 2013

NOTA DE ACEPTACION:

El proyecto final titulado **“Guía Metodológica para la Elaboración de Programas de optimización de Sistema de Acueducto”**, presentado por la Ing. Johanna Patricia Pimienta Vera, en cumplimiento del requisito para optar al título de Especialista en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente, fue aprobado por el Director del proyecto.

**Ing. German Acero R.
Director del Proyecto
Bogotá D.C. Julio 23 de 2013**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
1. ESTADO GENERAL DEL AGUA Y LOS ACUEDUCTOS EN COLOMBIA	10
1.1. COBERTURA DE ACUEDUCTOS	11
1.2. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	12
1.3. CONTINUIDAD EN EL SERVICIO DE ACUEDUCTO	13
1.4. ESTADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	14
2. GUIA METODOLOGICA PARA PROGRAMAS DE OPTIMIZACIÓN	16
3. PROGRAMA DE AGUA NO CONTABILIZADA	19
3.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN	21
3.1.1. Macromedición	22
3.1.2. Micromedición	27
3.1.3. Programa de Renovación de Medidores	28
3.2. CONEXIONES CLANDESTINAS	29
3.2.1. Evaluación de los Consumos de los Usuarios Legales.	29
3.2.2. Localización de Sectores con Desarrollo Subnormal	30
3.2.3. Identificación de Potenciales Usuarios Fraudulentos.	30
3.3. FUGAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO	31
3.3.1. Programa de Renovación de Redes	34
3.4. PROGRAMA DE METAS Y PLAN DE INVERSION EN LA REDUCCION DEL IANC	35
4. PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	36
4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA	38
4.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	38
4.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO	39
4.3.1. Protocolo de Operación	40
4.3.2. Limpieza	41
4.3.3. Protocolo de Mantenimiento	41

4.4. PLAN DE INVERSIÓN	45
5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS	46
5.1. ANALISIS DEL RIESGO	46
5.1.1. Vulnerabilidad del Sistema	48
5.1.2. Plan de Contingencias	54
5.2.1. Alternativa para el suministro del servicio en caso de emergencia	55
5.2.2. Directorio telefónico	56
5.2.3. Plan de inversión	56
6. PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO DOMICILIAR	57
6.1. ¿EN QUÉ CONSISTE?	57
6.2. ¿COMO HACER UN PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO DOMICILIARIO?	58
6.2.1. Diagnostico Almacenamiento Domiciliar	59
6.2.2. Plan de Acción	59
6.2.3. Plan de inversión	62
7. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFIA	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Periodo y mantenimiento a realizar en la estructura de captación.	43
Tabla 2 Periodo y mantenimiento a realizar en el desarenador.	44
Tabla 3 Periodo y mantenimiento a realizar en el componente de aducción y conducción.	44
Tabla 4 Periodo y mantenimiento a realizar en la red de distribución.	45
Tabla 5 Origen de los riesgos	48
Tabla 6 Especialistas requeridos	49
Tabla 7 Riesgos sobre los factores del sistema	49
Tabla 8 Efectos posibles en los Sistemas de Acueducto	50
Tabla 9 Escala de valorización de la vulnerabilidad	51
Tabla 10 Matiz de valoración	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Cobertura de acueducto en Colombia	11
Figura 2 Interrupciones en el servicio de acueducto	13
Figura 3. Estado de las redes de acueducto	14
Figura 4. Procedimiento cálculo del Índice de Agua No Contabilizada	20
Figura 5. Metodología propuesta para la revisión y diagnóstico de un macromedidor.	24
Figura 6. Caracterización del error teórico de un Macromedidor.	25
Figura 7 Metodología para la detección de fugas no visibles.	32
Figura 8 Metodología para el programa de Operación y Mantenimiento	37
Figura 9 Metodología para el programa de Gestión de Riesgos	47
Figura 10 Metodología para el programa de almacenamiento domiciliario	58

RESUMEN

El abastecimiento de agua potable a la comunidad colombiana es actualmente uno de los temas que ocupa especial interés en el gobierno nacional, el cual busca incentivar la creación de nuevos acueductos y la optimización de los ya existentes con el fin de minimizar los riesgos en la salud humana a causa de la falta del recurso o su inadecuado tratamiento; lo anterior enmarcado en el desarrollo sostenible y uso racional del agua.

Para nadie es un secreto que la mayoría de las pequeñas comunidades en el país no cuentan con un buen servicio de agua potable, la infraestructura es inadecuada lo que ocasionando riesgo a la salud humana, pérdida de agua en el sistema y erosión hacia el suelo, haciendo que el sistema se vuelva más inestable. Adicional a esto los costos de transporte y tratamiento generalmente son muy altos y el desperdicio del recurso hace que menos usuarios reciban el suministro.

Es por esto que en el presente documento se reseña inicialmente una estadística del estado de los acueductos en el país partiendo del análisis realizado por la UNICEF a los planes o esquemas de ordenamiento de los Municipios de Colombia y se plantea cinco programas de optimización que ayudaran a mejorar los sistemas de acueductos, hacerlos más eficientes y usando racionalmente el agua para garantizar una mayor cobertura y calidad a la población.

La optimización de los sistemas de acueducto busca en primer lugar evitar problemas de falta de servicio con sus consecuencias sanitarias y en segundo lugar, pérdidas económicas debido a lo costoso que puede resultar de la falta de mantenimiento, la adecuada operación de cada uno de los componentes del sistema y el uso inadecuado del recurso hídrico.

Se plantea un primer programa el cual consiste en establecer los pasos para definir la diferencia entre el agua producida y el agua facturada y las posibles causas; por ejemplo, problemas en el sistema de medición, por las conexiones clandestinas y/o por las fugas de agua a causa del deterioro o deficiencias en los componentes del sistema de acueducto. Con lo cual se pueden encaminar acciones para reducir el índice de agua no contabilizada y con ello optimizar los recursos económicos del prestador y sus usuarios legales, y disminuir la demanda del recurso hídrico generando un bienestar ambiental para la región.

El segundo programa consiste en la adecuada operación y mantenimiento del sistema, ya que en la mayoría de los acueductos por el desconocimiento en su operación y la falta de mantenimiento hacen que estos sean obsoletos, no cumplan adecuadamente su función, propicien la contaminación de agua y que se deban invertir grandes sumas de dinero para su restablecimiento, dinero con que no cuenta las empresas encargadas de la prestación del servicio o sus usuarios. La correcta operación y mantenimiento hace que se garantice un correcto transporte y tratamiento del agua, minimizando los costos.

El establecer los riesgos a los cuales son susceptibles todas las estructuras hidráulicas que componen el sistema de acueducto propenderá a establecer un plan de acción con el fin de minimizar la vulnerabilidad del sistema o a plan de contingencia en caso de que alguna eventualidad que ponga en riesgo la continuidad, cobertura y/o calidad en el suministro de agua potable a la población.

El programa de almacenamiento domiciliario busca generar conciencia directamente en los usuarios, sobre el uso racional del agua y la importancia de tener reservas para evitarse el desabastecimiento y con ello facilitar las operaciones de mantenimiento y limpieza al sistema.

Y por último y no menos importante el programa de uso eficiente y ahorro del agua con el cual se integran todos los programas anteriores en busca de garantizar una armonía entre la comunidad y su entorno natural, la preservación del recurso para que más personas tengan acceso al preciado líquido y las generaciones futuras puedan gozar de un ambiente sano.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el gobierno nacional ha venido buscando a través de los planes departamentales de agua, garantizar a la población el suministro de agua apta para el consumo humano; razón por la cual se están realizando los planes maestros de acueducto en todos los municipios del país. No obstante, la administración de dichos acueductos debe propender a un mejoramiento continuo y sobre todo a un uso racional del agua, lo cual se puede garantizar con lineamientos claros que establezcan las reglas y controles que se debe dar por parte no solo del prestador del servicio sino de la comunidad en general.

En el presente documento se pretende exponer una metodología para llevar a cabo programas de optimización en sistemas de acueductos existentes, con miras de optimizar el funcionamiento hidráulico del sistema y un uso racional del recurso hídrico. Se contemplan cinco programas de optimización:

1) Programa de Índice de Agua No Contabilizada, 2) Programa de Mantenimiento y Operación, 3) Programa de Gestión de Riesgos, 4) Programa de Almacenamiento Domiciliario y 5) Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua; este último ya cuenta con una guía elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente, hoy, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

La falta de un norte para llevar a cabo los trabajos de optimización y mejoramiento hacen necesaria la creación de una metodología, en donde se establezca claramente los pasos para realizar cada uno de los programas mencionados, partiendo de la consulta de toda la normatividad actual en nuestro país y analizando algunos casos de sistemas de acueductos existentes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una guía metodológica para la elaboración de programas que permitan optimizar los sistemas de acueducto en los municipios de Colombia, con el fin de hacer más eficiente la prestación del servicio de agua potable, reduciendo costos, minimizando las pérdidas y garantizando el uso racional del recurso hídrico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Conocer el estado general de los acueductos en Colombia y la necesidad de crear metodologías de optimización.
- ❖ Definir los programas que puedan llevar a optimizar los sistemas de acueducto.
- ❖ Generar instructivos generales para elaborar y desarrollar los programas de optimización de los sistemas de acueducto.

1. ESTADO GENERAL DEL AGUA Y LOS ACUEDUCTOS EN COLOMBIA

Colombia es un país muy diverso y rico en recursos naturales, con gran variedad de pisos térmicos y ecosistemas, lo que indica múltiples y complejas dinámicas naturales, donde el recurso agua es fundamental para el equilibrio, desarrollo y evolución del medio ambiente y de sus comunidades.

Colombia tiene el privilegio de ser uno de los países más ricos del mundo en recurso hídrico, gracias a su ubicación geográfica y sus condiciones de relieve, se encuentra por encima del promedio mundial. A pesar de esto y por la inadecuada explotación y uso del agua, Colombia paso de ocupar en el siglo XX el cuarto lugar en el mundo por disponibilidad per cápita de agua, al lugar 24 en el presente siglo, sin embargo, todavía figura como potencia hídrica mundial. La pérdida del puesto se debe principalmente al aumento de la población y el consecuente crecimiento de las actividades productivas que afectan la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

La hidrografía colombiana permite distinguir más de 1.000 ríos permanentes y grandes almacenamientos de aguas subterráneas; los cuales deben ser de especial protección para poder garantizar el suministro del agua a la población futura.

Es de resaltar que de las cuencas existentes del país, más de la mitad se encuentran transformadas y solo se tiene zonas conservadas en partes altas de las montañas, en pendientes abruptas y en zonas pantanosas.

La contaminación y escases del agua en el país está asociada directamente con el cambio en el modelo de ocupación del territorio, y que de manera sinérgica con otros factores como los cambios en el clima, están generando una baja oferta en especial en épocas de verano contribuyendo así a la crisis actual y futura del agua.

En un año seco promedio el índice de escasez afecta a 209 cabeceras municipales en las categorías de alto, medio alto y medio involucrando al menos 18 millones de personas.

De acuerdo con el informe del control de la calidad del agua en Colombia en el 2003, de la Superintendencia de Servicios Públicos, de un total de 231 municipios

evaluados, al 18% se le suministró agua apta para el consumo humano, es decir 189 municipios recibieron agua no potable.

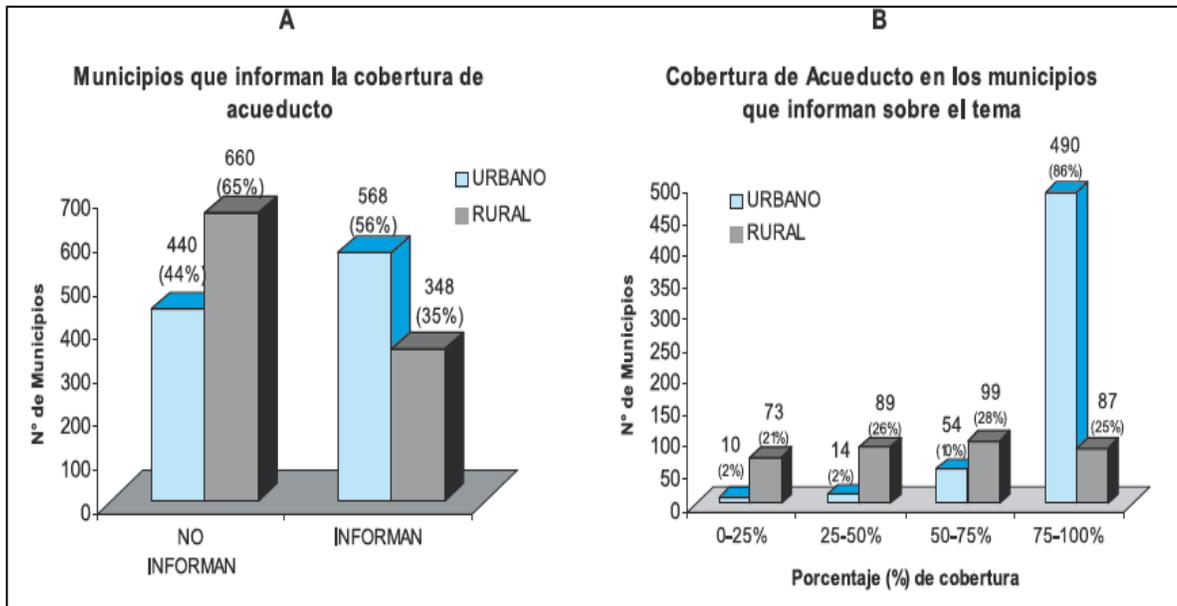
1.1. COBERTURA DE ACUEDUCTOS

El abastecimiento adecuado de agua de calidad para el consumo humano es necesario para evitar casos de morbilidad por enfermedades como el cólera y la diarrea.

El problema no es sólo la calidad del agua; también es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima de agua potable al día. En promedio una persona debe consumir entre 1,5 y 2 litros de líquido al día dependiendo del peso, de lo contrario se pueden presentar algunos problemas de salud. Por esto es importante que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo.

En la figura No1, se puede observar gráficamente el estado de la cobertura de acueductos en el país.

Figura 1 Cobertura de acueducto en Colombia



Fuente: Unicef Colombia, Procuraduría General de la Nación. Análisis de 1008 planes municipales. Año 2005

Del total de planes de desarrollo analizados, 568 municipios (56%) incluyen la cobertura urbana de acueducto en sus diagnósticos, mientras que el 44% restante no lo hace. Para las zonas rurales y de población dispersa, solo el 35% de los

municipios incluyen el dato de cobertura de acueducto. De los municipios que realizan un análisis con datos estadísticos sobre la cobertura de acueducto, 496 (86%) reporta que más del 75% de la población del área urbana tiene acceso a este servicio, mientras que para el área rural solo 87 municipios (25%) tienen cobertura de acueducto mayor al 75% de la población.

Al analizar los planes de desarrollo, según los criterios establecidos en el Reglamento Técnico del Sector (RAS 2000) sobre la cobertura de acueducto mínima exigida, es posible observar que de los 568 municipios que informan al respecto, 412 cumplen con una cobertura igual o superior a la exigida en el RAS.

Los de mejor cobertura son, por lo general, los que tienen entre 2.501 y 60.000 habitantes. Por otro lado, 156 municipios reseñan en sus planes coberturas menores a las exigidas, lo que permite concluir que en estos municipios una gran parte de la población no tiene acceso al servicio de acueducto.

En 19 de los 31 departamentos en los que se analizaron los planes de desarrollo municipal, más del 75% de los municipios que informan tienen coberturas de acueducto superiores al 75% de la población. Así mismo; en 7 departamentos, entre el 50% y el 75% de los municipios que informan, tienen una cobertura de acueducto mayor al 75%.

El alto porcentaje de municipios que no reseñan la cobertura del servicio de acueducto en sus planes de desarrollo, es el reflejo de que la planeación no se hace con base en prioridades que surgen de un diagnóstico de la situación. De ahí que es posible que los programas y proyectos y por lo tanto las inversiones no se hagan en los sectores más necesitados. Además, es difícil obtener un panorama claro y representativo de la situación del país en materia de cobertura de acueducto.

1.2. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

La tasa de morbilidad y mortalidad infantil por enfermedades relacionadas con el consumo de agua de baja calidad, entre las que se encuentran la diarrea y el cólera, aún es alta en el país.

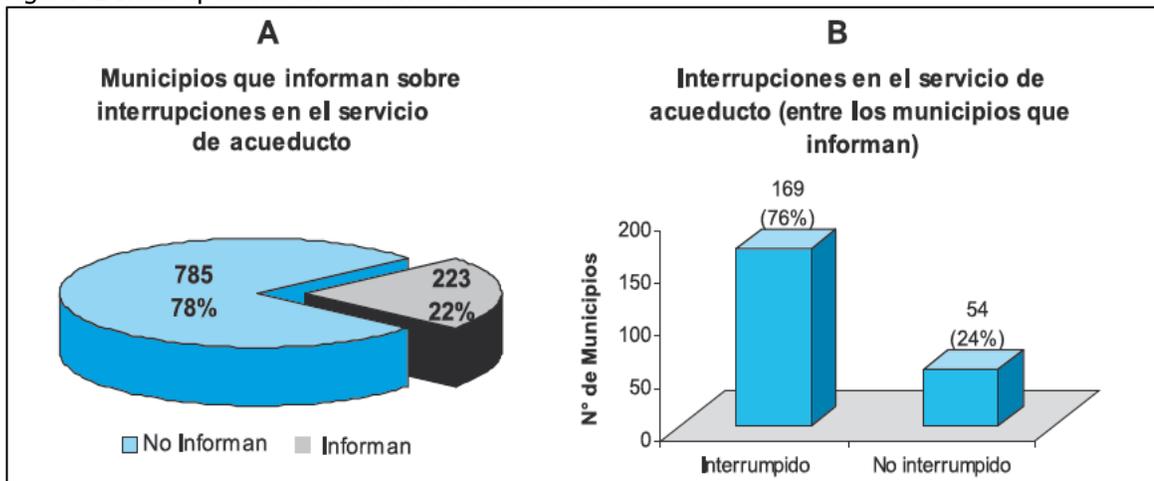
Esta situación es más grave en las zonas rurales y de población dispersa del país. Según cálculos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002), del 56% de la población rural que tiene alguna forma de abastecimiento de agua,

solo el 6% cuenta con agua a la que se le da algún tratamiento para desinfectarla. Esto significa que miles de niños y niñas, especialmente en las zonas rurales del país y en los municipios más pobres, aún enfrentan el riesgo de contraer enfermedades como la diarrea y el cólera, que en muchos de los casos puede llegar a ser mortal.

1.3. CONTINUIDAD EN EL SERVICIO DE ACUEDUCTO

Un alto porcentaje de municipios no hace referencia en sus planes de desarrollo al tema de las interrupciones en el servicio de acueducto. Esto impide obtener un diagnóstico sobre la continuidad del servicio de acueducto en los municipios.

Figura 2 Interrupciones en el servicio de acueducto



Fuente: Unicef Colombia, Procuraduría General de la Nación. Análisis de 1008 planes municipales. Año 2005

Sólo 223 de los municipios analizados (22%) incluye en su plan de desarrollo un diagnóstico sobre este tema. De éstos; 169 informan que el servicio de acueducto no se presta en forma continua. Solo 54 municipios tienen continuidad en el servicio de acueducto.

En estos municipios la mayoría de las interrupciones se debe a la ineficiencia de los sistemas de conducción, bombeo, almacenamiento y a la baja disponibilidad del recurso; no se especifica la duración de los cortes en el servicio. Esto hace más difícil identificar los departamentos o regiones donde la situación es más grave.

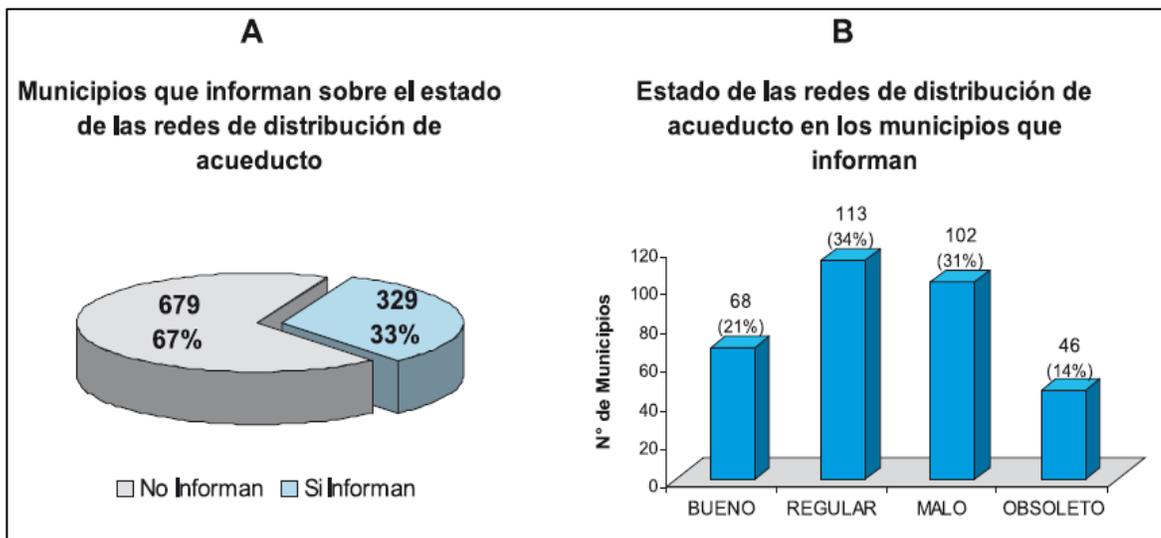
Menos del 25% de los municipios de 18 departamentos tienen continuidad en el servicio de acueducto. Así mismo, en los departamentos de Guajira, Cesar,

Santander, Boyacá, Quindío y Nariño, entre el 25% y el 50% de los municipios reseñan en los planes de desarrollo que el servicio de acueducto es interrumpido. Además, en los departamentos de Tolima y Huila, entre el 50% y el 75% de los municipios reseña la falta de continuidad en el servicio de acueducto. Por otro lado, sólo en los departamentos de Arauca, Caldas, Risaralda, Valle, Vichada y Vaupés, más del 75% de los municipios tienen un servicio de acueducto sin interrupciones.

1.4. ESTADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El estado de las redes de distribución de agua potable es un factor importante en la prestación adecuada del servicio de acueducto. Si las redes están en mal estado o construidas con materiales obsoletos, es mucho más probable que se presenten fugas que incrementan los niveles de agua no facturada y los costos de operación de los sistemas de acueducto. Además, es posible que por el mal estado de las redes el agua que reciben los habitantes sea de menor calidad, pues puede ser contaminada por filtraciones o residuos en las tuberías. En la figura 3 se presenta un gráfico del estado de las redes de acueductos en los diferentes municipios del país.

Figura 3. Estado de las redes de acueducto



Fuente: Unicef Colombia, Procuraduría General de la Nación. Análisis de 1008 planes municipales. Año 2005

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (2000), los municipios deben tener un catastro actualizado de las redes de distribución del acueducto, donde se haga un diagnóstico completo que contenga anotaciones sobre el material, la profundidad y el año de instalación, con el fin no solo de conocer la situación actual, sino de formular políticas para mantener y mejorar las redes, y por ende, la calidad del servicio prestado.

Sin embargo, en los planes de desarrollo sólo la tercera parte de los municipios incluye un diagnóstico sobre el estado de las redes de conducción del acueducto. La falta de información impide conocer el estado real de la infraestructura de acueducto en el país.

De los municipios que hacen un diagnóstico, solo 68 tienen las redes en buen estado; 113 reportan redes en regular estado; 102, en mal estado; y en 46 municipios están construidas con materiales obsoletos.

Apenas teniendo en cuenta los pocos municipios que informan sobre el estado de sus redes, se puede inferir que una proporción preocupante de ellos carece de una infraestructura apropiada de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable ocasionando pérdidas en el sistema, fugas y erosión hacia el suelo. Cabe anotar que los costos de tratamiento del agua generalmente son muy altos y el desperdicio del recurso hace que menos usuarios reciban el suministro.

Menos de la cuarta parte de los municipios de 26 departamentos reseñan en su plan de desarrollo tener la red de acueducto en buen estado. En los departamentos de Cesar, Bolívar, Boyacá y Meta entre el 25% y el 50% de los municipios tienen redes de acueducto en buen estado, mientras que el departamento de Caquetá es el único donde más del 50% de los municipios reportan tener redes de acueducto en buen estado.

2. GUIA METODOLOGICA PARA PROGRAMAS DE OPTIMIZACIÓN

Los programas de optimización en esta guía están orientados a indicar al ejecutor, bien sea, el prestador del servicio o un consultor; las acciones tendientes a:

- a) Proteger el recurso hídrico de la región.
- b) Contar con registros históricos que permitan definir la situación actual del sistema, con los cuales se puedan generar estadísticas e indicadores del servicio.
- c) Minimizar al máximo los costos de operación y mantenimiento.
- d) Realizar inversión de acuerdo a las necesidades del sistema y sus usuarios.
- e) Planificación ordenada, clara y equitativa del sistema.
- f) Brindar a sus usuarios un buen servicio de agua potable en cuanto a continuidad, cantidad, calidad, cobertura y confiabilidad.

Para la optimización del sistema se propone los siguientes programas, teniendo en cuenta la normatividad y exigencias del gobierno nacional:

1. Programa de Agua No Contabilizada
2. Programa de Operación y Mantenimiento
3. Programa de Gestión de Riesgos
4. Programa de almacenamiento domiciliar
5. Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua

La elaboración de los programas citados, parte de un diagnóstico actual del sistema de suministro para lo cual se debe iniciar con la recopilación de toda la información existente, para posteriormente ser analizada, generar estadísticas y establecer las condiciones físicas y de funcionamiento del acueducto y su prestador.

De acuerdo con diagnóstico general de los acueductos en Colombia, es poca la información que se encuentra registrada en archivos, razón por la cual se debe acudir a los operadores del sistema como son el fontanero, el encargado de la planta de tratamiento de agua potable y el administrador del servicio.

Las actividades necesarias para la realización del diagnóstico son:

a. Recopilación de la información

Recopilar los programas, manuales, procedimientos, estadísticas e información con que cuente el prestador del servicio.

b. Planos de todo el sistema de acueducto

Se debe contar con planos a escala que permitan establecer las dimensiones de las estructuras hidráulicas; estos planos deben contar la ubicación geo-referenciada de todos los componentes del sistema de acueducto.

Si no se cuenta con planos debe hacerse el respectivo levantamiento.

c. Recorrido por todo el sistema

Este primer recorrido permitirá conocer todas las condiciones actuales del sistema, se verificara que las medidas y planos se ajusten a lo construido; de no ser así se deberá actualizar los planos con las modificaciones observadas.

Se recomienda llevar un registro fotográfico de cada una de las inspecciones de campo que posean la fecha impresa, con el fin de realizar o actualizar el registro fotográfico histórico.

d. Elaboración del Diagnostico

Una vez realizadas las actividades anteriores, se realiza el informe de diagnóstico plasmando y organizando allí los resultados obtenidos, es decir; se muestra la información, planos constructivos, el estado en que se encuentra, el modo de operar, los problemas que presenta a nivel estructural, de ubicación, de operación, etc; de cada uno se los componentes del sistema y se establece cuáles son las deficiencias del sistema, sobre las cuales se deberá dar soluciones por medio de los programas de optimización.

Una vez obtenido el diagnóstico del sistema y analizado sus deficiencias, se elabora un manual de procedimiento que contenga las actividades a desarrollar para optimizar el sistema de acuerdo a cada uno de los cinco programas planteados en este documento.

A continuación se mencionan los elementos que se considera, deben integrar cada programa:

- **Identificación:** Se refiere a la primera página o portada del programa.
- **Índice:** En este apartado se presentan de manera sintética y ordenada, los apartados principales que constituyen el programa.
- **Introducción:** Se refiere a la explicación que se dirige al lector sobre el panorama general del contenido del programa, de su utilidad, fines y propósitos que se pretenden cumplir. Es recomendable que, al formular la introducción, se emplee un vocabulario sencillo, a efecto de facilitar su entendimiento.
- **Objetivos:** El objetivo deberá contener una explicación del propósito que se pretende cumplir.
- **Desarrollo de los procedimientos:** Constituye la parte central o sustancial del programa y contiene los siguientes aspectos:
 - ✓ **Propósito del Programa:** Describe la finalidad del componente.
 - ✓ **Alcance:** describe el ámbito de aplicación.
 - ✓ **Referencias:** se enlista la documentación de apoyo que se utilizó para elaborar el procedimiento: manuales internos, normatividad, etc.
 - ✓ **Plan de acción:** presenta las actividades a ejecutar para lograr el propósito planteado.
 - ✓ **Responsabilidades:** indica quien es el responsable de la elaboración, emisión, control y vigilancia del procedimiento; así como también, quien es el responsable de la revisión y aprobación del mismo.
 - ✓ **Método de Trabajo:** se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos; políticas y lineamientos, descripción de actividades, diagrama de flujo y formatos e instructivos.

3. PROGRAMA DE AGUA NO CONTABILIZADA

Uno de los aspectos de mayor relevancia durante el proceso de producción, operación y distribución del recurso hidráulico en el sistema de Acueducto, es la identificación de las pérdidas generadas durante este proceso. Estas pérdidas se encuentran asociadas a dos componentes principales: las fugas técnicas (pérdidas reales visibles y no visibles) y a la defraudación de fluidos (pérdidas comerciales o aparentes – conexiones clandestinas masivas o dispersas, errores asociados a la lectura, conexiones fraudulentas), siendo estas últimas, un factor de difícil medición y monitoreo, constituyéndose en un porcentaje apreciable dentro de las perdidas generales del sistema.

La metodología para llevar a cabo del cálculo del Índice de Agua No contabilizada se presente en la figura 4.

Para determinar en forma precisa las pérdidas asociadas a la operación del sistema de acueducto, existe un indicador conocido como Índice de Agua No Contabilizada (IANC), que corresponde al porcentaje de agua potable NO facturada por la entidad prestadora del servicio, debido a posibles fugas de los componentes del sistema y por conexiones clandestinas y/o fraudulentas.

La forma de calcular este indicador se encuentra plasmada en la siguiente ecuación¹:

$$IANC = \frac{\nabla_{PRODUCIDO} - \nabla_{FACTURADO}}{\nabla_{PRODUCIDO}} \cdot 100$$

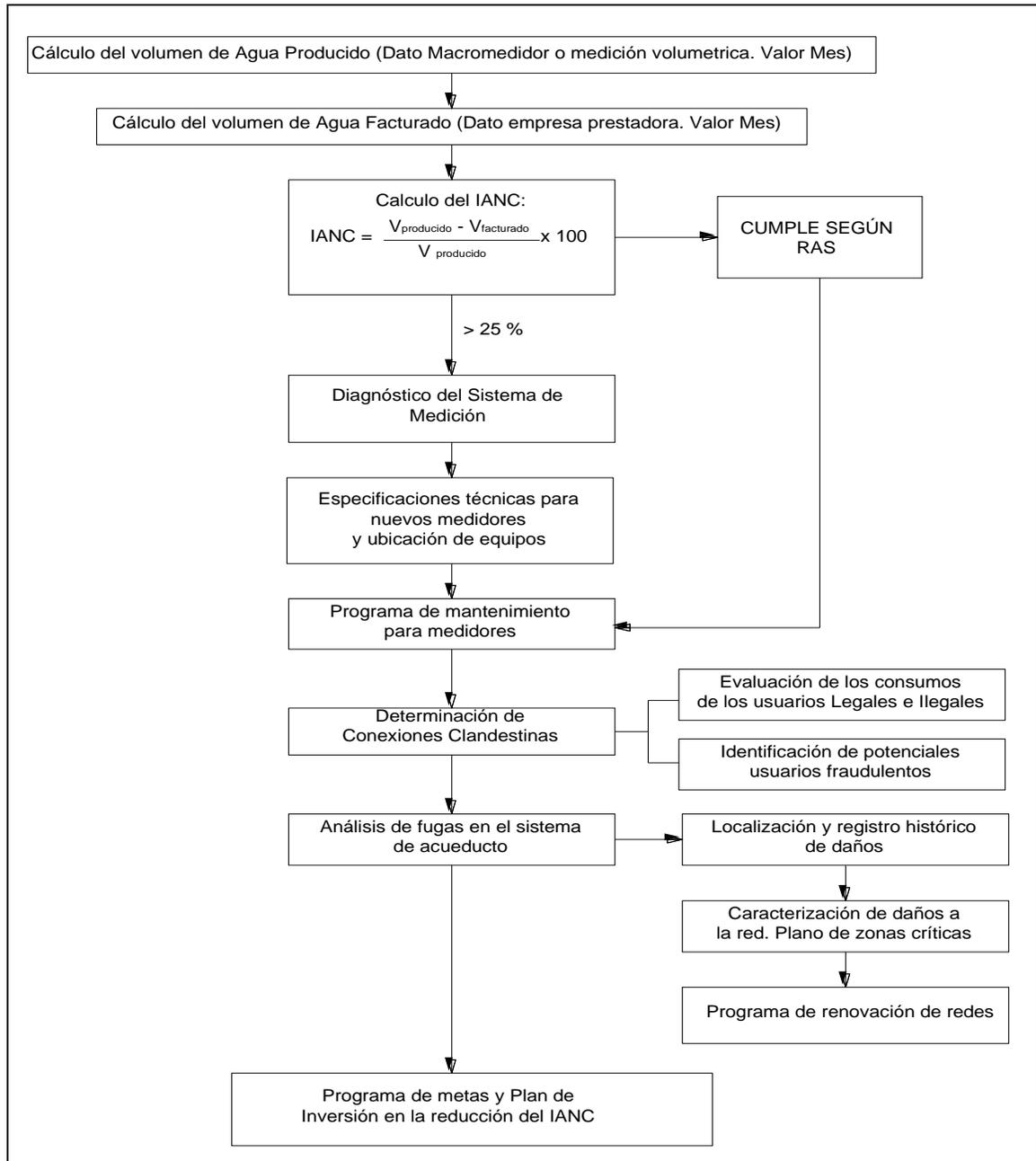
Donde:

Volumen producido: Corresponde a la cantidad de metros cúbicos medida por un Macromedidor a la entrada de un circuito o sector hidráulico, y en el caso general, la lectura tomada en la salida del tanque o sistema de tanques de la Planta de Tratamiento de Agua potable de un municipio o ciudad. En caso de no contar con macromedición se puede obtener dicho dato mediante aforos volumétricos.

¹Planteada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico mediante resolución 12 de 1995.

Volumen Facturado: Corresponde a la cantidad de metros cúbicos facturados por la empresa en la micromedición, es decir, la sumatoria del volumen de agua consumido por cada predio durante la vigencia facturada.

Figura 4. Procedimiento cálculo del Índice de Agua No Contabilizada



Fuente: Autor

Las pérdidas admisibles según el RAS, no deben sobrepasar el 25%; si esto sucede se debe indicar la gestión empresarial en la búsqueda de optimizar el proceso operativo del sistema, el control de la infraestructura en redes y equipos y la calidad en los procesos de medición y facturación del volumen real consumido por los usuarios.

Las pérdidas técnicas en la red se deben a tres factores principalmente:

- Errores en el sistema de medición
- Fugas en la red de distribución
- Conexiones clandestinas

A continuación se presenta la metodología para evaluarlos.

3.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

La red de medición se compone de macromedición, que son los instrumentos utilizados para medir grandes volúmenes de agua y micromedición, que mide el consumo de cada usuario.

El sistema de medición proporciona información necesaria para la evaluación, seguimiento y planificación de los sistemas de abastecimiento, optimizando la toma de decisiones y la gestión administrativa del sistema.

Es posible enumerar algunos de los objetivos más relevantes de un sistema de macromedición:

- ❖ Permite conocer el registro de volúmenes producidos y pérdidas propias del proceso.
- ❖ Planeamiento y puesta en marcha de programas de mantenimiento y rehabilitación en las estructuras hidráulicas.
- ❖ Seguimiento continuo de las condiciones hidráulicas de funcionamiento del sistema.
- ❖ Evaluación de la eficiencia del sistema productor en el tiempo.

El desarrollo de un sistema de medición debe buscar la obtención de información real, que es necesaria para planificar, operar y comercializar el sistema, con el

interés de aplicar acciones preventivas y correctivas en forma oportuna, cumpliendo los objetivos mencionados anteriormente.

La norma RAS 2000 – título B, indica que se deben realizar mediciones del flujo en la Planta de Tratamiento – Tanque de almacenamiento, con el fin de tener registro de los caudales producidos, tratados y entregados por la PTAP.

3.1.1. Macromedición

Se pueden presentar dos situaciones; la primera, que no se cuente con sistemas de macromedición por lo cual se procede a definir la implementación de estos; y la segunda, que se cuente con macromedición, en este caso se debe establecer si su ubicación, operación y funcionamiento es adecuado.

La localización de los medidores debe realizarse bajo los requerimientos contenidos en la norma RAS 2000, en lo referente al control y supervisión de la cantidad y la calidad del agua potable a lo largo del sistema. Los puntos identificados que requieren macromedición son los siguientes:

- ❖ Tanque de almacenamiento: De acuerdo con las disposiciones de la norma RAS 2000, es indispensable colocar macromedición a la entrada y la salida del tanque de almacenamiento, con la finalidad de medir el volumen de agua procesado por la Planta de Tratamiento y el volumen entregado por el tanque a la red de distribución.
- ❖ Red de Distribución: Se debe contar con macromedidores en la red de distribución en caso de que se cuente con más de un operador del servicio, o existan sub componentes de la red de distribución.

3.1.1.1. Especificaciones Técnicas para Nuevos Medidores

Una vez identificados los sitios de mayor conveniencia para la instalación y puesta en funcionamiento del sistema de macromedición o la necesidad de reemplazar los macromedidores existentes, se deben establecer las condiciones técnicas que deben cumplir estos accesorios para la ejecución de un trabajo efectivo.

Los macromedidores pueden ser de Tipo mecánico (hélice o turbina), de presión diferencial (Venturi, tubo Pitot, o placa de orificio), o ultrasónico, o electromagnético deben cumplir con alguna de las normas técnicas mencionadas en la tabla B.7.12 de la norma RAS 2000.

Las variables que se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un macromedidor son:

Condiciones de instalación: Conocer previamente los volúmenes de trabajo (mínimo, medio, máximo), presiones de trabajo, características físico-químicas del agua (temperatura, corrosividad, viscosidad), estimación de la velocidad en la tubería.

Características físicas: Conocer datos referentes a corrosividad del medio, diámetro de la tubería, tipos y patrones de acoples, facilidad de instalación y mantenimiento, verificación de la necesidad de suministro de energía eléctrica para la operación del sistema.

Disponibilidad de mano de obra: Conocer con que personal se cuenta en la zona, posibilidad de adiestramiento y capacitación para que operen y manejen el medidor en forma competente.

Costos de adquisición, operación y mantenimiento.

Análisis complementario: Confirmar la facilidad de la consecución de repuestos, evaluar el comportamiento histórico del medidor seleccionado en otros sitios de características semejantes donde el aparato haya sido instalado.

3.1.1.2. Revisión y Diagnostico para Medidores Existentes

En caso de contar con macromedición se propone como metodología para su revisión y diagnóstico, la presentada en la figura No 5.

Debe tenerse en cuenta el capítulo B.7.10.2 del RAS que define los tiempos máximos de reposición de los macromedidores en caso de mantenimiento de los mismos (todo ello en función del nivel de complejidad).

3.1.1.3. Mantenimiento de Macromedidores

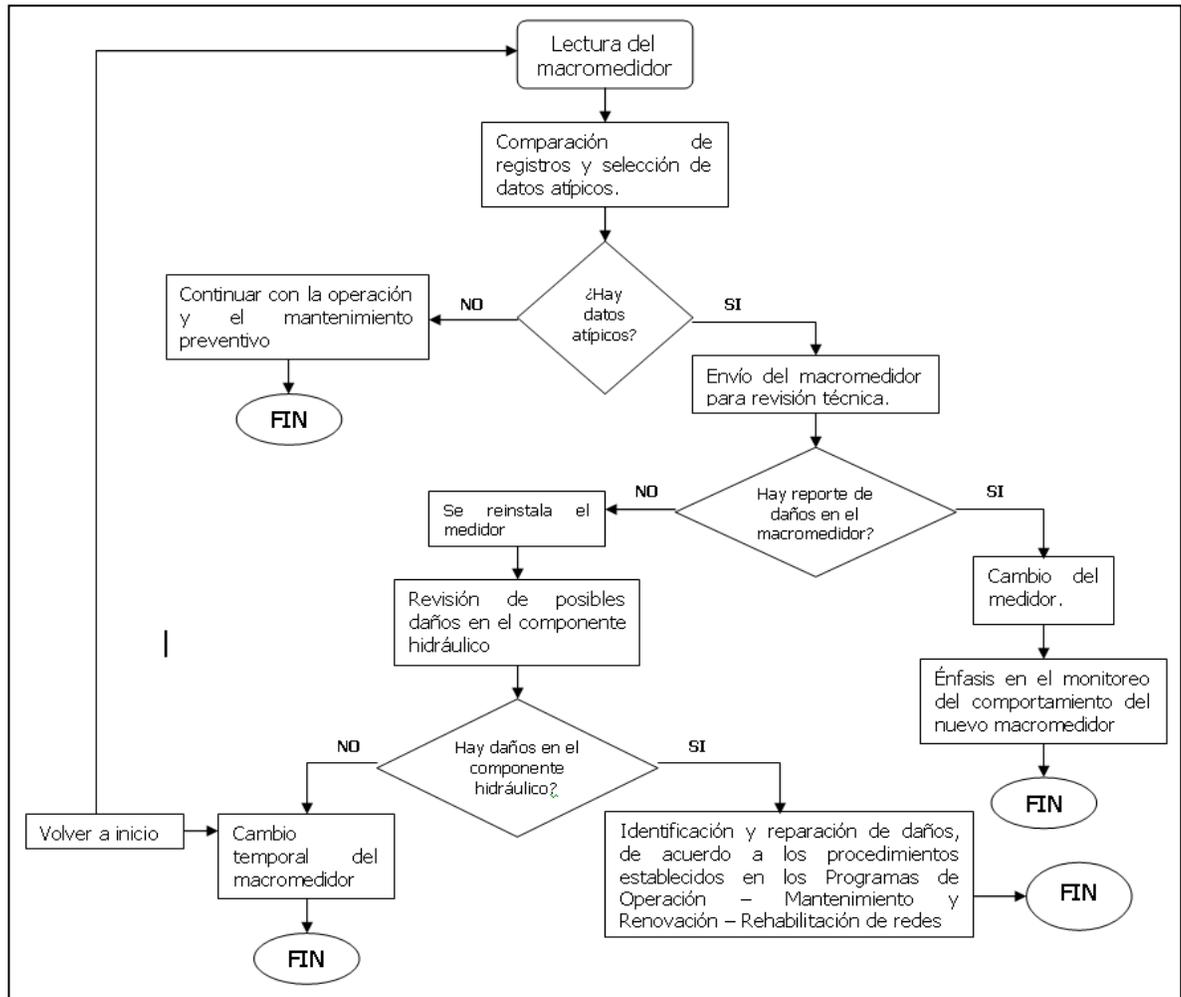
Con respecto al mantenimiento de los macromedidores que formen parte de la red de distribución de agua potable, debe tenerse en cuenta los requisitos, contenidos en la norma ras numeral B.7.10.3 del RAS.

❖ Determinación del Error Conceptual de la Macromedición

Siempre que exista medición en el sistema de acueducto, es recomendable verificar el funcionamiento de los dispositivos con la periodicidad establecida por el

proveedor, y en particular su precisión al medir. Uno de los recursos de más amplia utilización para ello es la *Pitometría*, que se entiende como el conjunto de actividades y elementos que permiten obtener, analizar y precisar los datos operacionales relacionados a flujos, presiones y niveles del agua, con el objeto de obtener el diagnóstico específico del funcionamiento real de las partes de un sistema de acueducto. Con la pitometría es posible determinar la curva de errores características de un medidor analizado.

Figura 5. Metodología propuesta para la revisión y diagnóstico de un macromedidor.

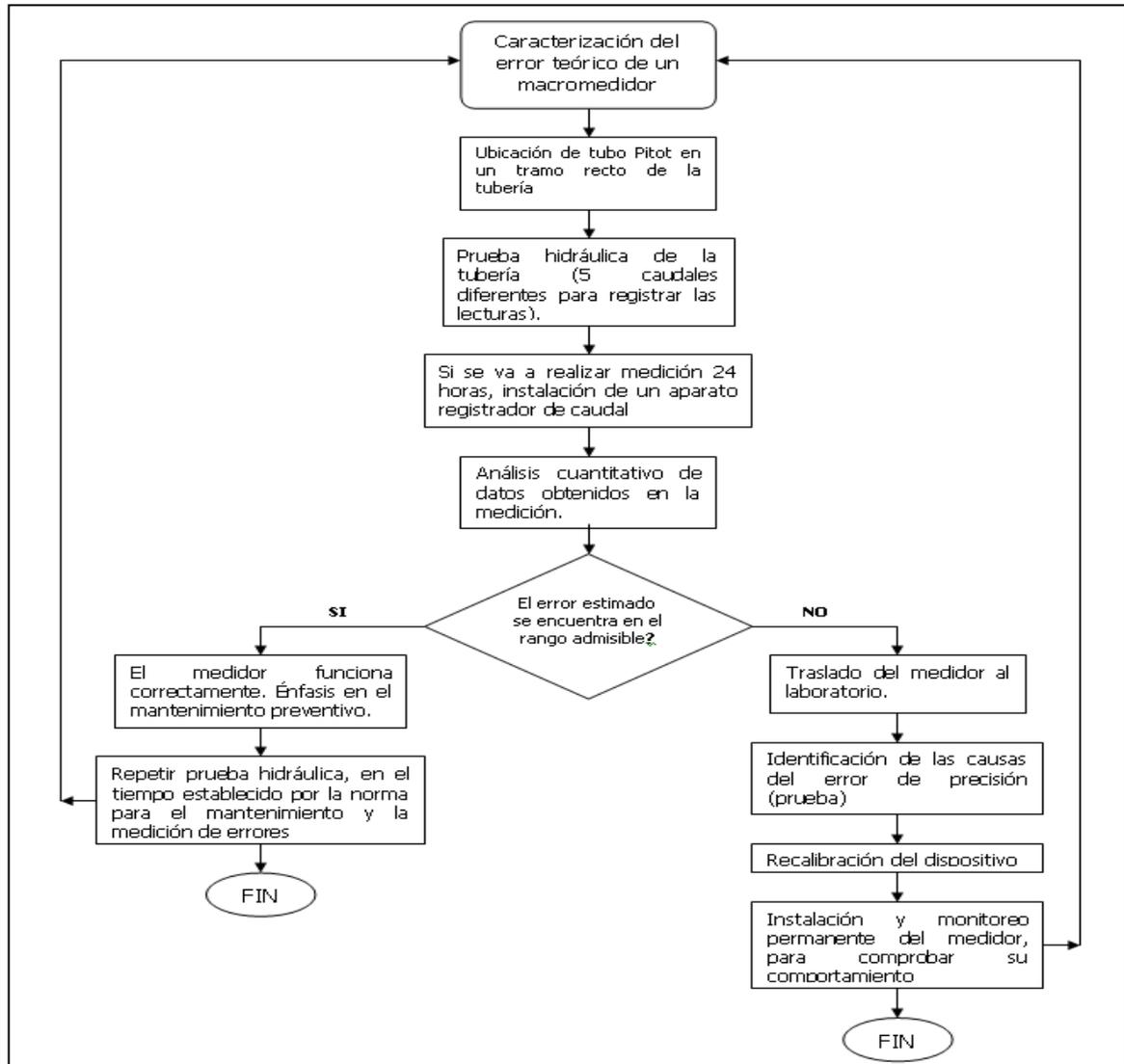


Fuente: Autor

Cada medidor trae asociado una curva de errores teóricos (curva de calibración del aparato). Si se requiere verificar la precisión en la medición efectuada por el

dispositivo, se debe reproducir la curva de errores característicos mediante la aplicación de una prueba hidráulica, que permita constatar que el medidor registra los caudales experimentales, los cuales deben encontrarse dentro de los límites establecidos por la curva de calibración del aparato. La metodología para la aplicación de la prueba hidráulica se encuentra contenida en la figura 6.

Figura 6. Caracterización del error teórico de un Macromedidor.



Fuente: Autor

La medición tomada con un tubo pitot puede tener un error del $\pm 2\%$, siendo válida la siguiente expresión:

$$Q_P = Q_R \pm 0.02 \cdot Q_R$$

Donde:

Q_P : Caudal medido en la prueba hidráulica por el tubo pitot.

Q_R : Caudal real en el instante de la prueba.

El valor de Q_R se encuentra en el siguiente rango de medición:

$$0.98 \cdot Q_P \leq Q_R \leq 1.02 \cdot Q_P$$

Estableciendo Q_H como el caudal medido en el medidor, el error estimado en la lectura será:

$$E_H = \left(\frac{Q_H - Q_R}{Q_R} \right) \cdot 100$$

También es posible estimar el rango de medición del error teórico con base en la siguiente ecuación:

$$0.98 \cdot \left(\frac{Q_H}{Q_P} - 1 \right) \cdot 100 < E_H < 1.02 \cdot \left(\frac{Q_H}{Q_P} - 1 \right) \cdot 100$$

Los valores obtenidos con la anterior ecuación, deben estar dentro de los límites admisibles en la curva de calibración del aparato. De no ser así, se requiere revisión y recalibración del dispositivo.

De acuerdo con las especificaciones planteadas en la NTC 1063-1, los errores permisibles son:

- En la zona inferior desde Q_{\min} hasta Q_t es de $\pm 5\%$.
- En la zona inferior desde Q_t hasta Q_{\max} es de $\pm 2\%$.

El RAS 2000 establece que para los distintos niveles de complejidad de los municipios la frecuencia con la que se debe verificar su lectura. De no ser así, el aparato debe ser revisado por personal técnico apropiado, que debe evaluar las posibles causas que llevan al medidor a dar lecturas erradas. Algunas de las causas probables para que un medidor genere lecturas inciertas pueden ser:

- Instalación inadecuada del aparato.
- Daños en la turbina (si es macromedidor de velocidad)
- Obstrucciones internas
- Desgaste de los elementos giratorios.

El tema de mantenimiento está sujeto a las recomendaciones de los fabricantes, los cuales especifican el plazo apropiado para realizarlo.

La norma RAS 2000, numeral B 7.10.3, establece que, cuando se presente un daño en un macromedidor del sistema, la empresa prestadora del servicio tiene quince (15) días desde el reporte del daño para efectuar la revisión y/o el cambio del aparato defectuoso, con el fin de evitar posibles traumatismos en la prestación del servicio. Si el medidor que presentaba fallas es arreglado, recalibrado en forma óptima y reinstalado, debe estar sujeto a monitoreo con el fin de mirar su comportamiento y las lecturas arrojadas. Si se presenta cambio, el nuevo macromedidor debe cumplir las condiciones y especificaciones técnicas de la red.

3.1.2. Micromedición

Se pueden presentar dos situaciones; la primera, que no se cuente con sistemas de micromedición por lo cual se procede a definir la implementación de estos; y la segunda, que se cuente con micromedición, en este caso se debe establecer si su operación y funcionamiento es adecuado.

- ❖ Cobertura: Se debe establecer el número de usuarios total del sistema y el número de usuarios que cuentan con micromedición.
- ❖ Catastro: Marca del micromedidor, año de instalación, diámetro, material, ubicación, fecha del ultimo mantenimiento.
- ❖ Análisis del proceso de estimación de consumo y facturación: Se debe realizar una descripción del proceso de facturación con el que cuenta el prestador del servicio, tanto para los usuarios con micromedición como para los usuarios sin micromedición. No obstante, por norma todos los usuarios deben contar con sistema de medición.

3.1.2.1. Revisión del Micromedidor

La metodología para la revisión de los medidores es similar a la utilizada para la revisión de macromedidores.

Para ello se recomienda realizar la calibración y mantenimiento preventivo de los equipos; se pueden dividir los micromedidores por zonas o por la antigüedad para iniciar esta actividad paulatinamente con el fin de evitar alteraciones representativas en la operación u funcionamiento.

El tiempo utilizado para la realización de la calibración y el mantenimiento no debe ser mayor de 15 días, adicionalmente esta actividad deberá ser realizada por personal idóneo y especializado el cual deberá entregar un certificado de mantenimiento y calibración del equipo, adicional a las recomendaciones de uso, seguimiento y próxima calibración.

La facturación del usuario al cual se le realizo el retiro temporal del medidor deberá mantener relación con las facturaciones anteriores.

3.1.2.2. Programa de ampliación de la cobertura de micromedidores en el municipio.

La ampliación de la cobertura de micromedición debe realizarse con base en el crecimiento del casco urbano en las zonas de expansión establecidas en el EOT y del crecimiento de la población.

La cobertura del servicio de acueducto debe ser del 100%, por lo cual se deberá definir la implantación de los micromedidores faltantes.

3.1.3. Programa de Renovación de Medidores

La renovación de medidores se hace indispensable a medida que los avances tecnológicos permiten mejorar las características de los aparatos, al hacerlos más precisos y restringiendo el acceso al mecanismo interno para evitar posibles alteración en su funcionamiento (piezas imprescindibles que al ser alteradas o sustraídas, permiten detectar casi instantáneamente un posible fraude).

El cambio de medidores se constituye por tanto, en una herramienta valiosa para disminuir las pérdidas del sistema y evitar la adulteración de los aparatos. Esto requiere de una inversión considerable en recursos humanos, económicos y técnicos, que el municipio debe prever dentro de su programa de inversión, para optimizar el funcionamiento del sistema.

Además de ello, la capacitación del personal encargado del mantenimiento operativo de la red es indispensable, ya que ellos pueden detectar con habilidad si

se ha realizado o no una modificación al medidor, haciendo el reporte respectivo para efectuar las labores oportunas de visita al predio y arreglo del medidor adulterado.

Para efectuar la renovación de medidores en la red urbana de acueducto, se deben tener en cuenta la antigüedad del medidor y el estado de funcionamiento del aparato. Es necesario establecer un censo de medidores para conocer el funcionamiento de los aparatos (prueba hidráulica – comprobación de que las lecturas registradas se encuentren dentro del margen de tolerancia establecido por la curva de errores teóricos propia de cada aparato).

Lo cierto es que cada ocho (8) años o cada 3.000 metros cúbicos es necesario cambiar los medidores. Si una familia gasta en promedio 20 metros cúbicos de agua mensualmente, habría que reemplazarlos cada 12 años pero, para ese momento, habrá pasado mucho tiempo desde que se perdió el grado de precisión adecuado, por tanto es imprescindible realizar los monitoreos y mantenimientos respectivos.

3.2. CONEXIONES CLANDESTINAS

Las conexiones clandestinas o fraude en la redes de conducción del agua también ocasionan pérdidas de agua potable que no son facturadas lo que genera menos ingresos, mayores costos de operación y fugas cuando estas no son bien acopladas; por lo cual es importante su control.

3.2.1. Evaluación de los Consumos de los Usuarios Legales.

Se debe contar con las lecturas mensuales de todos los usuarios registrados y clasificarlos en bajo, medio y grandes consumidores, para lo cual se propone los siguientes intervalos.

- Usuarios con cero consumo
- Usuarios con consumos entre 1 y 10 m³
- Usuarios con consumos entre 11 y 30 m³
- Usuarios con consumos entre 30 y 100 m³
- Usuarios con consumos mayores a 100 m³

Se debe evaluar el porqué de los usuarios con consumo nulo, si se debe a que el punto de suministro se encuentra ubicado en un lote, o si la vivienda se encuentra desocupada, entre otros.

Establecer el mayor rango de consumo de la población y verificarlo con los hábitos de consumo.

Indagar acerca de los usuarios clasificados como grandes consumidores, su actividad y si su clasificación por uso es acorde al consumo.

3.2.2. Localización de Sectores con Desarrollo Subnormal

De acuerdo con la información contenida en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y con la información tomada en campo, se debe definir las zonas de desarrollo subnormal dentro del casco urbano del municipio y la cobertura de la red.

3.2.3. Identificación de Potenciales Usuarios Fraudulentos.

Se deben desarrollar verificaciones de campo para identificar a los posibles usuarios fraudulentos del sistema de la siguiente manera:

Lo más adecuado es la contratación de una empresa de consultoría especializada con el fin de evitar discrepancia con la comunidad, hermeticidad en la información y objetividad. La consultoría deberá ejecutar las siguientes acciones:

- Identificación previa del predio cedula catastral, dirección, de acuerdo con la base catastral del municipio.
- Verificación con la empresa de la asignación de micromedición al predio.
- Realización de una encuesta predio a predio estableciendo como mínimo los siguientes parámetros: Número de habitantes, número de unidades habitacionales del predio (cuantas unidades internas de la vivienda se abastecen con el servicio). Si existen divisiones internas en el predio, preguntar si cada unidad habitacional tiene su propia derivación de acueducto o la forma de operación de la red interna. Tipo de uso que se le está dando a la construcción (Residencial, comercial, industrial, oficial).
- Revisión de la estanqueidad de la red: se debe verificar la ausencia de consumos al interior del predio y constatar que en el medidor asignado efectivamente no existe flujo por un periodo no inferior a 30 minutos.

- Revisión de la continuidad del servicio: se debe identificar en el terreno el medidor asignado para el predio, y con la intervención de un técnico realizar el corte provisional del servicio, si este cuenta con almacenamiento intradomiciliario deberá también realizarse el corte de la distribución que desde allí se realice, acto seguido para cada uno de los servicios sanitarios y puntos de agua existentes en el predio se corroborará la presencia del recurso.
- Después de realizar la totalidad de las pruebas se repone el servicio de agua al usuario y verifica su correcto funcionamiento.
- Se deben tabular los registros de la encuesta y de las pruebas realizadas y comunicar a cada usuario individualmente el resultado de las mismas, indicando las acciones correctivas a las posibles anomalías encontradas, que debe realizar para legalizar, mejorar o racionalizar su servicio.

Mes a mes como resultado del análisis de consumos, se deberá priorizar una muestra de usuarios para realizar la encuesta, de acuerdo a la cantidad de usuarios matriculados se propone que este estudio se realice a un número no menor de 5 usuarios mensuales los cuales también pueden ser escogidos al azar o mediante cualquier otro criterio que designa la administración del acueducto.

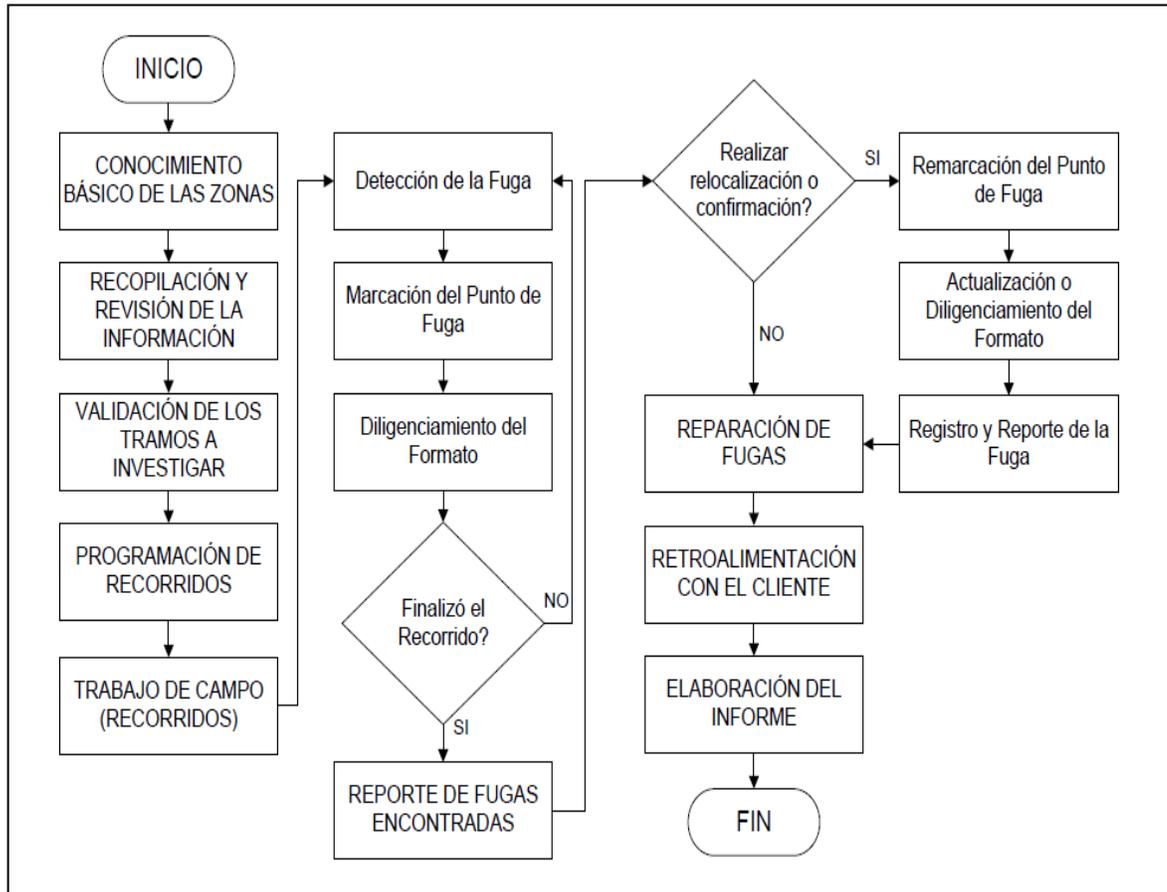
Con el análisis de la información recopilada se pueden establecer sectores donde se presenten conexiones clandestinas, se debe realizar un seguimiento continuo para determinar los usuarios fraudulentos y realizar las intervenciones con ayuda de la ley y el cobro de las sanciones por este delito con el fin de desincentivar estas prácticas.

3.3. FUGAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO

En un sistema de acueducto también puede existir pérdida de agua debido a fugas generadas en las tuberías de conducción debido a fisuras, roturas o desacople en las tuberías o accesorios de la red de acueducto. Estas pérdidas son por lo general de gran magnitud y pueden ocasionar daños adicionales como inestabilidad de terreno, daño en las vías por donde pasa la tubería, entre otros. Por tanto es de gran importancia que cada acueducto cuente dentro de su programa de agua no contabilizada un subprograma para la detección y corrección de estas fugas.

A continuación se presenta como realizar el diagnostico de las redes y con base en ello elaborar el programa para prevenir o corregir las fugas que se puedan presentar en éste.

Figura 7 Metodología para la detección de fugas no visibles.



Fuente: Manual de procedimientos búsqueda de fugas – FLUIDIS 2005.

❖ **Conocimiento de la zona de trabajo**

Una vez el municipio tenga identificadas las zonas que presentan mayores reportes de daños, se deben evaluar las condiciones del lugar, con el fin de planificar los equipos y el personal requeridos para realizar la inspección.

❖ **Recopilación y revisión de la información**

Se debe indagar sobre los planos de catastro de la red de acueducto que tenga el prestador del servicio, identificando el trazado de las tuberías, diámetros y

materiales de la red, localización de accesorios, zonas de altas presiones (zonas prioritarias). De esta manera se planificará el recorrido por el municipio.

❖ Validación de tramos a investigar

De acuerdo con los equipos que se vayan a utilizar, la presión mínima de trabajo en la red debe ser de 15 m.c.a para la detección eficaz de las fugas. Presiones de trabajo menores a ésta no permiten detectar las fugas mínimas.

❖ Programación de recorridos

Basado en el análisis de la información recolectada sobre la red, se organizarán los horarios de visita a las zonas priorizadas y los aspectos logísticos de la visita (cuadrilla de trabajadores y equipos requeridos).

❖ Detección de fugas

La cuadrilla de trabajo realizará la inspección de la red establecida, operando los equipos (geófonos), marcando en terreno el sitio de la fuga localizada (establecer una codificación estándar que sea fácilmente identificable por la empresa prestadora del servicio), levantando el registro fotográfico del sitio (procurar que en las fotografías quede constancia de la marcación efectuada en terreno) y diligenciando del formato de comparativo de daños corregidos por diámetros, material y mes en las redes de conducción y distribución de agua.

❖ Entrega del registro y elaboración del informe de resultados

El coordinador de la comisión de campo debe elaborar el reporte de los daños localizados, anexando los formatos de campo correctamente diligenciados y entregando en un plano en limpio, la localización gráfica de los sitios que presentan fugas. Los temas que el informe debe abordar son: cantidad de fugas reportadas, cantidad de fugas positivas y negativas, estadística por tipo de fugas encontradas en la red, rendimiento de la cuadrilla de trabajo, longitud recorrida, efectividad en la localización (relación de fugas positivas sobre el total de fugas reportadas ante la Empresa de servicios públicos), efectividad de ubicación (con relación al sitio de marcado), conclusiones y recomendaciones. El coordinador debe hacer entrega de toda la información a la empresa prestadora del servicio, que debe emprender las actividades de reparación y rehabilitación de los daños reportados, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Programa de Renovación y Rehabilitación de redes.

Para el caso puntual de la detección de fugas no visibles, se debe tener en cuenta dentro de la información base, la inspección de los pozos de alcantarillado, para descartar o confirmar el paso de la tubería de acueducto en la red de alcantarillado. Si se llegare a encontrar algún caso similar, se debe reportar la anomalía en el formato de campo.

En cuanto a los equipos empleados en la detección de las fugas, se utilizarán localizadores, correladores o geófonos electrónicos, los cuales trabajan con principios acústicos, considerando que cualquier rotura o filtración en la tubería de acueducto y la salida del flujo, generan una vibración que se transmite a lo largo del tubo, y que puede ser reconocida por personal entrenado con la ayuda de los equipos de medición. Si el municipio considera la contratación de una empresa que realice la detección de fugas, debe exigir al contratista el listado de equipos que empleará en la labor de detección y los certificados de calibración de cada uno de estos. De igual manera, exigir que la cuadrilla de trabajo tenga entrenamiento y se encuentren capacitados para ejercer la inspección.

3.3.1. Programa de Renovación de Redes

Para la elaboración de este programa se debe contar con los datos de catastro de tubería (material, antigüedad, RDE, diámetros y ubicación), una vez se cuente con la información se debe analizar:

1. Que se cumpla con los diámetros mínimos en la red matriz y en las redes menores recomendados en el RAS de acuerdo al nivel de complejidad **B.7.4.6.**, si no se cumple con ello se debe programar el cambio de la tubería por los diámetros óptimos.
2. Que los RDE de las tuberías sean acordes con las presiones que se manejen en la red; para la determinación de las presiones se debe modelar la red de distribución en programas de computador especializados, si los RDE de las tuberías están por debajo de los recomendados se debe programar el cambio de la tubería por los RDE recomendados de acuerdo con las presiones manejadas en cada tramo.
3. Que la antigüedad de la tubería este de acuerdo con las recomendaciones de cada proveedor según el material. Si se establece que ya cumplió su vida útil o está cercana a cumplirla se debe programar su renovación.

3.4. PROGRAMA DE METAS Y PLAN DE INVERSION EN LA REDUCCION DEL IANC

Una vez definida las obras a implementar para la disminución de las pérdidas se establecerán el plan de inversión, las fuentes de financiación y el cronograma de actividades priorizando aquellas en las que se generen mayores pérdidas.

4. PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El correcto funcionamiento de un sistema de acueducto requiere de la constante intervención humana con el fin de mantener sus parámetros dentro del óptimo requerido, logrando de esta manera satisfacer las necesidades de los usuarios en cuanto a cantidad, continuidad y calidad. Una condición importante es tener claros los procedimientos para operar el sistema, así como también las medidas que se deben tomar para el mantenimiento.

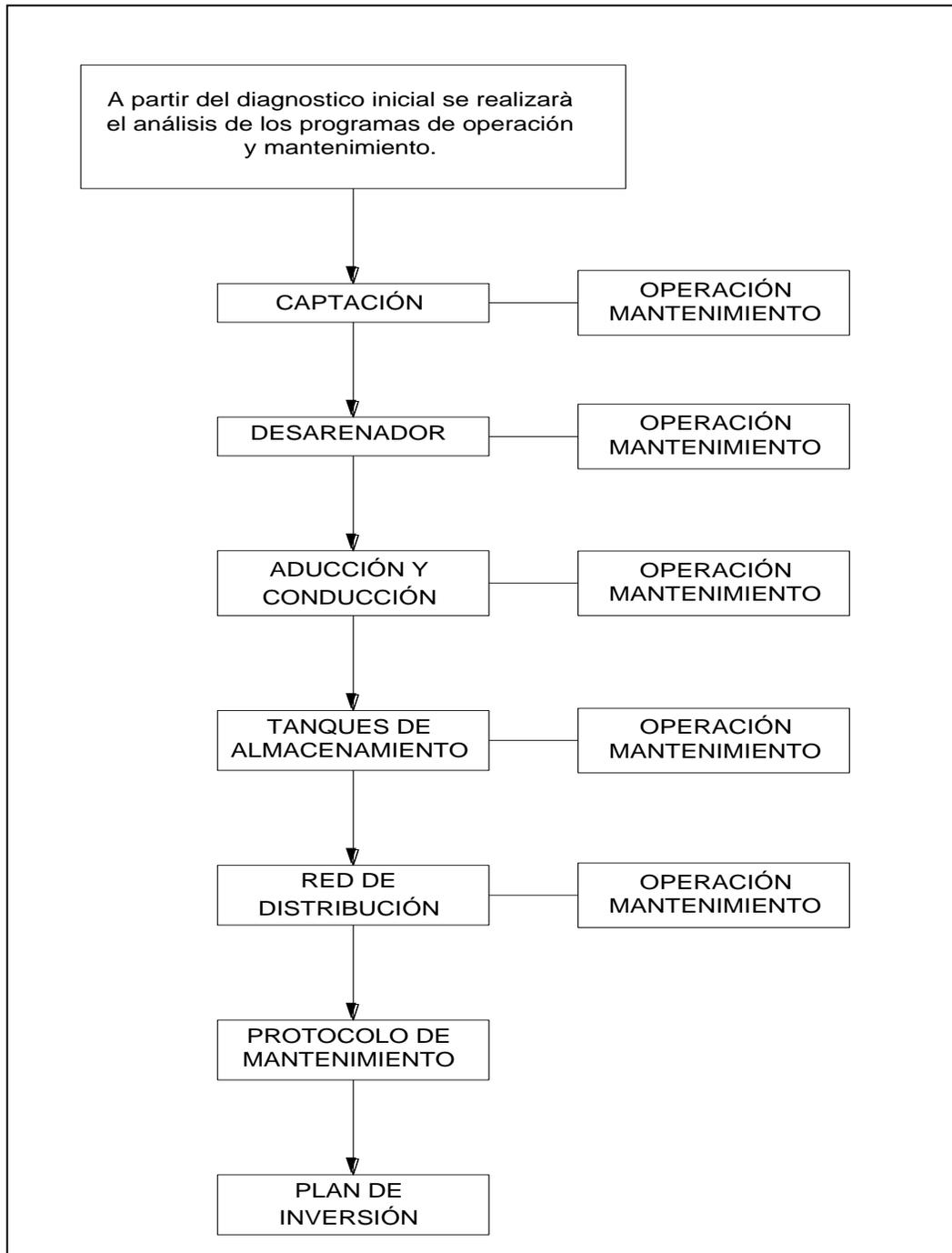
La operación consiste en las labores frecuentes dentro del sistema destinadas a garantizar el óptimo funcionamiento de las estructuras y elementos. Es importante que durante la operación se lleven registros del funcionamiento del sistema, los cuales resultan de utilidad para tener un control de caudales, presiones, gradientes hidráulicos, niveles, calidad del agua, asentamientos, etc., parámetros con los cuales es posible establecer el momento adecuado en el cual se deban realizar reparaciones; el registro de estos parámetros es de suma importancia para calibrar los modelos hidráulicos para que se ajusten más a las condiciones reales.

El mantenimiento consistirá en las labores recurrentes dentro del sistema que tiene el objeto de reparar, reemplazar, adicionar, modificar o mejorar los elementos y estructuras del mismo. Estas labores pueden ser de tipo preventivo o correctivo, con el fin de mantener los materiales en una condición adecuada, incluyendo acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc.

Todas las actividades que procuran el correcto funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema deben estar contenidas en un documento que facilite el entendimiento y manejo del sistema por parte de los operadores; este documento se denomina manual de operaciones o de mantenimiento y deben cumplir con las recomendaciones del RAS 2000.

Las acciones a realizar para la elaboración del manual se presentan a continuación:

Figura 8 Metodología para el programa de Operación y Mantenimiento



Fuente: Autor

4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA

Cuál es el componente que se va a evaluar: Captación, aducción, desarenador, conducción, planta de tratamiento, almacenamiento, red de distribución o estación de bombeo.

Donde se encuentra ubicado el componente: Se debe especificar las coordenadas geográficas del componente y una descripción de la zona, contar con los planos actualizados y los catálogos e instructivos de los equipos implementados en cada componente los cuales son suministrados por los fabricantes y/o proveedores.

4.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Consiste en reunir los documentos y los datos existentes, que una vez organizados, analizados y sistematizados, permitan conocer los procesos tal y como operan en el momento.

Para la recolección de la información, es necesario acudir a diversas fuentes, entre las que destacan los documentos técnicos, planos de diseño, visitas de campo y entrevistas con los funcionarios y empleados quienes pueden aportar información adicional para el análisis, diseño e implantación de procedimientos.

Las técnicas que usualmente se utilizan para conseguir la información necesaria son:

a) Investigación Documental:

Consiste en la selección y el análisis de aquellos documentos que contienen datos de interés relacionados con los componentes del sistema; para ello, se estudian documentos tales como memorias de cálculo, mapas, planos, registros estadísticos, y todos aquellos que contengan información relevante.

b) Entrevista Directa:

Consiste básicamente en reunirse con los funcionarios del prestador del servicio orientada a la obtención de información de su funcionamiento, operación, limpieza y mantenimientos realizados. Este medio permite adquirir información más completa.

Para que la entrevista se desarrolle con éxito es conveniente observar los lineamientos siguientes:

- Tener claro el objetivo de la misma.
- Concertar previamente la cita.
- Verificar la información a través de otras fuentes.
- Aclarar todas las dudas que existan.
- Saber escuchar.

c) Observación de Campo:

Consiste en visitar el lugar donde se ubican cada uno de los componentes y observar atentamente todo lo que sucede alrededor, verificar como opera, el funcionamiento del mismo y de los elementos que lo componen, cual es el comportamiento hidráulico y cada cuanto y como se realiza las actividades de limpieza; para ello, es necesario anotar todo lo que se considere relevante; con esto es posible verificar o modificar la información recopilada en las entrevistas.

La inspección de campo es muy importante, ya que permite definir y detectar con mayor precisión los problemas, así como descubrir datos valiosos omitidos durante las entrevistas.

Independientemente de la técnica utilizada para la recolección de la información, es necesario seguir todo el procedimiento; desde el principio, hasta el final, a través de todos los órganos o personas que en él intervienen.

4.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO

Constituye una de las partes más importantes, consiste fundamentalmente en estudiar cada uno de los elementos de información o grupos de datos que se integraron durante la recolección de información, con el propósito de obtener un diagnóstico que refleje la realidad operativa actual.

Para analizar la información, es conveniente responder los cuestionamientos fundamentales que se mencionan a continuación:

- Cuál es la función
- Quién lo opera
- Cuáles son las unidades o elementos que intervienen en el proceso
- Cómo se hace: se refiere a la secuencia de actividades que se realizan para el normal funcionamiento.
- Cuándo se hace: es la periodicidad con la que se realiza el trabajo.

- Por qué se hace: busca la justificación de la existencia de ese procedimiento.

La descripción de cualquier procedimiento deberá hacerse con detalle, sin obviar elementos que posteriormente pudieran repercutir en el análisis de la información e implique la realización de nuevas consultas.

4.3.1. Protocolo de Operación

Una vez concluidas las operaciones de puesta en marcha, los componentes del sistema de acueducto, se entra en la etapa denominada operación normal. Ésta incluye una serie de actividades de tipo rutinario. A continuación se indican las actividades más comunes de operación normal:

- ❖ Limpieza y lavado de las estructuras
- ❖ Accionamiento de válvulas de purga en conducciones
- ❖ Mediciones de caudales y accionamiento de válvulas de control, para regular el ingreso de agua al sistema
- ❖ Medición de parámetros de calidad del agua cruda: Turbiedad, color, pH, alcalinidad y realización de ensayos de jarras para determinar la dosis requerida de coagulante.
- ❖ Preparación de soluciones de productos químicos
- ❖ Ajuste de dosificadores
- ❖ Verificaciones de pérdidas según caudales medidos a la salida del tanque de almacenamiento en comparación con historial de mediciones o con los consumos facturados.
- ❖ Detección de fugas
- ❖ Verificación de presiones máximas y mínimas en la red de distribución
- ❖ Medición de cloro residual en el agua tratada y otros parámetros básicos
- ❖ Limpieza de obras complementarias y mantenimiento de zonas verdes
- ❖ Control de calidad

En general, la operación normal incluye todas aquellas actividades tendientes a captar, transportar, tratar, producir y distribuir agua potable a toda la comunidad, y excluye cualquier actividad que provoque la suspensión parcial o temporal del suministro de agua. Se considera que el sistema de acueducto se encuentra en operación normal, cuando está produciendo el caudal para el cual fue diseñado.

4.3.2. Limpieza

La limpieza consistirá en la remoción de sedimentos, sólidos flotantes, vegetación y demás elementos no considerados en el diseño que obstruyan el paso del agua o que disminuyan la capacidad hidráulica de la estructura; estos elementos deben retornar al lecho de la fuente de abastecimiento.

La limpieza se realizara con una frecuencia tal que garantice que las estructuras cumplan adecuadamente con su función y mantengan la calidad del agua esperada.

Cada vez que se realicen actividades de mantenimiento y limpieza se deben dejar registros donde se consigne la información como; fecha, estado en que se encontró, procedimiento de la limpieza o el mantenimientos, materiales empleados, personal requerido, tiempo de ejecución, estado final, entre otros.

4.3.3. Protocolo de Mantenimiento

A continuación se presenta una guía para la realización de las labores de mantenimiento, arreglos o atención de emergencias en el sistema de acueducto.

El prestador del servicio establecerá los trabajos a realizar de acuerdo a la urgencia, tiempo de reporte, disponibilidad de personal de materiales y a la inspección ocular; se plantea un cronograma para establecer los trabajos a ejecutar diariamente.

Seguidamente se realizaran los trabajos encomendados teniendo en cuenta las disposiciones descritas a continuación:

Comunicación a los usuarios en caso de presentarse alteraciones en el servicio:

Con los datos obtenidos, se redacta un volante informando a los usuarios afectados, de las molestias temporales que se generaran con la ejecución de las obras.

Selección de personal, herramientas y materiales: la(s) cuadrilla(s) encargada(s) selecciona y prepara las herramientas, los equipos y los materiales necesarios para realizar las reparaciones o correcciones.

Traslado: Una vez definido los trabajos por realizar, se trasladaran la(s) cuadrilla(s) a la(s) direcciones o a cada uno de los sitios donde se pretenden realizar los mantenimientos.

Delimitación del área: se determinará la franja superficial donde se llevaran a cabo los trabajos; procedimiento que se hace con el apoyo de algunos planos de catastro de redes, el alineamiento de algunos elementos como válvulas, hidrantes, ventosas o esquemas de reparaciones anteriores. Esto con el fin de delimitar el área para iniciar las labores de mantenimiento.

Señalización del área de trabajo: para esto se implementarán conceptos de seguridad industrial. La señalización del sitio de trabajo es indispensable no solo para proteger a los trabajadores al momento de desarrollar sus labores, también evita poner en riesgo a las personas que transiten cerca de la zona de trabajo y de aviso a los conductores de vehículos y automotores para que conduzcan con precaución y así evitar accidentes que pongan en riesgo la vida de los trabajadores, la de la comunidad. Para la señalización de los sitios de trabajo se usaran elementos como vallas, conos, cinta de señalización y seguridad, entre otros. Además, se recomendará diariamente al personal sobre el uso de los elementos de protección personal (guantes, casco, gafas, botas, chaleco reflectivo, etc.) y además, mantener limpia el área de trabajo.

Excavaciones (si se requieren): las excavaciones se realizan para los mantenimientos y reparaciones en las estructuras o redes enteradas; se desarrollarán en terreno natural, andenes o vías pavimentadas, en esta última se realizarán cortes de pavimento con la cortadora para concreto; seguidamente se demolerá el pavimento dentro del área de corte y posteriormente se iniciará la excavación manual o mecánica de acuerdo a la disponibilidad de las herramientas y equipos. Se debe tener en cuenta que posiblemente sea necesario drenar la excavación si hay fuga o excedencia de agua. Esta labor se debe realizar muy cuidadosamente con el fin de evitar roturas o daños en los elementos enterrados.

Mantenimiento o reparación del daño: Localizado el problema, se retiraran y revisarán todos los elementos aledaños (uniones, tees, codos, crucetas, tubería, válvulas etc.), con el fin de detectar su estado y funcionamiento. La reparación finalizará con el reemplazo de los elementos averiado por uno nuevo de las mismas características o no ser que de acuerdo al concepto hidráulico se deba modificar.

Relleno de excavaciones (si se requiere): cuando el material de base no presentara características adecuadas para la protección de los accesorios, este se reemplazará por material de relleno (arena, recebo o balasto); se compactará con un apisonador o compactador tipo canguro hasta la cota rasante. Posteriormente se retirará el escombro y se deja la zona limpia y transitable. Los arreglos o mantenimientos realizados deben ser monitoreados por al menos una semana con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento.

Reposición de pavimento (si se requiere): en los sitios donde se hará demolición de pavimento, se repondrá el área afectada y se dejara en las mismas o en mejores condiciones de las encontradas antes de su demolición.

Informe final: Una vez ejecutadas dichas actividades se elaborará y presentará el respectivo informe de los mantenimientos al director de operaciones técnicas o gerente del acueducto, en donde se deberá diligenciar la ficha de trabajo fecha de ejecución de los trabajos, el número de orden de trabajo, la dirección, el diámetro y elementos reparados, el tiempo que duró la reparación, el personal y equipo utilizado.

Adicionalmente, se recomienda en cuanto tiempo se debe realizar el siguiente mantenimiento.

Acta de cierre: El funcionario encargada verificara el desarrollo de la obra y lo consignado en el informe dando su visto bueno y diligenciando la correspondiente acta de cierre.

A continuación se presentan los tiempos y las actividades de mantenimiento a realizarse en cada una de las estructuras.

Tabla 1 Periodo y mantenimiento a realizar en la estructura de captación.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Muros de conducción	Una vez al año	Resane en concreto y mantenimiento estructural.
Dique	Una vez al año	Resane en concreto y mantenimiento estructural.
Rejilla	Una vez al año	Pintura anticorrosiva.
Cámara de rejilla	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.
Canal de aducción	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Cámara de control	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.
Válvula de paso	Presente operación deficiente	Cambio de sello, rueda de manejo y/o columna de maniobra.
	Cumplimiento de la vida útil	Reposición.
Cámara de válvula	5 años	Resane en mampostería.

Fuente: Autor

Tabla 2 Periodo y mantenimiento a realizar en el desarenador.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Cámaras de aquietamiento y de salida	Una vez al año	Resane en concreto mantenimiento estructural e impermeabilización.
Compuerta	5 años	Pintura anticorrosiva
Pantallas difusoras	Una vez al año	Resane en concreto mantenimiento estructural e impermeabilización.
Zona de sedimentación y tolva de lodos	Una vez al año	Resane en concreto y mantenimiento estructural e impermeabilización.
Válvulas de paso	Presente operación deficiente	Cambio de sello, rueda de manejo y/o columna de maniobra.
	Cumplimiento de la vida útil	Reposición.
Cámaras de válvula	5 años	Resane en mampostería

Fuente: Autor

Tabla 3 Periodo y mantenimiento a realizar en el componente de aducción y conducción.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Tramos de tubería	Al cumplir su vida útil o al presentar constantemente roturas.	Reemplazo
Accesorios	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo
Cámaras de quiebre	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.
Válvulas ventosas	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo o arreglo
Válvulas de purga	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo o arreglo
Cajas de válvulas	5 años	Resane en mampostería
anclajes	Una vez al año, si hay problemas geotécnicos cada seis meses.	Verificación de asentamiento

Fuente: Autor

- Tanques de Almacenamiento

Cuando se detecten filtraciones mayores que las mínimas permisibles, según lo establecido en el numeral **B.4.1.2**, "En tanques de concreto reforzado susceptibles de filtraciones a través de las juntas de dilatación y construcción, las filtraciones no

podrá superar el caudal de 1 lt/min por cada 5.000 m³ de agua almacenada; deberá realizarse una verificación de las filtraciones en las cámaras una vez cada seis meses”. Debe hacerse una impermeabilización de todo el tanque con productos autorizados por el Ministerio de Salud y que no afecten la salud pública ni la calidad del agua suministrada. Queda prohibido el uso de cualquier sustancia que contenga plomo para las labores de impermeabilización.

Tabla 4 Periodo y mantenimiento a realizar en la red de distribución.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO	TIEMPO
Tuberías y accesorios	Al cumplir su vida útil o al presentar constantemente daños.	Reemplazo.	Los trabajos se deben realizar en menos de 36 horas
macromedidores	Cada ocho años o al presentar daño.	Reemplazo, calibración o arreglo.	Los trabajos se deben realizar en menos de 15 días
Micromedidores	Cada diez años o al presentar daño.	Reemplazo, calibración o arreglo.	Los trabajos se deben realizar en menos de dos semanas
Válvulas	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo o arreglo	Los trabajos se deben realizar en menos de 36 horas

Fuente: Autor

4.4. PLAN DE INVERSIÓN

Una vez definido las obras por implementar para la disminución de las pérdidas se establecerá plan de inversión, las fuentes de financiación y el cronograma de actividades.

5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS

En todo momento y lugar se presentan riesgos que al materializarse pueden generar daños, alteraciones y problemas inesperados. En los sistemas de acueducto esta es una constante que debe ser tomada en cuenta y evaluada continuamente para garantizar la adecuada operación y funcionalidad de este.

Los riesgos a los cuales se enfrenta el sistema de acueducto pueden ser de origen natural o antrópicas y pueden causar daños, pérdida de su función y operación.

El análisis de su vulnerabilidad ante los posibles eventos identificados, permite diseñar planes de contingencia para atender las emergencias y dar soluciones tan pronto como sea posible evitando así que los desastres sean de grandes magnitudes y desencadenen eventos peligrosos que ponga en riesgo el adecuado funcionamiento del sistema de acueducto y pérdidas del recurso hídrico.

A continuación se presenta como realizar el análisis de vulnerabilidad, en qué consisten los planes de contingencia y se plantean algunas medidas generales de reducción de riesgos en los sistemas de agua potable; con la finalidad que el programa que cada operador genere a partir de esta guía pueda garantizar un servicio de calidad, con una adecuado caudal, cobertura, continuidad y confiabilidad a la comunidad usuaria.

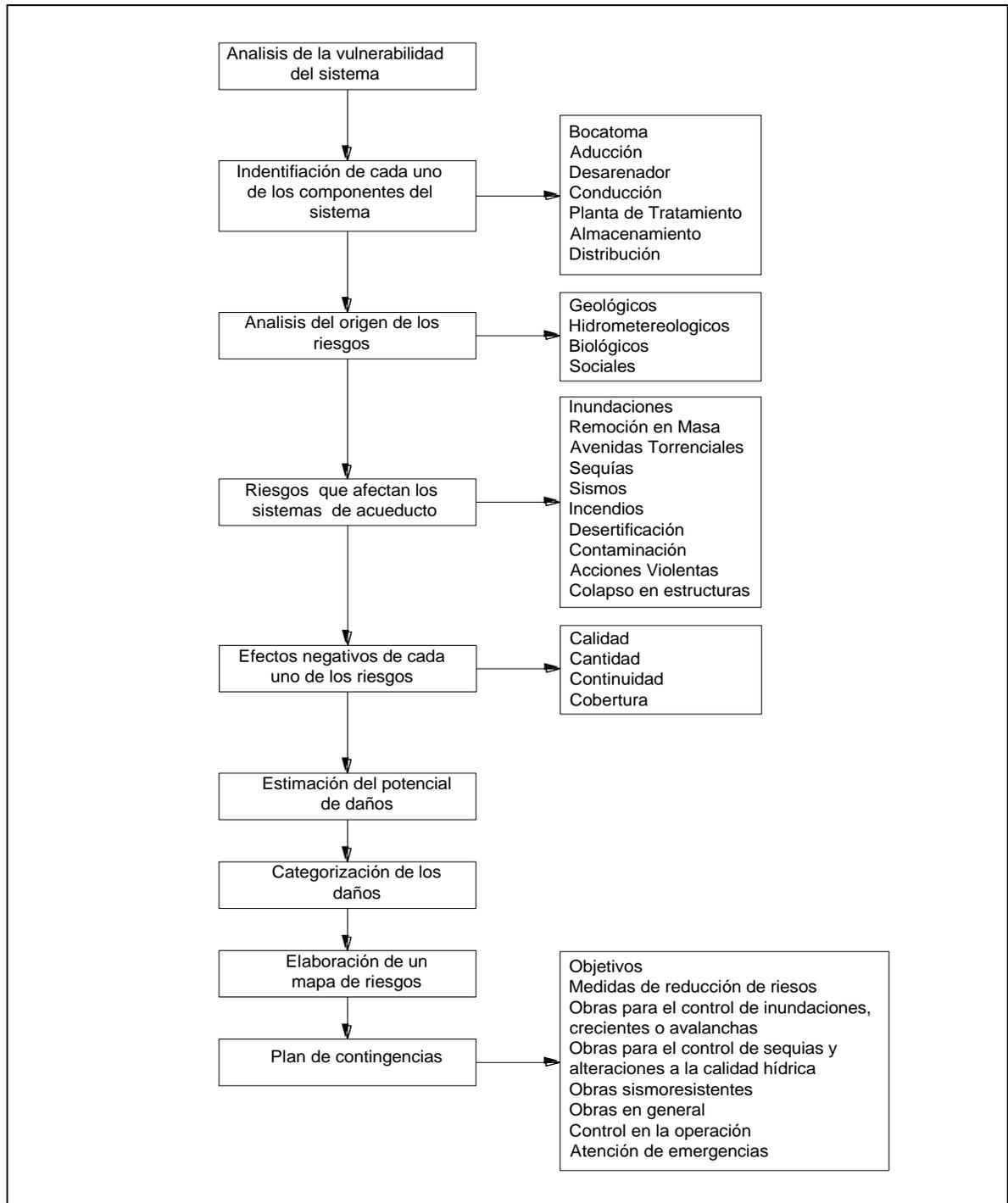
5.1. ANALISIS DEL RIESGO

Debido a las condiciones físicas, ambientales, sociales que rodean y soportan el sistema de acueducto, se puede presentar alteraciones, problemas o desastres que desencadenen un funcionamiento inadecuado y afecte la óptima prestación del servicio de agua potable a la comunidad.

El primer paso para elaborar un adecuado análisis y valoración de riesgo es definir cuáles son los componentes del sistema de acueducto que se está analizando y verificar en campo con ayuda de personal idóneo cuales son las condiciones ambientales y antrópicas que rodean cada una de dichos componentes.

También se puede acudir a bibliografía de estudios geológicos, ambientales y sociales de entidades estatales (alcaldía, umata, Corporaciones Autónomas Regionales, Ingeominas, etc.)

Figura 9 Metodología para el programa de Gestión de Riesgos



Fuente: Autor

5.1.1. Vulnerabilidad del Sistema

El análisis de vulnerabilidad corresponde al proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición, la predisposición al daño o la potencial pérdida de función de un elemento o grupo de elementos de un sistema, teniendo en cuenta las amenazas del entorno. El análisis de vulnerabilidad es la base para la realización del plan de contingencias y la definición de las medidas de reducción de riesgos para mejorar el nivel de seguridad y confiabilidad del sistema.

❖ Estimación de la vulnerabilidad

Para estimar la vulnerabilidad de un sistema o componente se deben seguir los siguientes pasos:

a) *Componentes del sistema*: Se definen los componentes del sistema de acueducto; un acueducto puede estar compuesto por:

- Bocatoma
- Aducción
- Desarenador
- Conducción
- Planta de tratamiento
- Almacenamiento
- Distribución

b) *Identificación y evaluación de amenazas*: Las principales amenazas que pueden afectar el sistema de acueducto son:

Tabla 5 Origen de los riesgos

GEOLOGICOS	HIDROMETEOROLOGICOS	BIOLOGICOS	SOCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Terremotos • Movimientos en Masa • Erosión • Fallas y/o subsidencia • Actividad sísmica • Productos volcánicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones • Avalanchas • Sequías • Granizadas • Incendios Forestales • Tormentas • Olas • Huracanes y tormentas 	<ul style="list-style-type: none"> • Insalubridad Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Vandalismo • Terrorismo • Hurto • Conflictos por el uso del agua • Contaminación • Conexiones ilegales • Explosiones e incendios

Fuente: Autor

Para la identificación de los riesgos presentes en el sistema de acueducto en estudio, se debe contar con la asesoría de especialistas, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 6 Especialistas requeridos

CONCEPTO	ESPECIALISTA
Deslizamientos y subsidencias	Geotecnista
Inundaciones y avalanchas	Geotecnista, Hidrólogo
Actividad sísmica	Ingeniero Estructural, NSR 2010 (Zona de amenaza sísmica)
Tormentas o huracanes	Hidrólogo – IDEAM-
Sequías o déficits hídricos	Hidrólogo – IDEAM -
Explosiones e incendios	Cuerpo de Bomberos del municipio
Derrames de contaminantes	Ingeniero Ambiental
Problemas de orden público	Policía y ejército nacional
Impactos de olas	Hidrólogo
Productos volcánicos	Geólogo, Ingeominas

Fuente: Autor

c) *Efectos negativos de los riesgos*: Se analizará la susceptibilidad de cada uno de los componentes del sistema a sufrir daños ante cada amenaza identificada, con el fin de determinar su participación relativa en la pérdida potencial del grado de seguridad y confiabilidad del funcionamiento del sistema.

Al materializarse los riesgos pueden generar efectos negativos sobre los factores del sistema, los cuales se presentan en la tabla 6.

Tabla 7 Riesgos sobre los factores del sistema

FACTOR	RIESGOS
CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agroquímicos en cultivos aledaños a la fuente de abastecimiento. • Cría de animales cercanos a la fuente de abastecimiento. • Vertimientos de tipo domésticos o industrial. • Inadecuado manejo de los residuos sólidos. • Recreación.
CANTIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Sequías • Deforestación en áreas de las cuencas hidrográficas. • Conexiones ilegales. • Daños o Fugas sin detectar. • Capacidad de las Estructuras.

FACTOR	RIESGOS
CONTINUIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Disminución del caudal disponible Uso desmedido de agua (desperdicio). Fugas. Daños en el sistema.
COBERTURA	<ul style="list-style-type: none"> Limitaciones en el recurso hídrico Limitaciones en la red

Fuente: Autor

La materialización de los riesgos ocasiona desastres y eventos no esperados que alteraran la normal operación de los componentes del sistema generando pérdida de la seguridad y confiabilidad de este. A continuación se presenta en la tabla 7 los posibles efectos que genera la materialización de los riesgos sobre el sistema de acueducto.

Tabla 8 Efectos posibles en los Sistemas de Acueducto

AMENAZA	POSIBLES EFECTOS
Inundaciones	Destrucción total o parcial de los componentes, especialmente las captaciones.
	Taponamiento de los sistemas por material de arrastre.
	Rebose por exceso de la capacidad de los sistemas.
	Contaminación del agua dentro de las tuberías, por agua residual y sustancias diluidas por la inundación.
Fenómenos de Remoción en Masa	Destrucción total o parcial de los componentes, especialmente las captación, aducción y conducción, ubicados en el área de influencia del deslizamiento.
	Deterioro de la calidad del agua cruda por alteración en sus características (sedimentos, color, etc.).
	Taponamiento de los sistemas por materiales como lodo y piedras.
Avenidas Torrenciales	Destrucción de los componentes de la infraestructura, especialmente las obras cercanas a los cauces.
	Ruptura de tuberías en pasos de ríos y quebradas.
	Taponamiento de los sistemas por material de arrastre.
	Interrupción de los caudales en las fuentes superficiales.
Sequías	Reducción de caudales o del agua subterránea disponible.
	Inutilización de la infraestructura.
Sismos	Destrucción total o parcial de los componentes del sistema.
	Rotura de las tuberías de conducción y distribución.
	Deterioro de la calidad del agua cruda por sedimentos o sustancias peligrosas.
	Variación de los caudales o de los niveles de agua subterránea.
	Ocurrencia de incendios y/o explosiones en sitios de acopio de sustancias químicas.
Incendios	Reducción en la disponibilidad de agua para abastecimiento.
	Alteración de la calidad del agua por caída de cenizas.
	Destrucción de los componentes del sistema.

AMENAZA	POSIBLES EFECTOS
Desertificación	Desecamiento de fuentes abastecedoras.
	Disminuciones de caudal, generando situaciones de desabastecimiento.
Contaminación	Alteración en las condiciones de calidad del agua que atente contra la salud de la población.
	Incremento en los requerimientos del tratamiento de agua para consumo humano.
	Aumento en los costos de tratamiento y prestación del servicio.
Acciones Violentas	Destrucción de los componentes del sistema.
	Deterioro de la calidad del agua que imposibilite su consumo.
	Restricciones para el acceso al sistema que impidan su mantenimiento y/o operación.
Colapso en las Estructuras	Destrucción de los componentes del sistema.
	Incrementos en los gastos de reparación y mantenimiento.
	Posibles sanciones por incumplimiento de las obligaciones por parte del prestador.

Fuente: Autor

d) *Estimación de daños:* De acuerdo con la frecuencia y severidad de los daños potenciales estimados y de las consecuencias que pueden significar para el sistema y la prestación del servicio, se categoriza la vulnerabilidad de cada componente y del sistema ante las diferentes amenazas existentes, en la tabla 8 se presenta los rangos de valores de vulnerabilidad empleados. Una vez valorado de forma independiente cada riesgo y componente se realiza la sumatoria y con base a esta se categorizan tanto el componente del sistema más afectado y el riesgo más vulnerable.

Tabla 9 Escala de valorización de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Rango de valores	Rango de valores
Muy vulnerable	5	
Vulnerable	4	
Medianamente vulnerable	3	
Poco vulnerable	2	
Muy poco vulnerable	1	

Fuente: Autor

En la tabla No 9 se presenta, la matriz a desarrollar relacionando cada riesgo con cada uno de los componentes del sistema de acueducto.

Tabla 10 Matiz de valoración

COMPONENTE	RIESGO										
	Deslizamientos y subsidencias	Inundaciones y avalanchas	Actividad sísmica	Tormentas.	Sequías o déficits hídricos	Explosiones e incendios.	Derrames de contaminantes.	Problemas de orden público	Impactos de olas	Productos volcánicos	TOTAL
Bocatoma											
Aducción											
Desarenador											
Conducción											
PTAP											
Almacenamiento											
Distribución											
TOTAL											

Fuente: Autor

e) *Plan de acción:* Una vez categorizados los riesgos a los cuales está expuesto el sistema de acueducto se establecen las medidas de prevención y/o mitigación.

A continuación se presentan algunas posibles obras y/o actividades por realizar para el control de los riesgos presentados.

- ❖ Obras para el control de deslizamientos de tierras:
 - Movimiento de tierra - de manera preventiva la excavación consiste en dar a los cortes las inclinaciones adecuadas a una ladera que se interviene. En la corrección se asocia a la remoción de suelo u otras cargas de material inestable.
 - Drenaje - obras para el manejo de aguas superficiales, tienen el propósito de ordenar los caudales superficiales y reducir los volúmenes de infiltración.
 - Estructuras de contención - obras para incrementar la resistencia a esfuerzos de corte, tales como muros en concretos, gaviones y pilotes, entre otros.
 - Obras de control de caída - construidas para evitar que el material inestable de una ladera, asociados a masas rocosas altamente fracturadas, caiga sobre la infraestructura. Consisten en mallas, pernos o anclajes.

❖ Obras para el control de inundaciones, crecientes o avalanchas:

- Muros – estructuras de gravedad, construidas en sentido vertical, con el fin de confinar o cerrar el espacio por donde puede ingresar el agua de una creciente a un terreno determinado. Pueden ser en gaviones o concreto.
- Jarillones – obras construidas con tierra armada para elevar la altura de orillas e impedir el libre acceso de las aguas a las zonas aledañas de ríos y quebradas.
- Obras de protección longitudinal – obras en concreto, gaviones, tablestacas o bolsacretos que se construyen en el sentido de flujo de las fuentes hídricas con el fin de reducir la presión del agua sobre orillas de fuentes, sin originar desviación de cauce.
- Estructuras de fondo de cauces – obras diseñadas para la racionalización y regulación del flujo en cauces, mediante procesos básicos de disipación de exceso de energía que posee una corriente, impidiendo de tal forma la degradación del cauce.
- Dragados – operación de limpieza o retiro de barras de sedimentos en los cursos de agua para aumentar la profundidad del canal e incrementar la velocidad de flujo y por tanto la capacidad de transporte, evitando inundaciones aguas arriba del sector donde se draga.

❖ Obras para el control de sequías y alteraciones a la calidad hídrica

- Manejo adecuado de cuencas – reglamentar el uso y la explotación de los recursos naturales, sociabilizar y educar a la comunidad en temas de conservación y cuidado del medio ambiente.

❖ Obras para el caso de sismos:

- Uso de materiales resistentes – los materiales de los componentes deben estar diseñados para soportar los esfuerzos de tensión y corte generados por el sismo.

❖ Obras en general:

- Obras de almacenamiento de agua potable – infraestructura de los acueductos que permite contar con una provisión permanente de agua para consumo humano; almacenamiento domiciliar.

- Uso de materiales dúctiles y conexiones flexibles – Evitar la utilización de materiales frágiles y rígidos poco resistentes, con el fin de reducir el riesgo de rotura ante diferentes amenazas cuya acción puede dislocar o desacoplar parcial o totalmente componentes importantes del sistema.
- Protecciones contra incendio – Instalar elementos para extinguir incendio como extintores y/o manguera cercano a los elementos del sistema y capacitar a la comunidad aledaña en seguridad.
- Delimitaciones de áreas – Cercar las áreas donde se ubican las estructuras hidráulicas con el fin de evitar el acceso a personal no autorizado que pueda modificar la calidad del agua o la estructura.
- Identificación de fuentes de contaminación – Definir los sitios de descarga o arrastre de materias orgánicas, aguas residuales domésticas o aguas residuales industriales e instalar pozos sépticos o alternativas de manejo.

❖ Control en la Operación:

- Revisión permanente de infraestructura y seguridad operativa a tanques de almacenamiento y distribución de aguas.
- Recorredores permanentes verificando estado de anclajes en la línea de aducción y conducción.
- Controles de seguridad física a escenarios críticos.
- Monitoreo en línea de los parámetros físicos y químicos de las aguas crudas, en proceso y tratadas.
- Reposición de la red por fallas continuas, edad o material.
- Reponteciación sísmica de estructura: Plantas de Tratamiento, Tanques de almacenamiento y Presas.
- Mantenimiento predictivo en redes en condiciones potenciales de deslizamientos, reptaciones de terrenos, inestabilidad de tuberías, etc.
- Políticas estrictas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
- Sistema de seguridad física compuesto por monitoreo de alarmas, control de accesos a instalaciones.

5.1.2. Plan de Contingencias

El plan de contingencias es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa, y para restablecer paulatinamente

el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema.

Objetivos

- Los objetivos específicos del plan de contingencias son:
- Definir funciones y responsabilidades.
- Planificar y coordinar las actividades de atención y recuperación.
- Activar procedimientos preestablecidos de respuesta para atender la demanda.
- Identificar el inventario de recursos disponibles.
- Informar en forma precisa y oportuna.
- Recobrar la normalidad tan pronto como sea posible.
- Programar ejercicios de simulación para la capacitación y revisión periódica.
- Dar las alarmas tempranas.
- Definir los procedimientos el restablecimiento de las condiciones óptimas de la prestación del servicio.
- Definir el protocolo de comunicaciones.
- Definir los lineamientos el análisis de los eventos y los indicadores de seguimiento de los planes.

Contenido

- Procedimientos de aviso.
- Protocolos de comunicaciones con las diferentes autoridades.
- Líneas de mando y autoridades de salud.
- Procedimientos el restablecimiento de la operación óptima del sistema.
- La validación de los efectos mediante simulaciones hidráulicas.
- La determinación de las oportunidades de mejora.

5.2.1. Alternativa para el suministro del servicio en caso de emergencia

Con el fin de suministrar alternativamente el servicio tan pronto como sea posible; se debe atender a la población perjudicada por la interrupción del servicio, mediante acciones que disminuyan el impacto y suministren parcialmente el servicio mientras se recupera el funcionamiento normal del sistema.

- Utilizar fuentes alternas para abastecer en parte la demanda de agua de la población como lagunas, manantiales, riachuelos, pozos de aguas subterráneas etc.
- Instalación de bypass en las estructuras en caso de que deban hacer arreglos, reparaciones o mantenimiento.
- Suministra el líquido por medio de carro tanques.

5.2.2. Directorio telefónico

Ante el evento de presentarse una emergencia, la comunidad y trabajadores deben conocer los sitios donde se reporta la emergencia por lo cual se contar con un directorio telefónico y socializarlo continuamente. Es claro que entre más rápido se atienda la emergencia se evitan mayores daños y minimiza el tiempo de corte en el servicio.

Se debe contar por lo menos con la información de:

- La Empresa prestadora del servicio.
- La Secretaria de Planeación del Municipio.
- La Policía Nacional
- La Defensa Civil
- El Cuerpo de Bomberos
- El Centro de Salud

5.2.3. Plan de inversión

Una vez definido las obras por implementar para el control de los riegos se establecerá plan de inversión, las fuentes de financiación y el cronograma de actividades.

6. PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO DOMICILIAR

En varias partes del mundo, el almacenamiento de agua potable es una práctica rutinaria, especialmente en aquellos hogares que no están conectados a una fuente de agua potable. Aun en las regiones desarrolladas, el deseo de almacenar agua para su uso futuro surge ya sea por la falta de confianza en las reservas de agua municipales o por la necesidad de hacer preparaciones para desastres naturales o cualquier otro evento que pudiera comprometer las reservas de agua. Sin importar la razón, el almacenar agua en cada uno de los hogares es una buena práctica ya que garantiza a la comunidad contar con una reserva adicional al almacenamiento municipal que permite una mayor continuidad del servicio en caso de alguna eventualidad con el sistema de acueducto.

Hay que tener en cuenta que el agua colectada y guardada en recipientes de almacenamiento domésticos puede estar susceptible a la contaminación, ya sea en el punto de origen o durante su almacenamiento.

6.1. ¿EN QUÉ CONSISTE?

El almacenamiento domiciliario consiste en que cada usuario tenga en su predio, uno o más tanques para acumular el agua, con un funcionamiento similar al del tanque de almacenamiento del sistema de acueducto pero a menor escala. Su objetivo es mantener un depósito de agua permanente con disponibilidad para los usuarios en horas de máximo consumo y permitir el almacenamiento en horas de bajo consumo.

Las funciones que cumple el tanque domiciliario son: a) Reserva de agua en caso de cortes del servicio ocasionados por arreglos, mantenimientos, emergencias, entre otros; b) amortiguar los consumos máximos y mínimos, y c) proveer de una adecuada presión en los puntos hidráulicos de la vivienda, siempre y cuando estos se encuentren elevados o cuenten con un sistema de bombeo.

Los materiales de los tanques de almacenamiento domiciliario pueden ser en metal, concreto o plástico, siendo este último el más utilizado por su bajo costo y facilidad de instalación; pueden ser de forma rectangular o circular.

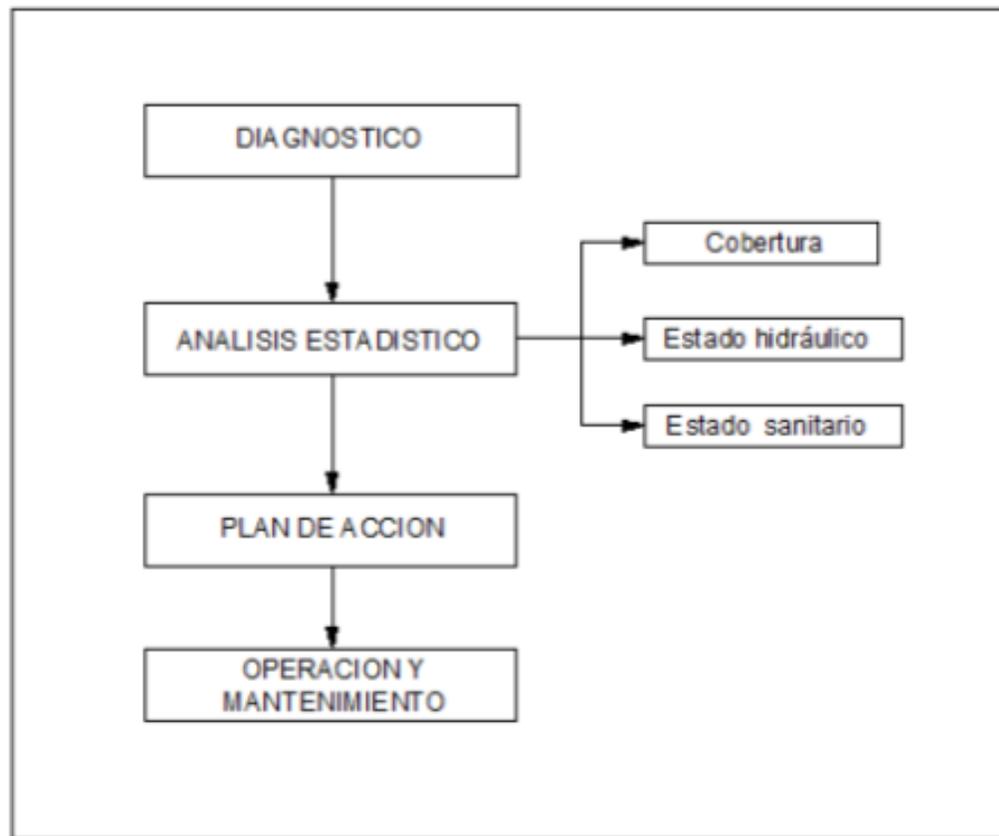
Es de aclarar que el almacenamiento domiciliario va de la mano con el almacenamiento municipal, es decir, que el almacenamiento domiciliario no

reemplaza en ningún momento el almacenamiento que debe proveer el sistema de acueducto.

6.2. ¿COMO HACER UN PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO DOMICILIARIO?

Para realizar un buen programa de almacenamiento domiciliario se debe iniciar con un diagnostico con el fin de conocer la existencia o no, de tanques o sistemas de almacenamiento en cada vivienda, el funcionamiento, eficiencia y seguridad que este presta en la actualidad; con ello se puede establecer la cobertura, el estado hidráulico y sanitario que presente cada sistema de almacenamiento y a partir de ello desarrollar un plan de acción que se ajuste a las necesidades de la población y a la disponibilidad de inversión del prestador del servicio.

Figura 10 Metodología para el programa de almacenamiento domiciliario



Fuente: Autor

6.2.1. Diagnostico Almacenamiento Domiciliar

Se deberá hacer una inspección de todas las viviendas y edificaciones de los usuarios para determinar cuales cuentan con un sistema de almacenamiento domiciliario, verificar su capacidad, estado y realizar las observaciones correspondientes.

Con la información recopilada en el formato, se realiza un análisis estadístico de:

- a) Número de usuarios con tanque.
- b) Número de usuarios sin tanque.
- c) Número de unidades de almacenamiento y su capacidad por usuario.
- d) Materiales de los tanques.
- e) Estado físico e hidráulico en que se encuentra cada tanque.
- f) Frecuencia de lavado por parte de cada usuario.

Dicho diagnostico se debe realizar por personal capacitado que conozca del funcionamiento hidráulico de los tanques para que pueda terminar a ciencia cierta el estado almacenamiento en cada vivienda.

6.2.2. Plan de Acción

Aunque en el país no se encuentra reglamentado el almacenamiento domiciliario este revisite de una gran importancia para garantizar a la población un servicio de agua potable continuo y de calidad; por lo cual el prestador del servicio debe promover la instalación y uso de los tanques de almacenamiento.

Cobertura

Una vez identificado los usuarios que no cuentan con almacenamiento domiciliario, se debe proponer alternativas para el suministro e instalación, esto con el fin de ampliar la cobertura al 100%. Para ello se puede generar campañas donde incentiven a los usuarios la adquisición de tanques, mostrando la necesidad y las ventajas; en estas campañas el prestador del servicio puede subsidiar con ayuda de las autoridades municipales los tanques y su instalación o diferir en cuotas dentro de la factura del servicio el valor por este concepto.

Se puede generar un mapa de zonificación para el suministro e instalación de los tanques de almacenamiento a los usuarios que no cuenten con ello o que su capacidad no sea la indicada.

Para que se considere que un almacenamiento domiciliar es adecuado, la capacidad de este debe ser igual o mayor al volumen de agua usado en un día. Así por ejemplo, si en una vivienda habitan 5 personas y su consumo promedio son 100 Lt/habitante día, el volumen adecuado es de 500 litros.

Operación y mantenimiento

El mantenimiento consiste en revisar el funcionamiento de las instalaciones hidráulicas de entrada y salida, los registros de corte, los flotadores y demás elementos hidráulicos y reemplazar los que se encuentren obsoletos o con un funcionamiento deficiente, componer los que son susceptibles a arreglos y suministrar los elementos faltantes; verificar si existen daños, grietas, filtraciones en la estructura del tanque y repararlas o reemplazarlo por uno en buen estado. Cabe resaltar que el tanque de almacenamiento debe estar provisto de tapa en buen estado que evite el ingreso de animales y elementos del exterior.

El mantenimiento y reparaciones deben ser realizados por personal idóneo con conocimientos en plomería, por lo que el prestador del servicio puede facilitar dicho mantenimiento una vez identificadas las fallencias en el almacenamiento durante el diagnóstico y diferir su costo en la factura de acueducto.

Estado sanitario

Las actividades de limpieza, desinfección e inspección sanitaria de los diversos tanques de almacenamiento de agua garantizan almacenar el líquido en buenas condiciones, siempre y cuando se realicen estas actividades periódicamente.

Adicional a esto se debe realizar una campaña educativa para la limpieza de tanque el cual se recomienda ejecutarla por lo menos dos veces al año y cada vez que se realice mantenimiento.

Se entiende por limpieza la remoción de todo objeto ajeno que se encuentre en los tanques tales como material vegetal, lodos, piedras, entre otros, esta operación se realizará por medios manuales.

Para el proceso de desinfección se utiliza el cloro en sus presentaciones líquida y sólida, en forma de solución para ser aplicada en los tanques de almacenamiento de agua.

El agua para consumo se debe recoger en tanques y recipientes limpios, procurando que el líquido permanezca almacenado el menor tiempo posible.

En Colombia, son muy pocos los usuarios que realizan limpieza periódica a sus tanques de almacenamiento procurando así, que estos se conviertan en foco de contaminación y deterioro de la calidad del agua potable suministrado por acueducto. Por ello es de gran importancia capacitar y concientizar a la población de la importancia de realizar una correcta y periódica limpieza del sistema de almacenamiento en el hogar o edificación.

A continuación se presenta un instructivo para realizar el lavado y desinfección del tanque.

1. Alistar cepillos, escobas, baldes, rodillos o cualquier otro elemento que necesite.
2. Cerrar totalmente la entrada de agua y abrir la salida para que se desocupe el tanque.
3. Retirar con cuidado la tapa de inspección del tanque.
4. Remover el material de sedimentación (barro) que se encuentra en el fondo del tanque, utilizando escobas y recipientes para extraer el material o conducirlo al desagüe.
5. Cepillar el piso y las paredes con agua.
6. Para la desinfección utilizar una solución clorada de 150 a 200 ppm, preparada así: En un recipiente de 10 litros adicionar media cucharadita con cloro en polvo y mezcle en forma homogénea; la solución de cloro también se puede preparar disolviendo una botella de blanqueador comercial en 10 litros de agua y utilizar el mismo procedimiento Dejarla en reposo 10 minutos.
7. Humedecer el rodillo con la solución de cloro y pasarlo por las paredes como si estuviera pintando. También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba.
8. Dejar actuar la solución durante cuatro horas.
9. Enjuagar las paredes y el fondo del tanque utilizando una manguera a presión o baldes. Desechar estas aguas de lavado mediante el desagüe.
10. Retirar todo el material que utilizó en la limpieza.
11. Cerrar el desagüe y permita nuevamente la entrada del agua al tanque.

12. Abrir la válvula que da acceso a la de distribución.

Es necesario que el tanque se encuentre bien aireado para permitir la evacuación de los fuertes olores producto de la aplicación de cloro.

6.2.3. Plan de inversión

Una vez definido las obras por implementar para el almacenamiento domiciliario se establecerá plan de inversión, las fuentes de financiación y el cronograma de actividades.

7. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA

Hoy en día el potencial hídrico de nuestras regiones se está viendo aminorado, se ven cambios en el clima y en el suelo, inundaciones, sequías y desertización; todo esto gracias a la acción humana que ejerce una deforestación delirante, contamina los recursos naturales y los sobre explota, retira el agua de los ríos sin control alguno.

Sin embargo, el hombre poco a poco se ha dado cuenta del mal que ha hecho al medio ambiente y así mismo y ha propiciado alternativas para el manejo de dichos recursos; es por esto que, la gestión del recurso deberá tender a evitar situaciones conflictivas debidas a escasez, sobreexplotación y contaminación, mediante medidas preventivas que procuren un uso racional y de conservación.

La conceptualización de la conservación del recurso agua debe entenderse como un proceso que cruza a varios sectores, por lo que la estrategia debe considerar aspectos económico, biológico, político y social. La notoria carencia de la conservación del recurso hídrico debe crear en las instituciones a nivel nacional, departamental y regional, la preocupación por el mantenimiento y el no abuso de este recurso, teniendo en cuenta un desarrollo sostenible. Al hacer un uso eficiente de agua no solo implica el recurso sino el uso de tecnologías y prácticas mejoradas que proporcionan igual o mejor servicio con menos agua.

En el presente documento no se presenta la metodología para la elaboración del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), debido a que esta guía fue elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual se encuentra como anexo ya que es de gran importancia su elaboración para optimización del recurso en los sistemas de acueductos de nuestro país.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la situación actual del país y las tendencias en relación con la oferta y la demanda de agua, se percibe un incremento de la vulnerabilidad actual y a la aparición de nuevas áreas con índices críticos en cuanto al suministro de agua potable debidos a la contaminación, a la disminución del recurso por alteraciones en las cuencas y el calentamiento global y por el aumento en la demanda.

El agua es parte esencial de la naturaleza y el desarrollo de sus pobladores; su conservación garantiza la supervivencia de los ecosistemas, de las plantas y animales, y a su vez, los ecosistemas ayudan a regular la cantidad y la calidad del agua. Es por eso; que el adecuado manejo de las cuencas es prioritario para asegurar la existencia del agua y así el suministro a las comunidades.

Gran parte de la población colombiana no tiene acceso un servicio de acueducto de calidad, se carece de una infraestructura apropiada del sistema de abastecimiento de agua potable ocasionando pérdidas en el sistema, fugas y erosión hacia el suelo; a lo que se le suma que los costos de tratamiento del agua generalmente son muy altos y el desperdicio del recurso hace que menos usuarios reciban el suministro.

Debido a la necesidad de mejorar los sistemas de acueducto de nuestro país, se hace indispensable contar con una directriz para solucionar los problemas de abastecimiento que sufre un gran porcentaje de los municipios colombianos.

La optimización de los sistemas de acueducto busca en primer lugar evitar problemas de falta de servicio con sus consecuencias sanitarias y en segundo lugar, pérdidas económicas debido a lo costoso que puede resultar de la falta de mantenimiento, la adecuada operación de cada uno de los componentes del sistema y el uso inadecuado del recurso hídrico.

Es de vital importancia que todas las actividades realizadas en el sistema de acueducto estén registradas en una agenda o bitácora ya que esto son el punto de partida para la realización de los Programas de Optimización; y una vez realizados e implementados los registros ayudaran a actualizarlos y mejorar cada vez más los proceso.

Los manuales revisten de gran importancia debido a que en la actualidad los fontaneros o personal encargado de la operación y mantenimiento de los componentes del sistema de acueducto son los que conocen el manejo de esta, sin embargo, puede presentarse ocasiones en las cuales estos trabajadores no estén disponibles; el manual le brindará la oportunidad de continuar con las actividades normales sin temor a alterar el funcionamiento o realizar una mala manipulación de los equipos y elementos que puedan generar daños en el sistema.

Los Programas de Optimización, buscan no solo hacer un uso racional del agua sino reducir los costos en la producción de agua potable y generar planes de inversión anuales para evitar su deterioro o colapso a tal punto que sea necesario la inyección de grandes cantidades de capital que los usuarios no puedan sufragar; y así lograr que los acueductos en el país lleguen a ser empresas sostenibles y rentables.

Los Programas de Optimización deben ser socializados a la comunidad para que ella tome conciencia y haga parte activa dentro del cuidado del agua y del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- LÓPEZ, Ricardo Alfredo Cualla. Elementos de Diseño para Acueductos y alcantarillados; Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá D.C 1995.
- MATEUS, Paula Cristina Castro y OCAMPO Lina Maria Espitia. Propuesta para la Disminución del Índice de Agua no Contabilizada de la Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá EPS Mediante la Reducción del Porcentaje de Error en la Lectura. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial. Bogotá D.C. 2004.
- MILLÁN, Javier Antonio López. Guía ambiental para evitar corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal; Departamento Nacional De Planeación primera edición, Bogotá - Agosto 2005
- Ministerio de Ambiente. Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua. Dirección General Ambiente Sectorial. Editorial Clave. Medellín – Colombia 2002.
- Oficialía Mayor Dirección General de Programación, Organización y Presupuesto. Dirección De Organización. Guía técnica para la elaboración de manuales de procedimientos; Junio de 2004
- Procuraduría General de la Nación y el fondo de las Naciones Unidas para la Infancia -UNICEF-. La Infancia, el Agua y el Saneamiento Básico en los Planes de Desarrollo Departamental y Municipales; Bogotá Colombia 20155; editorial La imprenta editorial Ltda.
- República de Colombia, Ministerio de desarrollo económico, Dirección de agua potable y saneamiento básico. Reglamento técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento básico Ras – 2000; Bogotá D.C., noviembre de 2.000

SALDARRIAGA, Juan. Propuesta de reglamentación técnica para la incorporación de la gestión de riesgos en la planeación de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico. Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados CIACUA. 2011.

Superintendencia delegada para Acueducto Alcantarillado y Aseo. Informe de Calidad del Agua en Colombia 2004, Bogotá D.C., 2005

ANEXOS

ANEXO 1: Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua

ANEXO 2: Modelo de Programas de Optimización – Versión Preliminar

ANEXO 1:

GUÍA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

(Ver en el CD anexo)

ANEXO 2:

MODELO DE PROGRAMAS DE OPTIMIZACIÓN – VERSIÓN PRELIMINAR

**PROGRAMAS DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA
MUNICIPIO DE GUAYATÁ
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

VERSION PRELIMINAR



PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

1. PROGRAMA DE AGUA NO CONTABILIZADA

Uno de los aspectos de mayor relevancia durante el proceso de producción, operación y distribución del recurso hidráulico en el sistema de Acueducto, es la identificación de las pérdidas generadas durante este proceso. Estas pérdidas se encuentran asociadas a dos componentes principales: las fugas técnicas (pérdidas reales visibles y no visibles) y a la defraudación de fluidos (pérdidas comerciales o aparentes – conexiones clandestinas masivas o dispersas, errores asociados a la lectura, conexiones fraudulentas), siendo estas últimas, un factor de difícil medición y monitoreo, constituyéndose en un porcentaje apreciable dentro de las pérdidas generales del sistema.

Para determinar en forma precisa las pérdidas asociadas a la operación del sistema de acueducto, existe un indicador conocido como Índice de Agua No Contabilizada (IANC), que corresponde al porcentaje de agua potable NO facturada por la entidad prestadora del servicio, debido a posibles fugas de los componentes del sistema y por conexiones clandestinas y/o fraudulentas.

La forma de calcular este indicador se encuentra plasmada en la siguiente ecuación²:

$$IANC = \frac{\nabla_{PRODUCIDO} - \nabla_{FACTURADO}}{\nabla_{PRODUCIDO}} \cdot 100$$

Donde:

Volumen producido: Corresponde a la cantidad de metros cúbicos medida por un Macromedidor a la entrada de un circuito o sector hidráulico, y en el caso general, la lectura tomada en la salida del tanque o sistema de tanques de la Planta de Tratamiento de Agua potable de un municipio o ciudad.

Volumen Facturado: Corresponde a la cantidad de metros cúbicos facturados por la empresa en la micromedición, es decir, la sumatoria del volumen de agua consumido por cada predio durante la vigencia facturada.

² Planteada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico mediante resolución 12 de 1995.

La diferencia entre ambos valores indica la gestión empresarial en la búsqueda de optimizar el proceso operativo del sistema, el control de la infraestructura en redes y equipos y la calidad en los procesos de medición y facturación del volumen real consumido por los usuarios.

Uno de los principales objetivos para las entidades prestadoras del servicio de acueducto debe ser la medición del IANC, para realizar la evaluación del estado de los componentes del sistema y hacer las respectivas mejoras técnicas y operativas, que conlleven a una mejor prestación del servicio y minimización de las pérdidas de agua.

La norma RAS 2000, capítulo B2.5, numerales B2.5.1 al B2.5.5, establece los rangos admisibles de pérdidas técnicas en puntos específicos del sistema. En la tabla 1 se hace un resumen de los requerimientos contenidos en la norma.

A partir de la caracterización de los sistemas de macromedición y micromedición existentes en la red de acueducto municipal, es posible conocer el valor del IANC, para luego disgregar este valor en pérdidas asociadas a errores en la red de medición, fugas y a conexiones clandestinas. A continuación se realizará el diagnóstico del estado actual de cada componente del sistema de acueducto.

1.1. Diagnóstico del Índice de Agua no Contabilizada (IANC)

Se determinó que el IANC es un porcentaje que representa la diferencia entre el volumen producido y el volumen facturado. El volumen producido es medido a través del sistema de Macromedición o mediante aforos a la salida del tanque de almacenamiento.

Volumen de Agua Producido

En el municipio de Guayatá existen dos macromedidores, localizados de la siguiente manera: el primero se encuentra ubicado a la entrada de la PTAP sobre el filtro dinámico; el segundo se halla a la salida del tanque de almacenamiento; la toma de registros de lectura se realiza en forma diaria. En las tablas 2 y 3 se muestran las lecturas realizadas a los macromedidores del sistema de acueducto del municipio.

Tabla 1 Resumen del capítulo B.2.5 de la Norma RAS

CAPITULO B 2.5 - PÉRDIDAS		
CONTENIDO	TEMA	NIVEL ADMISIBLE DE PÉRDIDAS
NUMERAL B 2.5.1	Pérdidas en la aducción (agua cruda)	< 5%
NUMERAL B 2.5.2	Necesidades de la PTAP	Considerarse entre 2% - 5% del Qmd para atender las necesidades de lavado de la estructura.
NUMERAL B 2.5.3	Pérdidas en la conducción (agua cruda)	Es un porcentaje del Qmd, que debe ser inferior al 5%
Resolución 2320 de 2.009	Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto	Corresponde a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la PTAP y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio. En caso de que el municipio no tenga registros históricos de medición de pérdidas del sistema, el porcentaje admisible de pérdidas técnicas estará en función del nivel de complejidad: Para cualquier nivel: 25% de pérdidas admisibles
NUMERAL B 2.5.5	Pérdidas comerciales	Se obtiene a partir de la DIFERENCIA entre el volumen de agua entregado a la salida de la PTAP y el volumen facturado por la empresa.

Fuente: Autor

Para efectos de realizar el cálculo del IANC en el sistema de acueducto, se toma un ingreso promedio del caudal registrado en los medidores (PTAP y salida del tanque) de 6.72 l/s, es decir, 34.837 m³ bimensual.

Tabla 2. Lecturas del macromedidor de la PTAP – enero de 2011.

No	Caudal (L/s)
1	7.2
2	6.9
3	7.1
4	7.1
5	7.0
Prom.	7.06

Fuente: Autor

Tabla 3. Lecturas del macromedidor de los tanques de almacenamiento – enero de 2011.

No	Caudal (lps)
1	6.4
2	6.3
3	6.4
4	6.5
5	6.3
Prom.	6.38

Fuente: Autor

Volumen de Agua Facturado

Para la caracterización de la micromedición, se cuenta con los datos de las lecturas bimensuales tomadas a cada usuario durante los meses de enero y febrero de 2.011, con las cuales se realizó la facturación (ver tabla 4)

Tabla 4. Consumo por rangos para el período enero – febrero de 2011.

Rangos de consumo	TOTAL	%
Consumo 0	0	
Entre 1 y 10 m ³	1266	16%
Entre 11 y 30 m ³	3253	41%
Entre 31 y 100 m ³	2164	27%
Entre 101 y 400 m ³	1329	17%
Total	8012	100%

Fuente: Autor

El volumen total facturado en el período de enero-febrero es de 8012 m³. No existen registros de críticas en la facturación.

Calculo del IANC

El cálculo del IANC se realizará para el mes de enero, de acuerdo con los consumos tomados en cada micromedidor y con el promedio del caudal medido a la entrada de la PTAP. En la tabla 5 se muestra el cálculo del IANC para el municipio en el mes de enero.

Tabla 5. Aforo de caudal

MES	VALOR PRODUCIDO	VALOR FACTURADO	IANC
Enero	34.837	8.012	77%

Fuente: Autor

De acuerdo con las recomendaciones de la norma RAS 2000, capítulo B 2.5, y con base en el nivel de complejidad del municipio (Medio), el rango de pérdidas del sistema, **supera** el rango permitido del 25%; por lo tanto es preciso realizar esfuerzos drásticos para la minimización del IANC.

1.1.1. Red de medición

Un sistema de macromedición proporciona información necesaria para la evaluación, seguimiento y planificación de los sistemas de abastecimiento, optimizando la toma de decisiones y la gestión administrativa del sistema.

Es posible enumerar algunos de los objetivos más relevantes de un sistema de macromedición:

- ❖ Planeamiento y puesta en marcha de programas de mantenimiento y rehabilitación en las estructuras hidráulicas.
- ❖ Permite determinar el nivel de fugas y pérdidas comerciales en el sistema.
- ❖ Seguimiento continuo de las condiciones hidráulicas de funcionamiento del sistema.
- ❖ Evaluación de la eficiencia del sistema productor en el tiempo.
- ❖ Permite el desarrollo de programas que minimicen costos operacionales.
- ❖ Permite conocer el registro de volúmenes producidos y perdidas propias del proceso.

El desarrollo de un sistema de macromedición debe buscar la obtención de información real, que es necesaria para planificar, operar y comercializar el sistema, con el interés de aplicar acciones preventivas y correctivas en forma oportuna, cumpliendo los objetivos mencionados anteriormente.

La norma RAS 2000 – título B, indica que se deben realizar mediciones del flujo en las estructuras hidráulicas, y principalmente, en la Planta de Tratamiento – Tanque de almacenamiento, con el fin de tener registro de los caudales producidos, tratados y entregados por la PTAP. Es posible emplear el uso de estructuras hidráulicas de control como vertederos, canales, entre otros, para determinar los volúmenes. Sin embargo, esto requiere de personal idóneo que realice la toma de medidas en forma correcta y continua.

Lo anterior con el fin de contar con datos históricos reales para evaluar el funcionamiento de las estructuras y la disponibilidad de agua en los periodos de verano e invierno.

Los macromedidores pueden ser de Tipo mecánico (hélice o turbina), de presión diferencial (Venturi, tubo Pitot, o placa de orificio), o ultrasónico, o electromagnético deben cumplir con alguna de las normas técnicas mencionadas en la tabla B.7.12 de la norma RAS 2000. Para los niveles de complejidad del sistema medio alto y alto los macromedidores deben estar provistos de sistemas de telemetría

En el municipio de Guayata no existe red de macromedición. De acuerdo con las indicaciones y recomendaciones contenidas en la norma RAS 2000, y lo establecido en el Programa de Operación y Mantenimiento, elaborado en la presente consultoría; la medición de caudales debe realizarse en puntos específicos del sistema con el fin de determinar los volúmenes producidos durante las diferentes fases de la producción y distribución del agua potable para controlar pérdidas técnicas en el sistema y verificar la calidad del servicio.

La localización de los medidores debe realizarse bajo los requerimientos contenidos en la norma RAS 2000, en lo referente al control y supervisión de la cantidad y la calidad del agua potable a lo largo del sistema. Los puntos identificados que requieren macromedición son los siguientes:

❖ **Tanque de almacenamiento**

De acuerdo con las disposiciones de la norma RAS 2000, es indispensable colocar macromedición a la entrada y la salida del tanque de almacenamiento, con la finalidad de medir el volumen de agua procesado por la Planta de Tratamiento y el volumen entregado por el tanque a la red de distribución. La cantidad de macromedidores nuevos que se deben instalar en el sistema de tanques de almacenamiento del municipio serían tres (3), que se localizarán en la tubería de entrada de los tanques en serie (4"), un medidor en la entrada del tanque No. 2 (4") y un medidor en la tubería de salida del tanque No. 2. La tubería de salida de los tanques en serie tiene un macromedidor instalado y en funcionamiento, de igual manera, hay un macromedidor en la entrada de la PTAP – filtro dinámico.

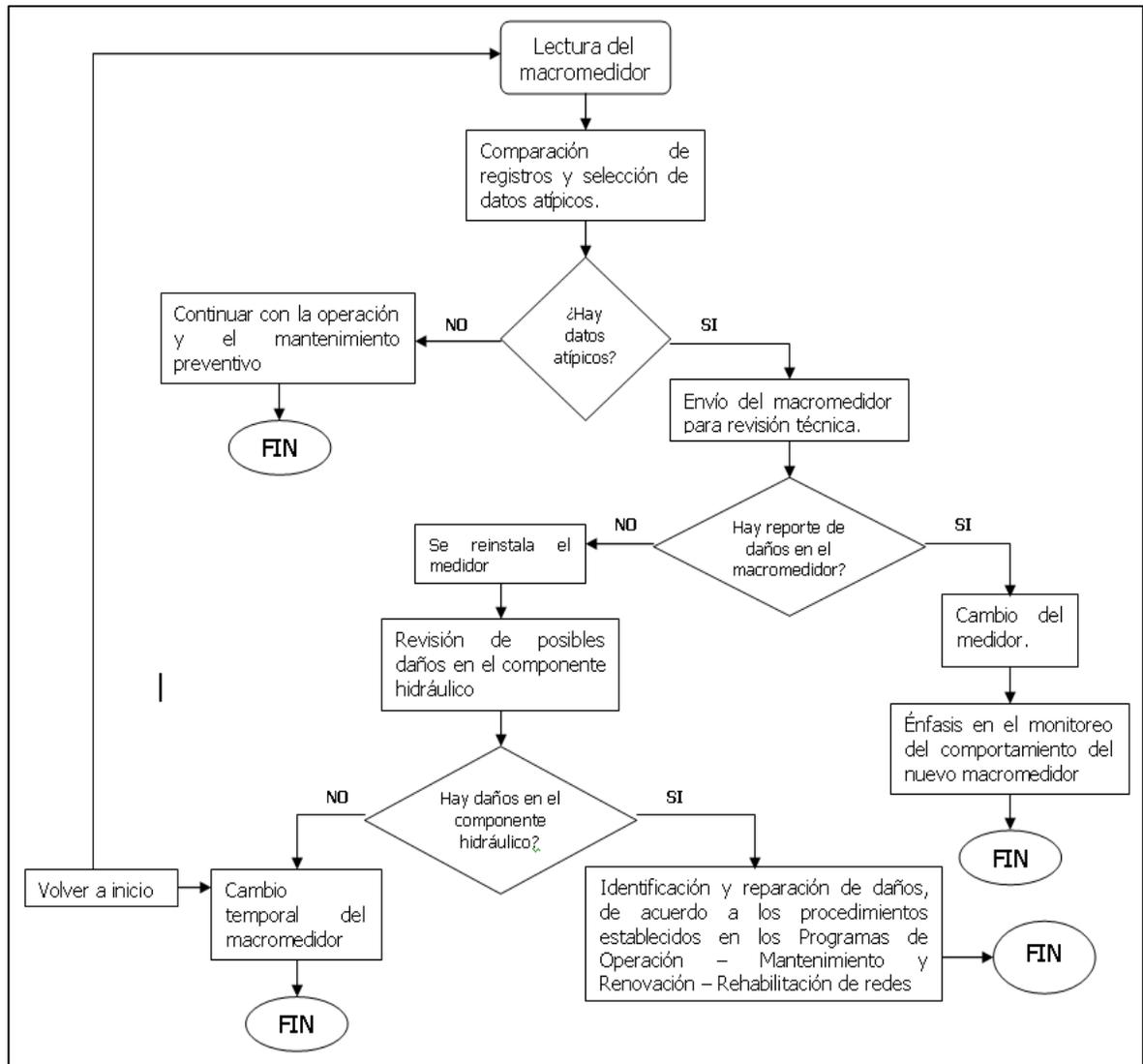
❖ **Red de Distribución**

Por ser un único operador del servicio y no existir sub componentes de la red de distribución, no se considera necesario instalar macromedidores en punto alguno de la red de distribución.

1.1.1.1. Diagnóstico del sistema de macromedición

El municipio de Guayatá cuenta en la actualidad con dos macromedidores instalados en el filtro dinámico de la PTAP y en la tubería de salida del tanque principal del sistema de acueducto. Las lecturas que arrojan los macromedidores son registradas periódicamente en la bitácora del fontanero. Estos medidores totalizan el caudal que es producido en el sistema.

Diagrama 1. Metodología propuesta para la revisión y diagnóstico de un macromedidor.



Fuente: Autor

Se debe realizar la instalación y puesta en funcionamiento de red de macromedición en los puntos del sistema definidos en capítulo anterior. En el momento en que el municipio cuente con registros de caudales, la metodología de revisión de estos dispositivos consistirá en: comparar las lecturas tomadas en cada medidor; cuando se presenten lecturas atípicas (valores fuera de la tendencia) se desinstala el medidor y se envía a revisión técnica (diligenciamiento del formato de Registro de Funcionamiento de macromedidores que se encuentra en el Programa de Operación y Mantenimiento – municipio de Guayata). Con el dictamen de la revisión, se procede a cambiar o no el dispositivo; si el macromedidor está funcionando sin problemas se debe revisar la estructura o la tubería por posibles daños. Si el macromedidor no está funcionando en forma óptima se debe realizar el cambio definitivo del aparato, realizando monitoreo del comportamiento del nuevo medidor.

En el diagrama 1 se muestra la metodología propuesta para la revisión y diagnóstico del funcionamiento de un macromedidor.

Debe tenerse en cuenta el capítulo B.7.10.3 del RAS que define los tiempos máximos de reposición de los macromedidores en caso de mantenimiento de los mismos (todo ello en función del nivel de complejidad).

1.1.1.2. Especificaciones técnicas para nuevos medidores

Una vez identificados los sitios de mayor conveniencia para la instalación y puesta en funcionamiento del sistema de macromedición, se deben establecer las condiciones técnicas que deben cumplir estos accesorios para la ejecución de un efectivo trabajo. Las variables que se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un macromedidor son:

Condiciones de instalación: Conocer previamente los volúmenes de trabajo (mínimo, medio, máximo), presiones de trabajo, características físico-químicas del agua (temperatura, corrosividad, viscosidad), estimación de la velocidad en la tubería.

Características físicas: Conocer datos referentes a corrosividad del medio, diámetro de la tubería, tipos y patrones de acoples, facilidad de instalación y mantenimiento, verificación de la necesidad de suministro de energía eléctrica para la operación del sistema.

Disponibilidad de mano de obra: Conocer con que personal se cuenta en la zona, posibilidad de adiestramiento y capacitación para que operen y manejen el medidor en forma competente.

Costos de adquisición, operación y mantenimiento.

Análisis complementario: Confirmar la facilidad de la consecución de repuestos, mirar el comportamiento histórico del medidor seleccionado en otros sitios de características semejantes donde el aparato haya sido instalado.

En las tablas 6 y 7 se muestran los valores de las variables a tener en cuenta para el suministro de los Macromedidores de Guayata, de acuerdo con las especificaciones de algunos fabricantes y con los resultados de la modelación:

Tabla 6. Variables de diseño de los macromedidores de los tanques en serie.

VARIABLES	Para la entrada del tanque	Para la salida del tanque
Diámetro nominal (DN):	4" – 100 mm.	4" – 100 mm.
Caudal nominal (Qn):	13.86 m ³ /h.	18 m ³ /h.
Caudal máximo (Q _{máx}) - (±2%):	27.72 m ³ /h.	36 m ³ /h.
Caudal mínimo (Q _{mín}) - (±5%):	1.2 m ³ /h.	1.2m ³ /h.
Indicación máxima:	999.999 m ³ .	999.999 m ³ .
Indicación mínima:	0.01 m ³ .	0.01 m ³ .

Fuente: Autor

Tabla 7. Variables de diseño de los macromedidores del tanque No. 2.

VARIABLES	Para la entrada del tanque	Para la salida del tanque
Diámetro nominal (DN):	4" – 100 mm.	4" – 100 mm.
Caudal nominal (Qn):	18 m ³ /h.	21.83 m ³ /h.
Caudal máximo (Q _{máx}) - (±2%):	36 m ³ /h.	43.67m ³ /h.
Caudal mínimo (Q _{mín}) - (±5%):	1.8 m ³ /h.	1.8m ³ /h.
Indicación máxima:	999.999 m ³ .	999.999 m ³ .
Indicación mínima:	0.01 m ³ .	0.01 m ³ .

Fuente: Autor

1.1.1.3. Mantenimiento de Macromedidores

Con respecto al mantenimiento de los macromedidores que formen parte de la red de distribución de agua potable, debe tenerse en cuenta los siguientes requisitos, contenidos en la norma ras numeral b.7.10.3:

Para el nivel medio de complejidad debe cambiarse o repararse el macromedidor en un plazo máximo de quince días, manteniendo la continuidad en el servicio.

❖ Determinación del Error Conceptual de la Macromedición

Siempre que exista medición en el sistema de acueducto, es recomendable verificar el funcionamiento de los dispositivos con la periodicidad establecida por el proveedor, y en particular su precisión al medir. Uno de los recursos de más amplia utilización para ello es la *Pitometría*, que se entiende como el conjunto de actividades y elementos que permiten obtener, analizar y precisar los datos operacionales relacionados a flujos, presiones y niveles del agua, con el objeto de obtener el diagnóstico específico del funcionamiento real de las partes de un sistema de acueducto. Con la pitometría es posible determinar la curva de errores características de un medidor analizado.

Cada medidor trae asociado una curva de errores teóricos (curva de calibración del aparato). Si se requiere verificar la precisión en la medición efectuada por el dispositivo, se debe reproducir la curva de errores característicos mediante la aplicación de una prueba hidráulica, que permita constatar que el medidor registra los caudales experimentales, los cuales deben encontrarse dentro de los límites establecidos por la curva de calibración del aparato. La metodología para la aplicación de la prueba hidráulica se encuentra contenida en el Diagrama 2.

La medición tomada con un tubo pitot puede tener un error del $\pm 2\%$, siendo válida la siguiente expresión:

$$Q_P = Q_R \pm 0.02 \cdot Q_R$$

Donde:

Q_p : Caudal medido en la prueba hidráulica por el tubo pitot.

Q_R : Caudal real en el instante de la prueba.

El valor de Q_R se encuentra en el siguiente rango de medición:

$$0.98 \cdot Q_P \leq Q_R \leq 1.02 \cdot Q_P$$

Estableciendo Q_H como el caudal medido en el medidor, el error estimado en la lectura será:

$$E_H = \left(\frac{Q_H - Q_R}{Q_R} \right) \cdot 100$$

También es posible estimar el rango de medición del error teórico con base en la siguiente ecuación:

$$0.98 \cdot \left(\frac{Q_H}{Q_P} - 1 \right) \cdot 100 < E_H < 1.02 \cdot \left(\frac{Q_H}{Q_P} - 1 \right) \cdot 100$$

Los valores obtenidos con la anterior ecuación, deben estar dentro de los límites admisibles en la curva de calibración del aparato. De no ser así, se requiere revisión y recalibración del dispositivo.

De acuerdo con las especificaciones planteadas en la NTC 1063-1, los errores permisibles son:

- En la zona inferior desde Q_{\min} hasta Q_t es de $\pm 5\%$.
- En la zona inferior desde Q_t hasta Q_{\max} es de $\pm 2\%$.

El RAS 2000 establece que para los distintos niveles de complejidad de los municipios la frecuencia con la que se debe verificar su lectura.

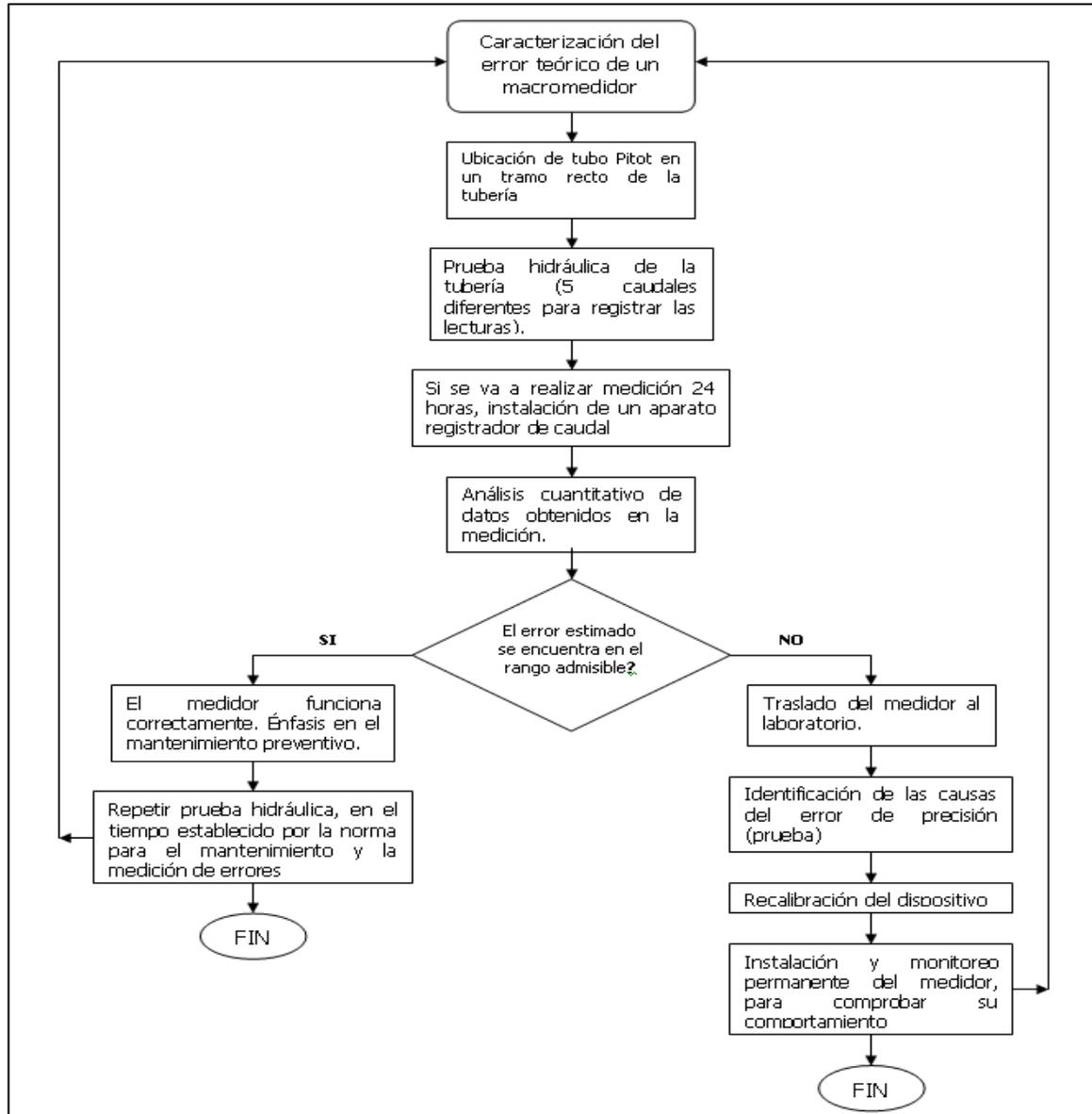
Para **nivel medio de complejidad** debe hacerse una medición horaria durante 24 horas de caudal a la entrada y salida de tanques de compensación y a la salida de la (o las) planta(s) de tratamiento de la red, al menos una vez cada dos meses.

❖ Programa para el mantenimiento y calibración de los macromedidores

Tal y como se especificó en el numeral anterior, la calibración de los dispositivos de medición corresponde a la medición del error teórico que tiene el aparato al momento de hacer la prueba hidráulica. Los valores obtenidos y procesados deben estar contenidos en la curva característica de calibración que cada dispositivo trae desde su fabricación. De no ser así, el aparato debe ser revisado por personal

técnico apropiado, que debe evaluar las posibles causas que llevan al medidor a dar lecturas erradas. Algunas de las causas probables para que un medidor genere lecturas inciertas pueden ser:

Diagrama 2 Caracterización del error teórico de un Macromedidor.



Fuente: Autor

- Instalación inadecuada del aparato.
- Daños en la turbina (si es macromedidor de velocidad)
- Obstrucciones internas

- Desgaste de los elementos giratorios.

Si el medidor instalado en la red de acueducto es de tipo ultrasónico (los cuales trabajan con los diferenciales del tiempo de las ondas mecánicas, que son generadas por el flujo del agua cuando circula por la tubería – su instalación no es tan común en los sistemas de acueducto del país), la calibración de estos aparatos debe realizarse con personal técnico apropiado, los cuales revisan la programación del medidor, conexiones erradas en los circuitos del aparato, revisión de mensajes de error que genere el sistema por daño en componentes internos, entre otros.

El tema de mantenimiento está sujeto a las recomendaciones de los fabricantes, los cuales especifican que el plazo de mantenimiento apropiado.

La norma RAS 2000, numeral B 7.10.3, establece que, cuando se presente un daño en un macromedidor del sistema, la empresa prestadora del servicio tiene quince (15) días desde el reporte del daño para efectuar la revisión y/o el cambio del aparato defectuoso, con el fin de evitar posibles traumatismos en la prestación del servicio. Si el medidor que presentaba fallas es arreglado, recalibrado en forma óptima y reinstalado, debe estar sujeto a monitoreo con el fin de mirar su comportamiento y las lecturas arrojadas. Si se presenta cambio, el nuevo macromedidor debe cumplir las condiciones y especificaciones técnicas de la red.

1.1.5. Componente de micromedición

❖ Recopilación de la información existente

La entidad que presta el servicio de acueducto en el municipio proporciona la siguiente información:

Se cuenta con 733 usuarios registrados de los cuales 514 cuentan con micromedición efectiva (registro de lectura), con una cobertura de la micromedición del 70%.

Los medidores (marca TCL – diámetro 1/2”), fueron instalados y puestos en funcionamiento a toda la comunidad entre septiembre y noviembre del año 2007, calculándoles una edad de operación de 4 años. Se empezaron a registrar lecturas para tarificación del servicio en enero de 2011; el funcionamiento ha sido permanente durante este período.

En ningún momento se les ha realizado mantenimiento o calibración; únicamente se ha realizado limpieza a los medidores o el cambio y la reposición cuando se han presentado fallas operativas o fugas.

Existen actualmente 219 usuarios que se dividen en dos grupos: 100 usuarios no tienen instalado micromedición en sus predios y 119 usuarios cuyo predio es un lote o una vivienda desocupada. El municipio no tiene conocimiento si los lotes baldíos cuentan o no con alguna conexión interna que los surta de agua. Los costos de instalación de nuevos medidores o los cambios de medidor por daños son asumidos en forma total por el dueño del predio.

A los usuarios que no tienen instalado medidor, la empresa les cobra el servicio mediante una tarifa plena que se diferencia en función del estrato socioeconómico de la siguiente manera:

- Estrato 1: \$4.200.
- Estrato 2: \$5.000.
- Estrato 3: \$6.000.

❖ **Distribución y clasificación de los medidores instalados**

De acuerdo con la información recopilada en la empresa de servicios públicos de Guayata, se pudo establecer que se realizó una jornada masiva de instalación de micromedidores en el año 2007, todos con iguales especificaciones técnicas (marca TCL de 1/2"). Sin embargo, es necesario actualizar el censo de usuarios para determinar las condiciones actuales del sistema de acueducto en el área urbana, específicamente, las conexiones internas de cada predio.

❖ **Análisis del proceso de estimación de consumo y facturación**

El proceso para la estimación del consumo en el municipio es directo sobre el consumo real del usuario, registrado en el medidor domiciliario, su lectura se realiza con el siguiente procedimiento: al inicio de cada mes el fontanero realiza la lectura de cada uno de los medidores instalados en el casco urbano del municipio, para lo cual cuenta con una planilla donde se encuentra el código del suscriptor (número de cuenta), la categoría (residencial, comercial, industrial), el nombre del suscriptor, la dirección del predio asociada al medidor, lectura anterior y lectura actual.

Lo anterior se realiza cada dos meses por un periodo entre uno y dos días. No existen registros de críticas en la facturación. Posteriormente, ya en oficina, se realiza el ingreso de las lecturas tomadas en forma manual al sistema INTEGRIN, donde se lleva el registro histórico de los consumos de cada usuario y se realiza el cálculo de la facturación correspondiente.

❖ **Informe de error de medidores por categorías (valor ponderado) y su participación en el IANC.**

El municipio no cuenta con datos de calibración de los medidores. La única acción que emprende la empresa de Servicios públicos del municipio es el mantenimiento correctivo que consiste en la limpieza exterior de los medidores (quitar obstrucciones y sedimentos que se depositan en las cajillas de inspección). También se hace la reparación de las tapas dañadas o desoldadas de las cajillas de los medidores. Al no existir calibración desde el momento de la instalación hasta ahora, el desgaste propio del servicio del aparato puede estar ocasionando que los errores de medición se hayan acumulado a lo largo del tiempo de servicio. Es necesario emprender la revisión de los medidores, con el fin de constatar la exactitud de las medidas arrojadas por los dispositivos.

La metodología para la revisión de los medidores es similar a la utilizada para la revisión de macromedidores.

Para ello se recomienda realizar la calibración y mantenimiento preventivo de los equipos; se puede dividir los micromedidores por zonas o por la antigüedad para iniciar esta actividad paulatinamente con el fin de evitar alteraciones representativas en la operación u funcionamiento.

El tiempo utilizado para la realización de la calibración y el mantenimiento no debe ser mayor de 15 días, adicionalmente esta actividad deberá ser realizada por personal idóneo y especializado el cual deberá entregar un certificado de mantenimiento y calibración del equipo, adicional a las recomendaciones de uso, seguimiento y próxima calibración.

La facturación del usuario al cual se le realizó el retiro temporal del medidor deberá mantener relación con las facturaciones anteriores.

❖ Programa de ampliación de la cobertura de micromedidores en el municipio.

La ampliación de la cobertura de micromedición debe realizarse con base en el crecimiento del casco urbano en las zonas de expansión establecidas en el EOT y del crecimiento de la población.

La cobertura actual del servicio de acueducto para el municipio es del 100%; la cobertura de la micromedición es del 70%. El municipio debe emprender las acciones pertinentes para subsanar el 30% restante, mediante la revisión de medidores deficientes o la instalación de los medidores faltantes, haciendo provisión económica para ello. Se resalta el hecho de que el IANC es un porcentaje muy alto en el municipio (76%); hay que revisar los medidores instalados y en funcionamiento para descartar posibles daños por calibración. Además, el municipio debe emprender la instalación de los medidores faltantes y hacer el catastro de las conexiones internas en los predios.

1.1.6. Programa de renovación de medidores

La renovación de medidores se hace indispensable a medida que los avances tecnológicos permiten mejorar las características de los aparatos, al hacerlos más precisos y restringiendo el acceso al mecanismo interno para evitar posibles alteración en su funcionamiento (piezas imprescindibles que al ser alteradas o sustraídas, permiten detectar casi instantáneamente un posible fraude).

El cambio de medidores se constituye por tanto, en una herramienta valiosa para disminuir las pérdidas del sistema y evitar la adulteración de los aparatos. Esto requiere de una inversión considerable en recursos humanos, económicos y técnicos, que el municipio debe prever dentro de su programa de inversión, para optimizar el funcionamiento del sistema.

Además de ello, la capacitación del personal encargado del mantenimiento operativo de la red es indispensable, ya que ellos pueden detectar con habilidad si se ha realizado o no una modificación al medidor, haciendo el reporte respectivo para efectuar las labores oportunas de visita al predio y arreglo del medidor adulterado.

Para efectuar la renovación de medidores en la red urbana de acueducto, se deben tener en cuenta la antigüedad del medidor y el estado de funcionamiento del aparato. Es necesario establecer un censo de medidores para conocer el funcionamiento de los aparatos (prueba hidráulica – comprobación de que las lecturas registradas se encuentren dentro del margen de tolerancia establecido por la curva de errores teóricos propia de cada aparato).

Lo cierto es que cada ocho (8) años o cada 3.000 metros cúbicos es necesario cambiar los medidores. Si una familia gasta en promedio 20 metros cúbicos de agua mensualmente, habría que reemplazarlos cada 12 años pero, y para ese momento, habrá pasado mucho tiempo desde que se perdió el grado de precisión adecuado.

El municipio presenta un déficit del 30% en cobertura de micromedidores; esto equivale a 214 medidores que deben ser instalados o revisados prontamente. El municipio debe realizar las labores de actualización del catastro de usuarios del sistema.

Cada propietario debe asumir el costo del nuevo artefacto porque la Ley 124 de 1994 indica que el medidor es propiedad del usuario.

La metodología para efectuar la revisión y el cambio de los medidores en caso de mostrar deficiencias, se explica en el Programa de operación y mantenimiento.

1.2. Fugas en el sistema de acueducto

1.2.1. Localización y registro histórico de daños

No se cuenta con información, ni registros históricos de daños en la red de distribución del municipio. De igual manera, no existen formatos donde se realice el diligenciamiento de la información de los daños reparados, causa, materiales utilizados, tiempo de respuesta, localización, entre otros, ni donde el usuario tenga la oportunidad de confirmar si las obras fueron entregadas a satisfacción.

De acuerdo con la información de los funcionarios de la empresa de servicios públicos, no se tiene conocimiento de reportes de daños por fugas en las tuberías del área urbana; únicamente se han presentado daños en las tapas de las cajillas

de inspección de los micromedidores, las cuales son reparadas o reemplazadas en un tiempo muy breve.

El procedimiento actualmente implementado es el siguiente: la comunidad advierte del daño en forma verbal, se realiza visita de verificación por parte del fontanero y se determina las actividades a realizar, se verifica que se cuente con los materiales necesarios o se adquieren y realiza la reparación, no se lleva reporte, ni estadísticas de dichos daños. Por lo cual se establece que el mantenimiento realizado al sistema de acueducto no es preventivo sino netamente correctivo.

Es indispensable que se realice un control sistemático de los reportes de daños en la red, para lo cual se sugiere diligenciar la ficha No 1 del Programa de operación y Mantenimiento.

1.2.1.1. Presentación gráfica de zonas con mayor incidencia de daños.

No se cuenta con información, ni registros históricos de daños en el municipio que puedan ser analizados y generar diagramas o graficas para presentar los resultados.

1.2.1.2. Caracterización de daños a la red

No se cuenta con información, ni registros históricos de daños en el municipio. Se debe iniciar con el proceso de registro de los reportes y arreglos al sistema con el fin de contar con datos reales históricos y poder realizar a zonificación de los daños; ésta herramienta es de gran importancia para la determinación de las zonas críticas y elementos desgastados, y poder así establecer los mantenimientos y la renovación que se deban realizar; evitando las pérdidas de agua y cortes del servicio lo cual repercute en un mejor servicio y menores costos de operación.

1.2.1.3. Análisis y evaluación de la información obtenida

No se cuenta con información, ni registros históricos de daños en el municipio.

1.2.1.4. Plano de zonas críticas por fugas

No se cuenta con información, ni registros históricos de daños en el municipio.

1.2.1.5. Programa de investigación de fugas no visibles.

La metodología propuesta y las actividades a ejecutar para la detección de fugas en el municipio se muestran en el diagrama 3.

❖ Conocimiento de la zona de trabajo

Una vez el municipio tenga identificadas las zonas que presentan mayores reportes de daños, se deben evaluar las condiciones del lugar, con el fin de planificar los equipos y el personal requeridos para realizar la inspección.

❖ Recopilación y revisión de la información

Se debe indagar sobre los planos de catastro de la red de acueducto que tenga la empresa o cooperativa prestadora del servicio, identificando el trazado de las tuberías, diámetros y materiales de la red, localización de accesorios, zonas de altas presiones (zonas prioritarias). De esta manera se planificará el recorrido por el municipio.

❖ Validación de tramos a investigar

De acuerdo con los equipos que se vayan a utilizar, la presión mínima de trabajo en la red debe ser de 15 m.c.a para la detección eficaz de las fugas. Presiones de trabajo menores a ésta no permiten detectar las fugas mínimas.

❖ Programación de recorridos

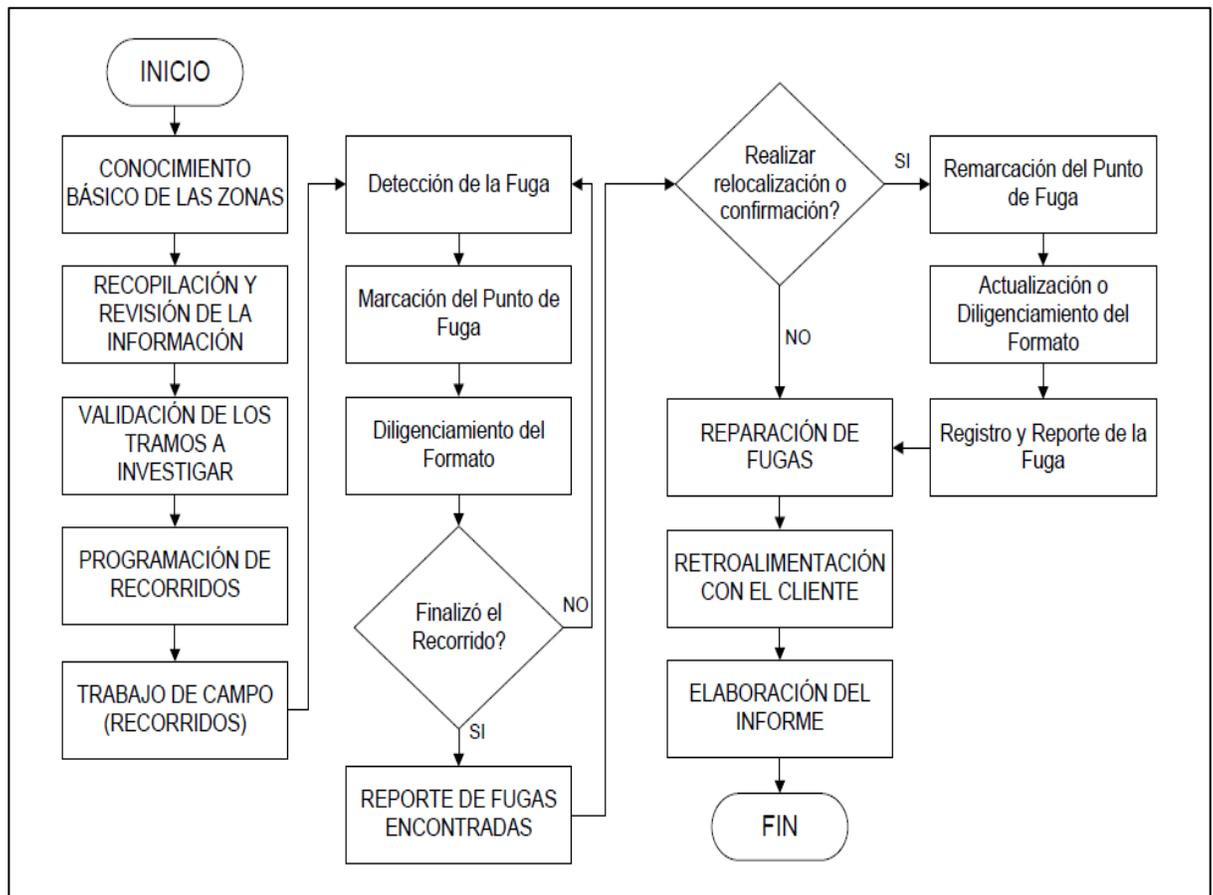
Basado en el análisis de la información recolectada sobre la red, se organizarán los horarios de visita a las zonas priorizadas y los aspectos logísticos de la visita (cuadrilla de trabajadores y equipos requeridos).

❖ Detección de fugas

La cuadrilla de trabajo realizará la inspección de la red establecida, operando los equipos (geófonos), marcando en terreno el sitio de de la fuga localizada (establecer una codificación estándar que sea fácilmente identificable por la

empresa prestadora del servicio), levantando el registro fotográfico del sitio (procurar que en las fotografías quede constancia de la marcación efectuada en terreno) y diligenciando del formato de comparativo de daños corregidos por diámetros, material y mes en las redes de conducción y distribución de agua, anexo 1 del Programa de Rehabilitación y Renovación de redes (ubicación del daño y características de la tubería que se encontró durante la inspección).

Diagrama 3 Metodología para la detección de fugas no visibles.



Fuente: Manual de procedimientos búsqueda de fugas – FLUIDIS 2005.

❖ **Entrega del registro y elaboración del informe de resultados**

El coordinador de la comisión de campo debe elaborar el reporte de los daños localizados, anexando los formatos de campo correctamente diligenciados y entregando en un plano en limpio, la localización gráfica de los sitios que presentan fugas. Los temas que el informe debe abordar son: cantidad de fugas reportadas, cantidad de fugas positivas y negativas, estadística por tipo de fugas encontradas en la red, rendimiento de la cuadrilla de trabajo, longitud recorrida, efectividad en la localización (relación de fugas positivas sobre el total de fugas reportadas ante la Empresa de servicios públicos), efectividad de ubicación (con relación al sitio de marcado), conclusiones y recomendaciones. El coordinador debe hacer entrega de toda la información a la empresa prestadora del servicio, que debe emprender las actividades de reparación y rehabilitación de los daños reportados, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Programa de Renovación y Rehabilitación de redes.

Para el caso puntual de la detección de fugas no visibles, se debe tener en cuenta dentro de la información base, la inspección de los pozos de alcantarillado, para descartar o confirmar el paso de la tubería de acueducto en la red de alcantarillado. Si se llegare a encontrar algún caso similar, se debe reportar la anomalía en el formato de campo.

En cuanto a los equipos empleados en la detección de las fugas, se utilizarán localizadores, correladores o geófonos electrónicos, los cuales trabajan con principios acústicos, considerando que cualquier rotura o filtración en la tubería de acueducto y la salida del flujo, generan una vibración que se transmite a lo largo del tubo, y que puede ser reconocida por personal entrenado con la ayuda de los equipos de medición. Si el municipio considera la contratación de una empresa que realice la detección de fugas, debe exigir al contratista el listado de equipos que empleará en la labor de detección y los certificados de calibración de cada uno de los equipos. De igual manera, exigir que la cuadrilla de trabajo tenga entrenamiento y se encuentren capacitados para ejercer la inspección.

1.2.1.6. Seguimiento del mantenimiento de la red

Analizar la información contenida en los formatos de mantenimiento del Programa de Operación y Mantenimiento, con el fin de identificar y localizar los puntos

críticos dentro del municipio, tipos de daños más frecuentes, analizar el comportamiento de la red en las zonas críticas (de altas presiones) y llevar el control detallado de las operaciones realizadas en la red.

1.2.2. Conexiones clandestinas

1.2.2.1. Evaluación de los Consumos de los Usuarios Legales

De acuerdo con la información suministrada por los funcionarios de la empresa de servicios públicos del municipio, el posible número de usuarios clandestinos del sistema es de 50, aunque esta cifra no corresponde a un estudio serio de la situación real del municipio en materia de cobertura del servicio y revisión de acometidas en los predios.

El estudio estadístico de los registros permitió llegar a las siguientes conclusiones con respecto a los usuarios del municipio de Guayatá.

- Se pudo establecer que únicamente un 70%, (514) de los usuarios del acueducto registraron consumo de agua, el 30%, (219) restante corresponde a usuarios cuyas viviendas están desocupadas o son lotes (119) o tienen servicio sin micromedición (100 usuarios).
- Un 55% de los usuarios con registro tuvieron un consumo entre 1 y 10 m³, lo que indica que en Guayatá la mayor parte de los predios tienen un muy bajo índice ocupacional.
- El 10% de los usuarios, los que tienen un consumo superior a los 31 m³ mensuales, consumen un 44% del volumen total del recurso, lo que en este caso indica la importancia de algunos usuarios como demandantes de altas cantidades de recurso.

En la tabla 8 se muestran los consumos efectuados durante el mes de enero, discretizados por usos del suelo.

Con respecto al consumo facturado por el tipo de usuario los datos enviados indican lo siguiente:

- El mayor consumo se presenta en el uso residencial en el rango entre 11 y 30 m³.

- El promedio de consumo para el uso residencial es de 17.97 m³ mensuales, lo que unido al bajo índice poblacional 3,05 habitantes por usuario.

Tabla 8. Número de usuarios por rango de consumo y uso.

Rangos de consumo	TOTAL	%
Consumo 0	219	
Entre 1 y 10 m ³	282	55%
Entre 11 y 30 m ³	181	35%
Entre 31 y 100 m ³	44	9%
Entre 101 y 400 m ³	7	1%
Total usuarios con consumo	514	100%
Usuarios totales del sistema	733	

Fuente: Autor

En las tablas 9 y 10 se muestra el resumen de los consumos analizados para el mes de enero, por rango y uso.

Dentro del análisis realizado a los consumos reales del municipio, se identificaron usuarios especiales, que presentan los mayores consumos. En la tabla 11 se muestra el consumo del mes de enero para dichos usuarios.

Tabla 9. Metros cúbicos consumidos en enero por rango.

Rangos de consumo	TOTAL	%
Consumo 0	0	
Entre 1 y 10 m ³	1266	16%
Entre 11 y 30 m ³	3253	41%
Entre 31 y 100 m ³	2164	27%
Entre 101 y 400 m ³	1329	17%
Total	8012	100%

Fuente: Autor

Tabla 10. Promedio de consumo por rango.

Rangos de consumo	Consumo Prom	Dotacion L/usuario/día
Consumo 0	-	
Entre 1 y 10 m ³	4.49	149.65
Entre 11 y 30 m ³	17.97	599.08
Entre 31 y 100 m ³	49.18	1,639.39
Entre 101 y 400 m ³	189.86	6,328.57
Total	15.59	519.58

Fuente: Autor

Tabla 11. Promedio de consumo por rango.

Nombre	Dirección	M3	Uso
ANA EMMA PINTO DE OVALLE	VEREDA PLAZA ARRIBA	96.00	Finca
VICTOR PIÑEROS	CARRERA 5 No. 3 - 26	117.50	Hotel
FABIO YESSIT LOPEZ	VEREDA TABLON	123.50	Finca
CENTRO DE BIENESTAR DEL ANCIANO	CARRERA 2 No. 7 - 69	134.50	Institucional
JULIO ROMERO CAMACHO	CARRERA 4 No. 5 - 32	146.50	Hotel
ROBERTO DUEÑAS DAZA	VEREDA POTRERITOS	373.50	Galpones avícolas
HOSPITAL SAN RAFAEL	CALLE 7 No. 3 - 50	434.00	Hospital
TOTAL		1,425.50	

Fuente: Autor

1.2.2.2. Usuarios legales e ilegales

No cuenta con las herramientas legales y jurídicas para ingresar a los predios y hacer la verificación exhaustiva de las condiciones internas de la red domiciliaria en cada predio. De acuerdo con la revisión de documentos como los EOT, todos los predios se encuentran ubicados en zonas aptas para construcción y desarrollo urbano, razón por la cual, todos deben contar con la dotación de servicios públicos básicos. Si se presentan conexiones fraudulentas, éstas corresponden con modificaciones internas que los habitantes de la unidad residencial hayan efectuado para sustraer el servicio; esta verificación debe realizarse dentro de la actualización del catastro de usuarios.

1.2.2.3. Clasificación de suscriptores por uso

De acuerdo a la información suministrada por la USPD de la administración municipal, existen tres tipos de uso establecido para el cobro de los servicios públicos domiciliario. La tabla 12 relaciona el número de usuarios clasificados de acuerdo al uso del Inmueble.

Tabla 12. Número de usuarios por uso del inmueble

USO DEL INMUEBLE	No DE USUARIOS
Residencial	555
Comercial	13
Oficial	28

Fuente: Autor

1.2.2.4. Identificación de potenciales usuarios fraudulentos.

Las verificaciones de campo que deben desarrollarse para identificar a los posibles usuarios fraudulentos del sistema son las siguientes:

Se deberá contratar una consultoría especializada para realizar las actividades descritas:

Identificación previa del predio cedula catastral, dirección, de acuerdo con la base catastral del municipio.

Verificación del con la empresa de la asignación de micromedición al predio.

Realización de una encuesta predio a predio estableciendo como mínimo los siguientes parámetros: Número de habitantes, número de unidades habitacionales del predio (cuantas unidades internas de la vivienda se abastecen con el servicio). Si existen divisiones internas en el predio, preguntar si cada unidad habitacional tiene su propia derivación de acueducto o la forma de operación de la red interna. Tipo de uso que se le está dando a la construcción (Residencial, comercial, industrial, oficial).

Revisión de la estanqueidad de la red., se debe verificar la ausencia de consumos al interior del predio y constatar que en el medidor asignado efectivamente no existe flujo por un periodo no inferior a 15 minutos.

Revisión de la continuidad del servicio, se debe identificar en el terreno el medidor asignado para el predio, y con la intervención de un técnico realizar el corte provisional del servicio, si el predio cuenta con almacenamiento intradomiciliarios deberá también realizarse el corte de la distribución que desde allí se realice, acto seguido para cada uno de los servicios sanitarios y puntos de agua existentes en el predio se corroborará la presencia del recurso.

Después de realizar la totalidad de las pruebas se repone el servicio de agua al usuario y verifica su correcto funcionamiento.

Se deben tabular los registros de la encuesta y de las pruebas realizadas y comunicar a cada usuario individualmente el resultado de las mismas, indicando las acciones correctivas a las posibles anomalías encontradas, que debe realizar para legalizar, mejorar o racionalizar su servicio.

1.2.2.5. Localización de sectores que presentan desarrollo subnormal y cuentan con servicio clandestino.

De acuerdo con la información contenida en el EOT y con la información tomada en campo, no existen zonas de desarrollo subnormal dentro del casco urbano del municipio. Las zonas de expansión urbana se encuentran planificadas y cuentan con la dotación de servicios públicos básicos.

1.2.2.6. Estimación de pérdidas por clandestinas y su participación en el IANC.

No existen datos en el municipio que permitan realizar la estimación solicitada.

1.2.3. Distribución por componentes del IANC

No existen datos en el municipio que permitan realizar la estimación solicitada.

1.2.4. Programa de Metas y Plan de Inversión en la Reducción del IANC

La tabla 13 muestra la distribución porcentual de las actividades a realizar para la minimización del IANC a lo largo del tiempo. El programa de reposición de medidores debe iniciarse en el cuarto año (2015 – ver tabla 14), porque ahí se cumplen los 8 años que se tienen de plazo por norma para efectuar los cambios en los aparatos.

Tabla 13. Reducción del IANC por años.

Meta de reducción del IANC	AÑO											
	1		2		3		4		5		6	
	76%		63.25%		50.5%		37.75%		25%		25%	
	% Ejecución	Valor										
Programa mantenimiento y calibración de Macromedidores	100											
Programa de ampliación de cobertura de macromedidores			100									
Programa de ampliación de cobertura de micromedidores (1% faltante).	100											
Programa de investigación de fugas no visibles	50		50									
Programa de identificación de usuarios fraudulentos	50		50									
Programa de reposición de redes	25		25		25		25					

Fuente: Autor

Tabla 14. Reducción del IANC por años – reposición de micromedidores.

AÑO	4		5		6		7	
	37.75%		25%		25%		25%	
Meta de reducción del IANC	% Ejecución	Valor						
Programa de reposición de medidores (Fecha de instalación 2008).	25		25		25		25	

Fuente: Autor

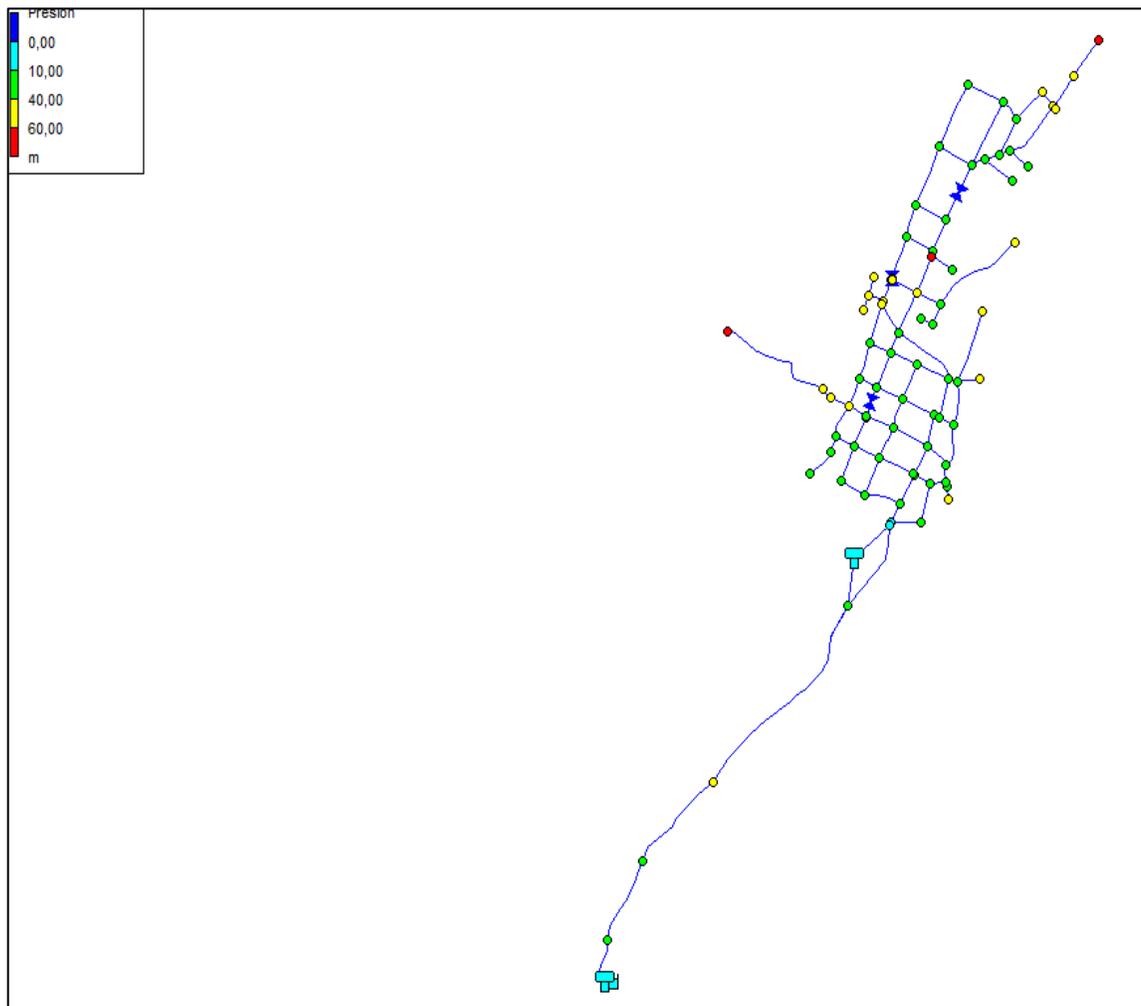
1.3. PROGRAMA DE RENOVACION Y REHABILITACION DE REDES

1.3.1. Evaluación de la Magnitud del Problema

Las actuales redes de distribución del casco urbano abastecen adecuadamente del servicio a sus pobladores, a excepción de la parte alta del pueblo cercana al tanque de almacenamiento, situación que se mantiene al realizar la simulación matemática del funcionamiento para el final del periodo de diseño año 2.036.

La figura muestra el panorama de presiones en las diferentes zonas que abarca la red de distribución.

Figura 1. Diagrama de presiones de servicio en la red de distribución en las horas de menor demanda

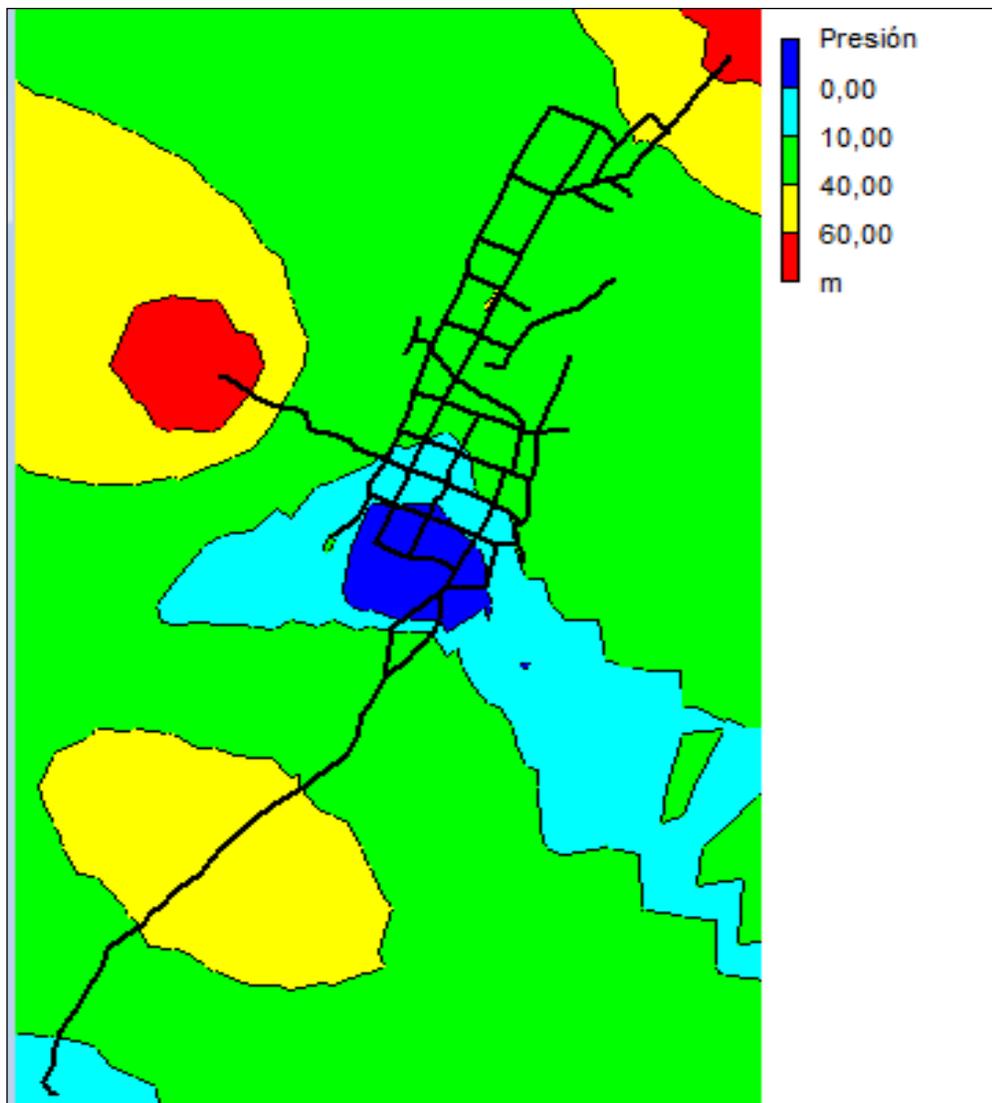


Fuente: Autor

A pesar de la gran diferencia de altura existente entre el tanque de almacenamiento y el pueblo, gracias a las tres estaciones reductoras de presión, el funcionamiento de la red es adecuado.

Para las horas de mayor demanda se evidencia también el correcto funcionamiento de las redes de distribución, a excepción de la parte alta del pueblo cercana al tanque de almacenamiento que muestra presiones negativas. Como se ilustra en la siguiente figura, en color azul oscuro.

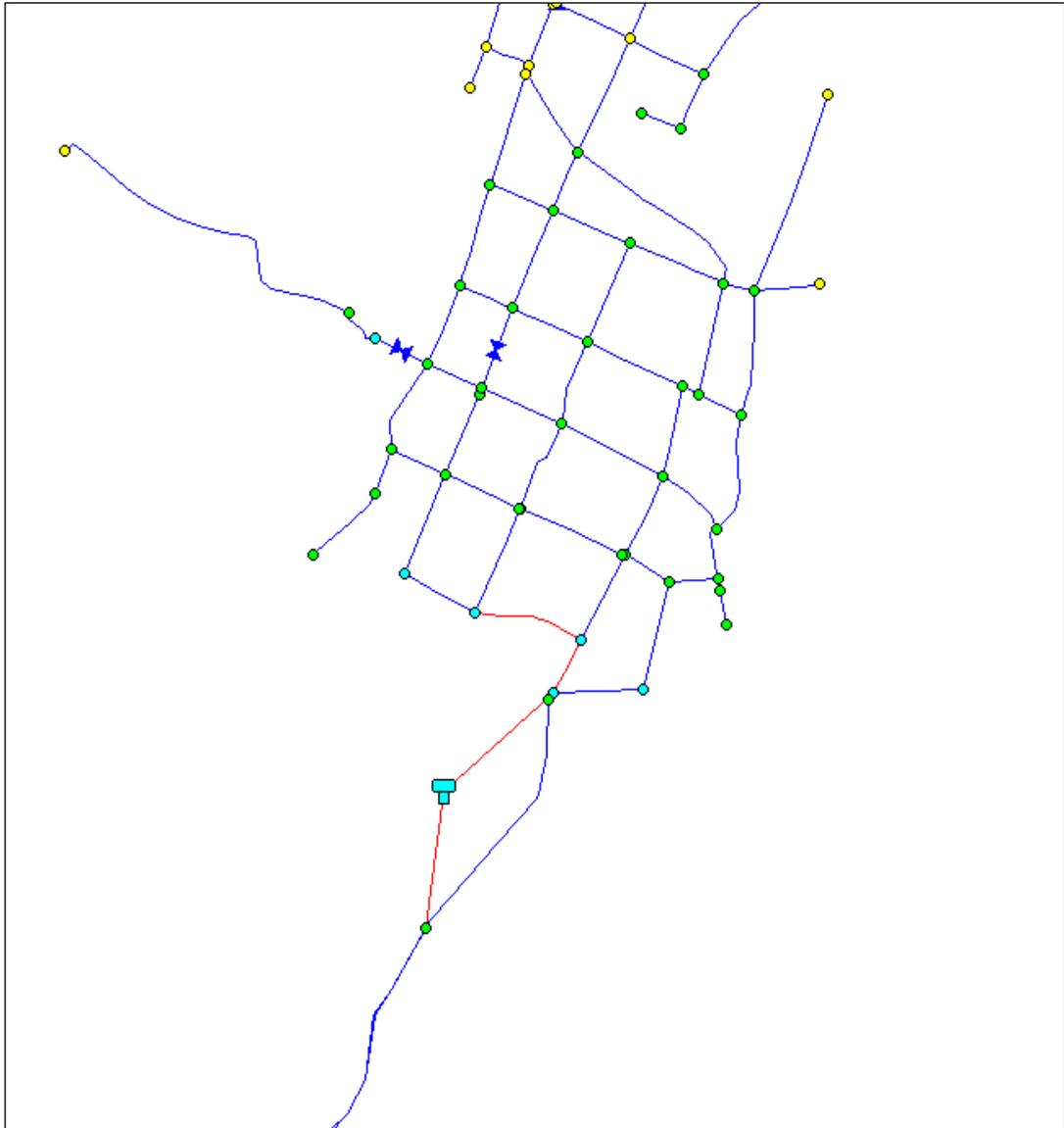
Figura 2. Diagrama de presiones de servicio en la red de distribución en las horas de mayor demanda



Fuente: Autor

Esta situación se ha corregido con el aumento de diámetro en algunas tuberías de la zona afectada como se indica en la Figura 3, donde se marcan en color rojo las tuberías de reposición inmediata.

Figura 3. Tuberías para reposición inmediata

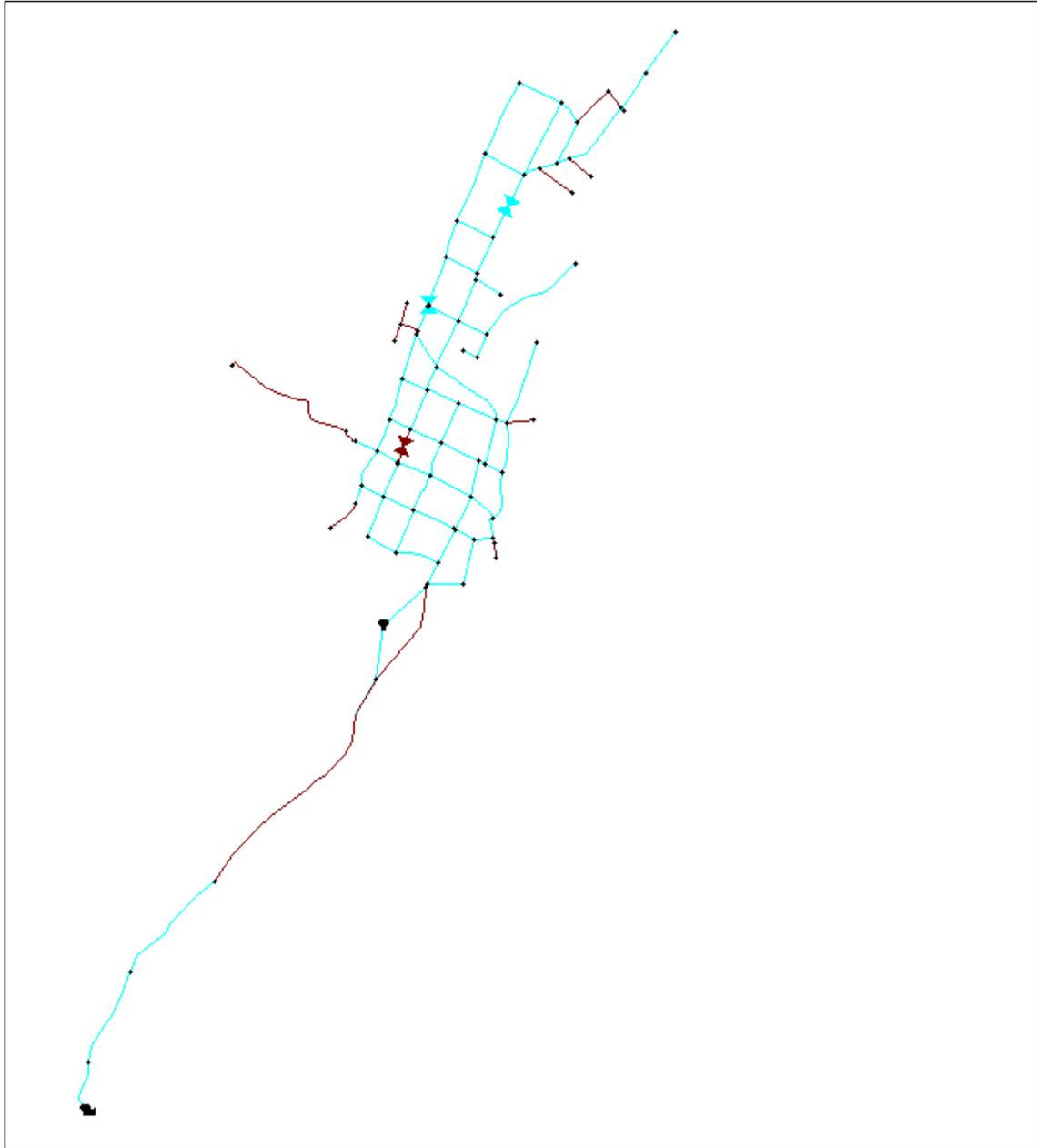


Fuente: Autor

Realizados estos cambios, es necesario actualizar algunos tramos en longitud de 1.350 m que no cumplen con los requerimientos mínimos de diámetro solicitados por el RAS, por lo que es necesario cambiarlos a 2".

La figura 4, nos muestra en color rojo las líneas que deben ser restituidas para ajustar el sistema a los requerimientos de diámetros mínimos exigidos por el RAS.

Figura 4. Líneas con diámetros menores a 2"



Fuente: Autor

1.3.2. Programa de inversión para la reposición de redes

La reposición de redes se hará en un término menor a cinco años, para lo cual se propone el siguiente programa.

Tabla 15. Programa de inversión para reposición de redes

Actividad	Inversión Inmediata	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cambio de tubería de 2" a 3" (166 m)	100%				
Cambio de tubería de 2" a 4" (40 M)	100%				
Reposición de tubería de 2" 1350 m		25%	25%	25%	25%

Fuente: Autor

1.3.3. Diseños de obras requeridas.

Para la reposición de redes no se requieren obras adicionales que ameriten algún diseño especializado, Se deberá únicamente tener en cuenta para su ubicación el plano de optimización de redes, las especificaciones técnicas de excavación, instalación de tubería y relleno.

2. PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El correcto funcionamiento de un sistema de acueducto requiere de la constante intervención humana con el fin de mantener sus parámetros dentro del óptimo requerido, logrando de esta manera satisfacer las necesidades de los usuarios en cuanto a cantidad, continuidad y calidad. Una condición importante es tener claros los procedimientos para operar el sistema, así como también las medidas que se deben tomar para el mantenimiento.

La operación consistirá en las labores frecuentes dentro del sistema destinadas a optimizar el funcionamiento hidráulico de las estructuras y elementos. Así como tener registros actualizados del funcionamiento del sistema, los cuales resultan de utilidad para tener un control de caudales, presiones, gradientes hidráulicos, niveles, calidad del agua, asentamientos, etc., parámetros con los cuales es posible establecer el momento adecuado en el cual se deban realizar reparaciones; el registro de estos parámetros también resulta de gran utilidad para calibrar modelos hidráulicos, los cuales se ajusten más a las condiciones reales y se puedan apuntar soluciones más ajustadas.

El mantenimiento consiste en las labores recurrentes dentro del sistema que tiene el objeto de reemplazar, adicionar, modificar o mejorar los elementos y estructuras del mismo. Estas labores pueden ser de tipo predictivo, preventivo y correctivo, hay que remarcar que el presente documento se centrará principalmente en el mantenimiento de tipo correctivo teniendo en cuenta el nivel de complejidad en que se clasifica el municipio.

Las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas las estructuras que forman la obra de captación no deben interferir el normal funcionamiento de ésta.

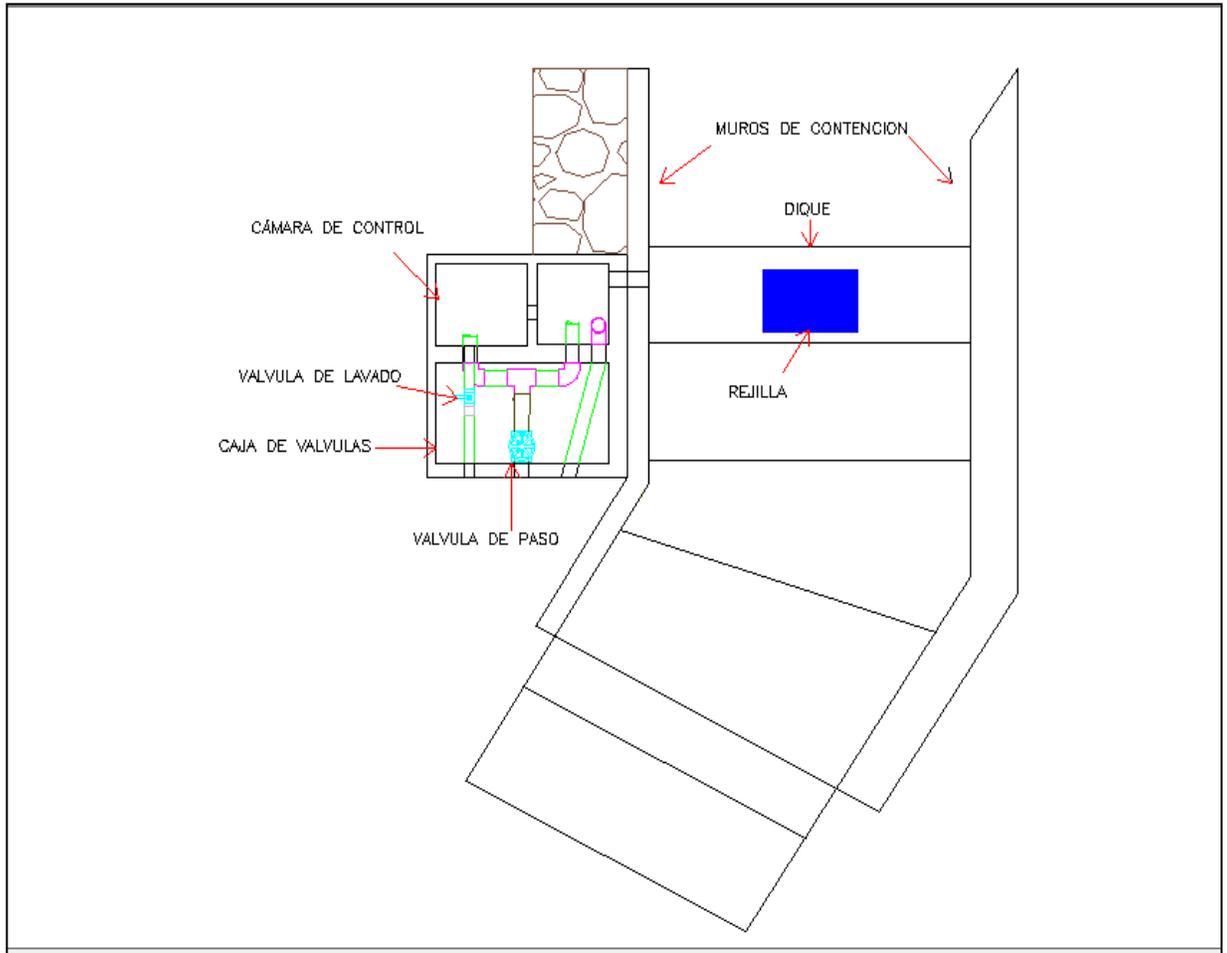
2.1. Captación

2.1.1. Operación

El funcionamiento de las dos estructuras de captación es a flujo libre.

La bocatoma 1 cuenta con una válvula de paso para la tubería de salida y un registro para el desagüe, las cuales son maniobradas únicamente en operaciones de limpieza, en operación normal se encuentra totalmente cerrada. Ver figura 5.

Figura 5. Estructura de Captación Bocatoma de fondo San Cayetano



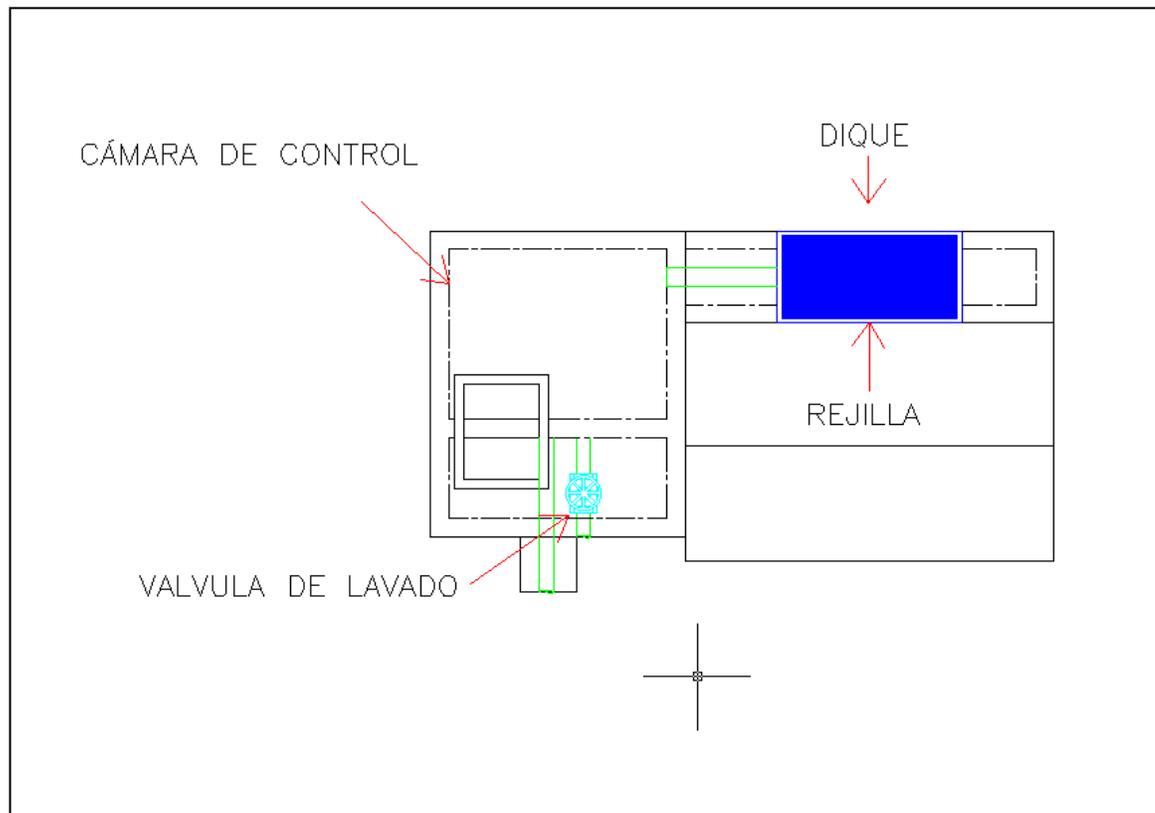
Fuente: Autor

La bocatoma 2 cuenta con una válvula de paso para el desagüe, la cual es maniobrada únicamente en operaciones de limpieza, en operación normal se encuentra totalmente cerrada. Ver figura 6.

No se cuenta con sistema de medición de caudal, se recomienda realizar mediciones de caudal con el fin de tener los registros, los cuales se pueden realizar tomando el volumen y tiempo de llenado.

Se realiza una caracterización semanal para detectar cambios o alteraciones en la calidad del agua captada con el fin de mantener las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

Figura 6. Estructura de Capitación Bocatoma de fondo La Peña



Fuente: Autor

2.1.2. Mantenimiento

Debido a las condiciones ambientales y al paso del tiempo, la estructura se deteriora por lo cual se debe garantizar su estado realizando mantenimiento continuo de acuerdo a lo especificado en la tabla 16.

En caso de presentarse una emergencia como una creciente de grandes magnitudes, sismos, terremoto, incendio, explosiones, etc., se debe verificar las condiciones de la estructuras y realizar el mantenimiento necesario, así no se cumpla con el tiempo establecido en la tabla 16. El tiempo para realizar los mantenimientos o arreglos requeridos no debe exceder las 36 horas.

Cuando el mantenimiento sea de tipo preventivo y sea necesaria la suspensión del servicio, se deberá informar a la comunidad, en un plazo no inferior a 48h, el suceso que le ocurrió al sistema y el tiempo de suspensión del servicio.

El protocolo para realizar el mantenimiento se encuentra en el numeral 3.6., de este documento.

❖ Limpieza

La limpieza consistirá en la remoción de sedimentos, sólidos flotantes, vegetación y demás elementos no considerados en el diseño que obstruyan el paso del agua o que disminuyan la capacidad hidráulica de la estructura; estos elementos deben retornar al lecho de la fuente de abastecimiento.

Tabla 16. Periodo y mantenimiento a realizar por componente de la estructura de captación.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Muros de conducción	Una vez al año	Resane en concreto y mantenimiento estructural.
Dique	Una vez al año	Resane en concreto y mantenimiento estructural.
Rejilla	Una vez al año	Pintura anticorrosiva.
Cámara de rejilla	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.
Cámara de control	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.
Válvula de paso	Presente operación deficiente	Cambio de sello, rueda de manejo y/o columna de maniobra.
	Cumplimiento de la vida útil	Reposición.
Cámara de válvula	5 años	Resane en mampostería.

Fuente: Autor

La limpieza se realizara con una frecuencia de mínimo una vez al mes, cada que se presente crecientes o se colmate la estructura, lo que suceda primero. Se realizará de la siguiente manera:

- a) Para el dique: se retira con una pala el material almacenado como piedras, arena, troncos, etc., hasta recuperar la profundidad de diseño.
- b) Para la rejilla: retirar manualmente el material retenido por ella como hojas, ramas, piedras, etc.
- c) Para la cámara de la rejilla: retira con una pala todo el material almacenado como piedras, arena, material vegetal, etc.
- d) Para la cámara de control: Para la limpieza de la cámara de control se debe abrir la válvula de desagüe, una vez evacuado el agua almacenada se conduce con la ayuda de un cepillo el material almacenado hacia las tuberías de lavado; adicionalmente, se frotran las paredes con el cepillo para retirar el posible material vegetal adherido a las paredes.

Una vez retirado todo el material, se cierra la válvula de desagüe y se continúa con la operación normal.

Cada vez que se realicen actividades de mantenimiento y limpieza se deben dejar registros donde se consigne la información como; fecha, estado en que se encontró, procedimiento de la limpieza o el mantenimiento, materiales empleados, personal requerido, tiempo de ejecución, estado final, entre otros.

2.2. Desarenador

2.2.1. Operación

El funcionamiento desarenador se debe a la fuerza de gravedad ejercida sobre las partículas; cuenta con tres válvulas de corte para controlar el ingreso del agua y el desagüe de lodos.

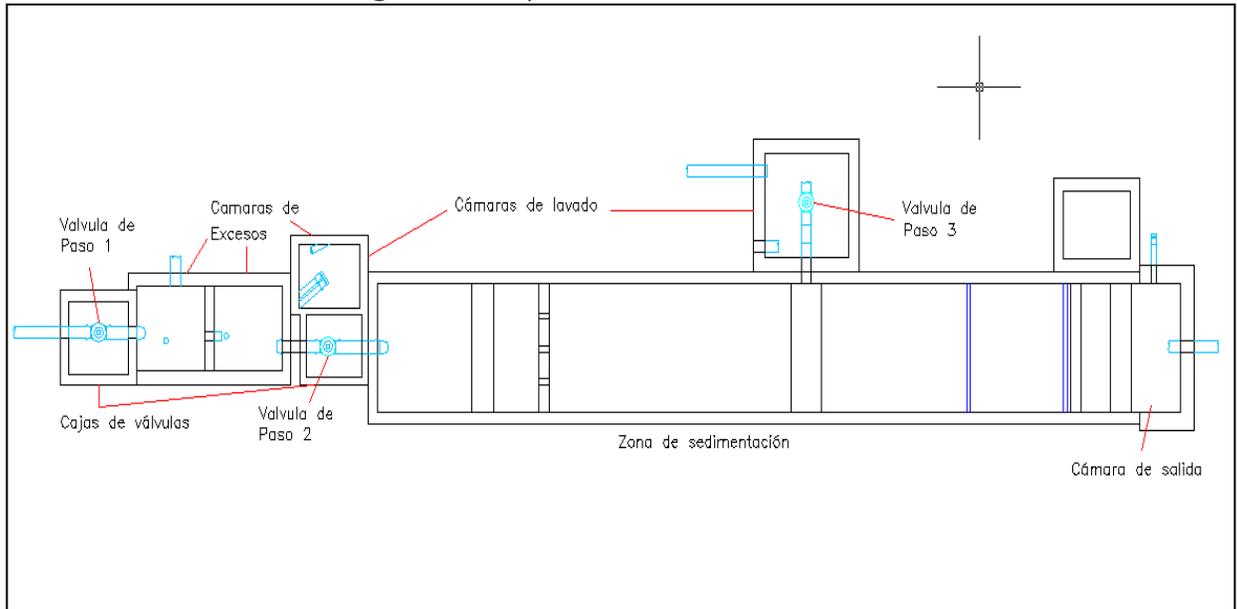
La válvula 1, regula el ingreso de agua a todo el sistema de desarenación; la válvula 2 regula el ingreso del caudal de diseño al desarenador y la válvula 3, permite la salida de lodos y el vaciado de la estructura. Estas válvulas se operan en caso de mantenimiento o limpieza. En la operación normal la válvula 1 y 2 se encuentran abiertas y la válvula 3 cerrada.

Se recomienda realizar mediciones volumétricas de caudal con el fin de tener registros históricos y analizar la eficiencia de la estructura.

En la figura 7 se muestra los componentes del desarenador.

En caso de presentarse una emergencia como inundaciones, sismos, terremoto, incendio, explosiones, etc., se debe verificar las condiciones de la estructuras y realizar el mantenimiento necesario, así no se cumpla con el tiempo establecido en la tabla 17. El tiempo para realizar los mantenimientos o arreglos requeridos no debe exceder las 36 horas.

Figura 7. Componentes del desarenador



Fuente: Autor

Tabla 17. Periodo y mantenimiento a realizar por componente del desarenador

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Cámaras de aquietamiento, de salida y lavado	Una vez al año	Resane en concreto mantenimiento estructural e impermeabilización.
Pantallas difusoras	Una vez al año	Resane en concreto mantenimiento estructural e impermeabilización.
Zona de sedimentación y tolva de lodos	Una vez al año	Resane en concreto y mantenimiento estructural e impermeabilización.
Válvulas de paso	Presente operación deficiente	Cambio de sello, rueda de manejo y/o columna de maniobra.
	Cumplimiento de la vida útil	Reposición.
Cámaras de válvula	5 años	Resane en mampostería

Fuente: Autor

Cuando el mantenimiento sea de tipo preventivo y sea necesaria la suspensión del servicio, se deberá informar a la comunidad, en un plazo no inferior a 48h, el suceso que le ocurrió al sistema y el tiempo de suspensión del servicio.

El protocolo para realizar el mantenimiento se encuentra en el numeral 8.3.6., de este documento.

❖ Limpieza

La limpieza consistirá en la remoción de material sedimentable o flotante, que obstruyan el paso del agua o que disminuyan la capacidad hidráulica de la

estructura; estos elementos deben retornar al lecho de la fuente de abastecimiento.

La limpieza se realizará con una frecuencia de mínimo una vez al mes, cada que se presente crecientes o se colmate la estructura, lo que suceda primero. Se realizará de la siguiente manera:

- a) Caja de válvulas: Se retira manualmente y con ayuda de una pala todo el material extraño que se encuentre en ella como: material vegetal, animales, tierra, etc.
- b) Cámara de excesos: se cierra la válvula 1 y 2, se retiran los tapones en la cámara de lavado y con un cepillo se frota las paredes y el fondo para eliminar material extraño y se conducen hacia los sifones.
- c) Para la cámara de quietamiento: se abre la válvula 3 de desagüe de la tolva de lodos, se frota las paredes y el fondo de la cámara con un cepillo para eliminar material adherido.
- d) Para la zona de sedimentación, la tolva de lodos y cámara de salida: se mantiene abierta la válvula 3, se deja que se desocupe el sedimentador y con la ayuda del cepillo se frota las paredes y el fondo hasta retirar totalmente el lodo y los elementos extraños, se abre un poco la válvula 2 para que con el agua que ingresa se juague la estructura.

Al finalizar la limpieza se cierra la válvula 3, se abren las válvulas 1 y 2, y se continúa con la operación normal.

Cada vez que se realicen actividades de mantenimiento y limpieza se deben dejar registros donde se consigne la información como; fecha, estado en que se encontró, procedimiento de la limpieza o el mantenimiento, materiales empleados, personal requerido, tiempo de ejecución, estado final, entre otros.

2.3. Aducción y conducción

2.3.1. Operación

Su funcionamiento es por gravedad a tubo lleno, cuenta con cámaras de quiebre para reducir presiones en la red, válvulas ventosas para evacuar el aire en la tubería y válvulas de purga para desaguar la tubería en caso de colmatación, arreglos o reposiciones.

En las líneas de conducción se encuentran varios elementos como:

- a) Cámaras de quiebre: son controles de para disminuir la presión en las líneas de conducción.
- b) Válvulas de purga: son válvulas instaladas en los puntos bajos donde se puede presentar acumulación de sedimentos, con el fin de evacuarlos llegado el caso y para facilitar labores de limpieza de la tubería. Estas válvulas se operan regularmente al menos una vez cada tres meses, para verificar su funcionamiento o en caso de observar una obstrucción o disminución del caudal y se operan manualmente. En operación normal deben permanecer cerradas.
- c) Válvulas ventosas: son las encargadas de la expulsión no admisión de aire, su funcionamiento es automático. Se debe verificar su funcionamiento al menos una vez cada tres meses.

2.3.2. Mantenimiento

Las tuberías de acuerdo a su material y uso tienen una vida útil y un grado de resistencia a factores ambientales, por lo que se deben reponer con cierta periodicidad.

En el caso del Municipio de Guayatá aproximadamente 86 ml de tubería de conducción se encuentra elevada y expuesta a la acción los rayos solares por lo que se reduce su vida útil; estas tuberías deben ser reemplazadas y recubiertas para su protección.

Debido a que no se cuenta con datos históricos que permita conocer la antigüedad de los tramos del sistema de acueducto del municipio, se debe iniciar la reposición de redes de acuerdo a lo recomendado en el Programa de Renovación y Rehabilitación de redes y en los diseños del Plan Maestro de Acueducto.

Los elementos de en las líneas de aducción - conducción se les debe hacer un mantenimiento de acuerdo a las especificaciones contenidas en la tabla 18.

Al hacer reposición de tuberías se debe crear una base de datos donde se encuentre actualizada mes a mes la información de los mantenimientos, arreglos y remplazo de tubería en la aducción y en la conducción, con el fin de ajustar los programas de optimización del sistema y conocer el comportamiento de este.

En caso de presentarse una emergencia como inundaciones, sismos, terremoto, incendio, explosiones, etc., se debe verificar las condiciones y el funcionamiento de las redes y realizar el mantenimiento necesario. El tiempo para realizar los mantenimientos o arreglos requeridos no debe exceder las 36 horas.

Tabla 18. Periodo y mantenimiento a realizar por componente de las líneas de aducción y conducción.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO
Tramos de tubería	Al cumplir su vida útil o al presentar constantemente roturas.	Reemplazo
Accesorios	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo
Cámaras de quiebre	Una vez al año	Resane en concreto, mantenimiento estructural e impermeabilización.
Válvulas ventosas	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo o arreglo
Válvulas de purga	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo o arreglo
Cajas de válvulas	5 años	Resane en mampostería
Anclajes	Una vez al año, si hay problemas geotécnicos cada seis meses.	Verificación de asentamiento

Fuente: Autor

Es importante tener en cuenta que los accesorios, tuberías y demás materiales a utilizar en los mantenimientos y arreglos no deben exceder los más de tres días, por lo cual se recomienda tener en bodega un stock de materiales.

Cuando el mantenimiento sea de tipo preventivo y sea necesaria la suspensión del servicio, se deberá informar a la comunidad, en un plazo no inferior a 48h, el suceso que le ocurrió al sistema y el tiempo de suspensión del servicio.

El protocolo para realizar el mantenimiento se encuentra en el numeral 8.3.6., de este documento.

❖ Limpieza

La limpieza consistirá en la remoción de material sedimentable o acumulado en la tubería, que disminuyan la capacidad hidráulica.

La limpieza se realizará con una frecuencia de dos veces al año o cuando se perciba una disminución del caudal transportado normalmente. Para lo cual se

abren las válvulas de purga para que salga el agua con material depositado en las tuberías y se cierra lentamente para evitar el golpe de ariete una vez se observe que el agua sale limpia y se continua con la operación normal.

Las tuberías de aducción y conducción deben ser desinfectadas siguiendo los procedimientos indicados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4246, después de cada proceso de reparación.

Ante de limpiar, hacer la limpieza de las tuberías se debe garantizar la menor alteración posible al suministro de agua a la población, por lo cual se recomienda realizar esta actividad cuando los tanques de almacenamiento estén a su capacidad máxima e informar a la comunidad con anterioridad los posibles cortes que se pueden presentar en el servicio.

Cada vez que se realicen actividades de mantenimiento y limpieza se deben dejar registros donde se consigne la información como; fecha, estado en que se encontró, procedimiento de la limpieza o el mantenimientos, materiales empleados, personal requerido, tiempo de ejecución, estado final, entre otros.

2.4. Tanques de almacenamiento

2.4.1. Operación

El municipio de Guayata cuenta con tres tanques de almacenamiento para garantizar el suministro agua al casco urbano. Dos de los tanques ubicados en la PTAP, funcionan en serie y el tercero ubicado en el casco urbano es alimentado por los dos anteriores.

- a) Válvulas de paso: que controlan el paso del agua a la entrada y a la salida; dichas válvulas en operación normal permanecen abiertas, solo se cierran en operaciones de limpieza y mantenimiento.
- b) Válvulas de lavado: Permite el desagüe del tanque, esta debe permanecer cerrada mientras no se realicen las labores de mantenimiento y lavado.
- c) Macromedidores: para conocer el caudal que entra y sale. Su funcionamiento es mecánico.

Desde la puesta en marcha y durante toda su vida útil en el tanque se deben medir las presiones a la entrada y a la salida en horas de máximo consumo, una vez por semana; y hacerse una medición horaria de caudal durante 24 horas a la entrada y salida, al menos una vez cada dos meses.

2.4.2. Mantenimiento

Cuando se detecten filtraciones mayores que las mínimas permisibles, debe hacerse una impermeabilización de todo el tanque con productos autorizados por el Ministerio de Salud y que no afecten la salud pública ni la calidad del agua suministrada. Queda prohibido el uso de cualquier sustancia que contenga plomo para las labores de impermeabilización.

❖ Limpieza

Las labores de limpieza no deben afectar las presiones ni el caudal entregado en la red de distribución, ni influir en el servicio. Deben desinfectarse las paredes y el piso de acuerdo a los procedimientos indicados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4576. Estas actividades deben realizarse por lo menos una vez al año.

Cada vez que se realicen actividades de mantenimiento y limpieza se deben dejar registros donde se consigne la información como; fecha, estado en que se encontró, procedimiento de la limpieza o el mantenimientos, materiales empleados, personal requerido, tiempo de ejecución, estado final, entre otros.

2.5. Red de distribución

2.5.1. Operación

La red de distribución del Municipio de Guayatá opera por gravedad a tubo lleno y está compuesta por tubería en Hierro Galvanizado y PVC, accesorios en PVC, hidrantes y válvulas de sectorización y de purga.

Una vez que la red de distribución se encuentre en operación y durante todo el período de vida útil del proyecto, debe hacerse una inspección preventiva de:

- a) Las válvulas, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:
 - Cuando la función de la válvula sea el seccionamiento o el aislamiento de parte de la red, la válvula debe operarse con una frecuencia mínima de seis (6) meses.
 - Cuando la función de la válvula sea la de servir de tubería de paso directo (by-pass) la frecuencia mínima de operación debe ser una vez cada tres (3) meses.

- Cuando la función de la válvula sea la de purga o drenaje de la red de distribución, la frecuencia de operación mínima debe ser de una vez (1) al año.

Las válvulas de sectorización deben ser accionadas cuando se vayan a realizar mantenimiento, reparaciones o limpieza en la red; la abertura y cierre de las válvulas debe hacerse lentamente con el fin de evitar el golpe de ariete.

- b) Los hidrantes, una vez cada seis (6) meses para verificar su estado y operación.
- c) Los micromedidores; cada año se realizarán muestreos representativos para garantizar el adecuado funcionamiento.

Durante la operación y durante todo el período de vida útil del proyecto, debe hacerse mediciones de:

- a) Presión, al menos una vez al mes en las horas de máximos y mínimos consumos.
- b) Muestreo de la calidad del agua en puntos preestablecidos. La empresa prestadora del servicio debe contar con el apoyo de un laboratorio de calidad de agua, debidamente acreditado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) y por el Ministerio de Salud Pública.

2.5.2. Mantenimiento

Las tuberías de acuerdo a su material y uso tienen una vida útil y un grado de resistencia a factores ambientales, por lo que se deben reponer con cierta periodicidad.

Tabla 19. Periodo y mantenimiento a realizar por componente de la red de distribución.

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO	TIEMPO
Tuberías y accesorios	Al cumplir su vida útil o al presentar constantemente daños.	Reemplazo.	Los trabajos se deben realizar en menos de 36 horas
macromedidores	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo, calibración o arreglo.	Los trabajos se deben realizar en menos de 15 días
Micromedidores	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo, calibración o arreglo.	Los trabajos se deben realizar en

COMPONENTE	PERIODO	MANTENIMIENTO	TIEMPO
			menos de dos semanas
Válvulas	Al cumplir su vida útil o al presentar daño.	Reemplazo o arreglo	Los trabajos se deben realizar en menos de 36 horas

Fuente: Autor

Debido a que no se cuenta con datos históricos que permita conocer la antigüedad de los tramos del sistema de acueducto del municipio, se debe iniciar la reposición de redes de acuerdo a lo recomendado en el Programa de Renovación y Rehabilitación de redes y en los diseños del Plan Maestro de Acueducto.

Los elementos de la red de distribución se les deben hacer un mantenimiento de acuerdo a las especificaciones contenidas en la tabla 19.

Al hacer reposición de tuberías se debe crear una base de datos donde se encuentre actualizada mes a mes la información de los mantenimientos, arreglos y reemplazo de tubería en la aducción y en la conducción, con el fin de ajustar los programas de optimización del sistema y conocer el comportamiento de este.

En caso de presentarse una emergencia como inundaciones, sismos, terremoto, incendio, explosiones, etc., se debe verificar las condiciones y el funcionamiento de las redes y realizar el mantenimiento necesario. El tiempo para realizar los mantenimientos o arreglos requeridos no debe exceder las 36 horas.

El protocolo para realizar el mantenimiento se encuentra en el numeral 8.3.6., de este documento.

Es importante tener en cuenta que los accesorios, tuberías y demás materiales a utilizar en los mantenimientos y arreglos no deben exceder los más de tres (3) días, por lo cual se recomienda tener en bodega un stock de materiales.

Cuando el mantenimiento sea de tipo preventivo y sea necesaria la suspensión del servicio, se deberá informar a la comunidad, en un plazo no inferior a 48h, el suceso que le ocurrió al sistema y el tiempo de suspensión del servicio.

❖ Limpieza

La limpieza consistirá en la remoción de material sedimentable o acumulado en la tubería, que disminuyan la capacidad hidráulica.

La limpieza se realizará con una frecuencia de dos (2) veces al año o cuando se perciba una disminución del caudal transportado normalmente. Para lo cual se abren las válvulas de purga para que salga el agua con material depositado en las tuberías y se cierra lentamente para evitar el golpe de ariete una vez se observe que el agua sale limpia y se continúa con la operación normal.

Las tuberías de la red de distribución deben ser desinfectadas siguiendo los procedimientos indicados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4246, después de cada proceso de reparación.

Antes de hacer la limpieza de las tuberías se debe garantizar la menor alteración posible al suministro de agua a la población, por lo cual se recomienda al momento de realizar dicha labor se le informe a la comunidad con anterioridad de los posibles cortes que se pueden presentar en el servicio, y para tengan en operación sus tanques de almacenamiento domiciliar.

Cada vez que se realicen actividades de mantenimiento y limpieza se deben dejar registros.

2.6. Protocolo de Mantenimiento

A continuación se presenta una guía para la realización de las labores de mantenimiento, arreglos o atención de emergencias en el sistema de acueducto del municipio.

El encargado de la oficina de servicios públicos establecerá los trabajos a realizar de acuerdo a la urgencia, tiempo de reporte, disponibilidad de personal de materiales y a la inspección ocular; se plantea un cronograma para establecer los trabajos a ejecutar diariamente.

Seguidamente se realizarán los trabajos encomendados teniendo en cuenta las disposiciones descritas a continuación:

1. Comunicación a los usuarios en caso de presentarse alteraciones en el servicio:
Con los datos obtenidos, se redacta un volante informando a los usuarios afectados, de las molestias temporales que se generarán con la ejecución de las obras. Esta carta es entregada por parte de la persona encargada de reposiciones durante la visita que se practica a la comunidad afectada.

2. Selección de personal, herramientas y materiales: la(s) cuadrilla(s) encargada selecciona y prepara las de herramientas, los equipos y los materiales necesarios para realizar las reparaciones o correcciones.
3. Traslado: Una vez definido los trabajos a realizar, se trasladará la(s) cuadrilla(s) a la(s) direcciones o a cada uno de los sitios donde se presenten los daños o mantenimientos a realizar.
4. Delimitación del área: se determinará la franja superficial donde se llevará a cabo los trabajos; procedimiento que se hace con el apoyo de algunos planos de catastro de redes, el alineamiento de algunos elementos como válvulas, hidrantes, ventosas o esquemas de reparaciones anteriores. Esto con el fin de delimitar el área para iniciar las excavaciones y localización de la tubería o el elemento averiado.
5. Señalización del área de trabajo: para esto se implementarán conceptos de seguridad industrial. La señalización del sitio de trabajo es indispensable no solo para proteger a los trabajadores al momento de desarrollar sus labores, también evita poner en riesgo a las personas que transiten cerca de la zona de trabajo y de aviso a los conductores de vehículos y automotores para que conduzcan con precaución y así evitar accidentes que pongan en riesgo la vida de los trabajadores, la de los transeúntes y la del mismo conductor. Para la señalización de los sitios de trabajo se usarán elementos como vallas, conos, cinta de señalización y seguridad, entre otros. Además, se recomendará diariamente al personal sobre el uso de los elementos de protección personal (guantes, casco, gafas, botas, chaleco reflectivo, etc.) y además, mantener limpia el área de trabajo, con el fin de evitar accidentes laborales.
6. Excavaciones: las excavaciones se realiza para los mantenimientos y reparaciones en las estructuras o redes enteradas; se desarrollarán en terreno natural, andenes o vías pavimentadas, en esta última se realizarán cortes de pavimento con la cortadora para concreto; seguidamente se demolerá el pavimento dentro del área de corte y posteriormente se iniciará la excavación manual o mecánica de acuerdo a la disponibilidad de las herramientas y equipos. Se debe tener en cuenta que posiblemente sea necesario drenar la excavación si hay fuga o excedencia de agua.
7. Mantenimiento o reparación del daño: terminada la excavación y localizado el problema, se retirarán y revisarán todos los elementos aledaños (uniones, tees, codos, crucetas, tubería, válvulas, etc.), con el fin de detectar su estado y funcionamiento. La reparación finalizará con el reemplazo de los elementos

averiado por uno nuevo de las mismas características o no ser que de acuerdo al concepto hidráulico se deba modificar.

8. Relleno de excavaciones: cuando el material de base no presentara características adecuadas para la protección de los accesorios, este se reemplazará por material de relleno (arena, recebo o balasto); se compactará con un apisonador o compactador tipo canguro hasta la cota rasante. Posteriormente se retirará el escombro y se deja la zona limpia y transitable. Los arreglos o mantenimientos realizados deben ser monitoreados por al menos una semana con el fin de garantizar el optimo funcionamiento.
9. Reposición de pavimento: en los sitios donde se hará demolición de pavimento, se repondrá el área afectada con concreto de proporción 1:2:3, utilizando acelerante y con espesores de 15, 20 o 25 cm de acuerdo con la importancia de la vía, la zona se dejará señalizada mínimo ocho días para garantizar que el concreto alcance la resistencia adecuada.
10. Informe final: Una vez ejecutadas dichas actividades se elaborará y presentará el respectivo informe de fugas o daños corregidas al director de operaciones técnicas, en donde se deberá diligenciar la ficha de trabajo fecha de ejecución de los trabajos, el número de orden de trabajo, la dirección, el diámetro y elemento reparado, el tiempo que duró la reparación, el personal y equipo utilizado.
11. Acta de cierre: El funcionario encargado verificará el desarrollo de la obra y lo consignado en el informe dando su visto bueno y diligenciando la correspondiente acta de cierre.

3. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA

Hoy en día el potencial hídrico de nuestras regiones se está viendo aminorado, se ven cambios en el clima y en el suelo, inundaciones, sequías y desertización; y todo esto gracias a la acción humana que ejerce una deforestación delirante, contamina los recursos naturales y los sobre explota, retira el agua de los ríos sin control alguno.

Sin embargo, el hombre poco a poco se ha dado cuenta del mal que ha hecho al medio ambiente y así mismo y ha propiciado alternativas para el manejo de dichos recursos; es por esto que, la gestión del recurso deberá tender a evitar situaciones conflictivas debidas a escasez, sobreexplotación y contaminación, mediante medidas preventivas que procuren un uso racional y de conservación.

La conceptualización de la conservación del recurso agua debe entenderse como un proceso que cruza a varios sectores, por lo que la estrategia debe considerar todo: lo económico, lo biológico, lo político y lo social. La notoria carencia de la conservación del recurso hídrico hace que las instituciones de la región se preocupen por el mantenimiento y el no abuso de este recurso, teniendo en cuenta un desarrollo sostenible para la gracia no tanto del municipio sino de la región que por este estudio se verá beneficiada.

Al hacer un uso eficiente de agua no solo implica el recurso sino el uso de tecnologías y prácticas mejoradas que proporcionan igual o mejor servicio con menos agua. Por otro lado, la conservación de agua ha sido asociada con la limitación del uso del agua y hacer menos con menos agua generalmente durante un periodo de escasez de agua.

El PUEAA describe los elementos conceptuales, situación actual de la empresa de servicios, número total de usuarios, cuantificación de la oferta y demanda, así como el uso actual del recurso hídrico en la región, en cuantificaciones basadas en el balance hídrico de la cuenca además de sus unidades hidrográficas que hacen malla en el área municipal y en su zona rural.

3.1. Marco Normativo

❖ Ley 373 de 1997

Uso Eficiente y Ahorro del agua. Contribuye a la disminución de aguas residuales y fomenta el desarrollo del reuso de las aguas residuales como una alternativa de bajo costo que debe ser valorada.

❖ Ley 99 de 1993

Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Otorga a las autoridades ambientales Regionales, en su calidad de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, la facultad de ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, las cuales comprenderán el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, en cualquiera de sus formas, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos.

Conocida como "Código Sanitario Nacional". Establece los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.

❖ Decreto – ley 2811 de 1974

Denominado "Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente". Contempla la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano, para garantizar la calidad de vida.

❖ Decreto 1594 de 1984

Norma reglamentaria del Código Nacional de los Recursos Naturales y de la ley 9ª de 1979, desarrolla los aspectos relacionados con el uso del agua y los residuos líquidos.

❖ Ley 142 de 1994

Ley de Servicios Públicos Domiciliarios – LSPD, régimen de los servicios públicos domiciliarios. Establece la competencia de los municipios para asegurar la prestación eficiente del servicio domiciliario de acueducto, que incluye la conducción, tratamiento y distribución del agua potable.

❖ Decreto 1600 de 1994

Reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental – SINA, en cuanto a los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental. Define en el IDEAM el manejo de la información ambiental nacional, y la normalización de los procedimientos relacionados con la información ambiental.

❖ Resolución 1096 de 2000

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico "RAS". El RAS es el documento técnico que fija los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico. En el caso de sistemas de Acueducto, el RAS título B, Sistemas de Acueducto, tiene en cuenta los procesos involucrados en la conceptualización, diseño, construcción, supervisión técnica, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

❖ Ley 715 de 2001

Establece el Sistema General de Participaciones constituido por los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales. En el rubro Participación de propósito general se destinan recursos para agua potable y saneamiento básico, con los cuales al municipio le corresponde promover, financiar o cofinanciar proyectos de agua potable, así como programas de uso eficiente del agua, entre otros programas.

❖ Decreto 1729 de 2002

Por el cual se reglamenta la ordenación de las cuencas hidrográficas bajo liderazgo de la Autoridad Ambiental competente, como un instrumento de planeación del uso y manejo sostenible de los recursos naturales, buscando un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico y social de los recursos naturales renovables y la conservación de la estructura físico - biótica de las cuencas hidrográficas, particularmente del recurso hídrico.

❖ Ley 812 de 2003

Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2002 –2006 Hacia un Estado Comunitario: Establece en el objetivo de impulsar el crecimiento económico sostenible, estrategia de sostenibilidad ambiental, y como acción prioritaria del programa Manejo Integral del Agua, la prevención y control de la contaminación a través de

la formulación e implementación del Plan de Manejo de Aguas Residuales, según los lineamientos del CONPES 3177.

❖ Decreto 1200 de 2004

Determina los instrumentos de planificación ambiental que deberán implementar las Autoridades Ambientales Regionales en el largo, mediano y corto plazo: Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Plan de Acción Trienal (PAT), y Presupuesto anual de rentas y gastos. Establece la necesidad de realizar un Diagnóstico Ambiental que corresponde al análisis integral de los componentes sociales, económicos, culturales y biofísicos que determinan el estado de los recursos naturales renovables y del ambiente, como punto de partida del PGAR. Así mismo, la articulación del PAT con las Políticas Nacionales, el Plan de Gestión Ambiental Regional, el Plan de Desarrollo Departamental, los Planes de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo municipales, los Planes de Ordenamiento y Manejo de Territorios Étnicos y/o de cuencas hidrográficas, los Planes de uso eficiente y ahorro del agua, los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos y de Desarrollo Forestal.

- ❖ Resolución CRA 440 de junio 03 de 2008.
- ❖ Decreto 3102 de 1997. Instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
- ❖ Resolución 301 de 2004. CRA. Rango de consumo básico.
- ❖ Decreto 1449 del 27 de junio de 1977. Conservación y Protección Ambiental.
- ❖ Decreto 155 de 2004. Tasas por utilización de agua.
- ❖ Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- ❖ Resolución No. 865 del 22 de julio de 2004 mediante la cual el MAVDT adopta la Metodología del Índice de Escasez desarrollada por el IDEAM.

3.1.1. Metodología

La elaboración y ejecución del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el Municipio fue la siguiente:

3.1.1.1. Fase de Diagnostico

Para la realización del diagnóstico se realizaron las siguientes actividades:

- Se recopiló la información existente al respecto en el municipio y la Corporación Autónoma.
- Se verificó en campo el funcionamiento del sistema de acueducto del municipio y se identificó los problemas que este presenta.
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual del sistema el cual se presentó en el producto 1 de la presente consultoría.

3.1.1.2. Fase de formulación del plan

La formulación del PUEAA, corresponde a la etapa en la cual los proyectos se presentan en la ficha de planificación que incluye objetivos, metas, indicadores, actividades a ejecutar para alcanzar el objetivo propuesto. Lugar de aplicación, responsable, apoyo, seguimiento, costo de la inversión y cronograma de ejecución.

Según los escenarios planteados diseñar proyectos, programas y acciones viables con su respectivo análisis financiero viable, metas y cronograma proyectado a cinco (5) años para entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Los programas mínimos a tener en cuenta son:

- Reducción de pérdidas. Optimización de redes, sistemas de Macro y Micromedición.
- Reuso obligatorio del agua (superficial, subterráneo o lluvias) cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio económico y las normas de calidad ambiental.
- Instalación o construcción, según sea el caso de los correspondientes medidores. Indicando forma de financiamiento.
- Desincentivar los consumos máximos de cada usuario y establecer los procedimientos, las tarifas y las medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado.

- Campañas educativas a los usuarios.
- Tecnología de bajo consumo de agua. Descripción y forma de financiamiento de los equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua para ser utilizados por los usuarios del recurso y para el reemplazo gradual de equipos e implementos de alto consumo.
- Protección de zonas de manejo especial para iniciar procesos de recuperación, protección y conservación.
- Fortalecimiento institucional.

❖ Indicadores

Los indicadores propuestos serán la unidad de medida que permita identificar los avances en la implementación del plan y del cumplimiento de los objetivos y metas claras propuestas.

Se definirán indicadores para el porcentaje de ejecución de obras y el avance de inversión físico de las actividades e inversiones económicas programadas.

Se tendrá en cuenta que para establecer los avances reales en los diferentes escenarios, se deben involucrar indicadores de: estado, gestión, presión y respuesta.

3.1.2. Estructuración del programa de uso eficiente y ahorro del agua

De acuerdo con lo determinado en el diagnóstico ambiental, operativo y administrativo del sistema actual de acueducto y con las necesidades del municipio se formularon los programas, proyectos y actividades, a implementar en un horizonte proyectado de 5 años; al igual que el cronograma y el plan de inversiones para cada uno de ellos.

Los programas y proyectos propuestos son:

1. Manejo Ambiental de Fuentes de Abastecimiento
 - 1.1. Compra, delimitación, protección y reforestación de predios en el nacimiento y cauce de la fuente superficial de abastecimiento.
2. Reducción de Perdidas
 - 2.1. Optimización Operativa del Sistema de Acueducto.
 - 2.1.1. Mantenimiento y Cerramiento de la Estructuras.
 - 2.1.2. Mantenimiento y/o Reemplazo de Líneas de Aducción y conducción.
 - 2.1.3. Mantenimiento de válvulas (purga, ventosas, by pass).
 - 2.1.4. Renovación y/o mantenimiento de la red de distribución.
 - 2.2. Mejoramiento Institucional.

- 2.2.1. Capacitación a los Funcionarios del Prestador del Servicio de Acueducto.
 - 2.2.2. Adquisición, Instalación y Puesta en Marcha de Macromedidores y Micromedidores.
 - 2.2.3. Mantenimiento y/o Reposición de Macromedidores y Micromedidores.
 - 2.2.4. Actualización Permanente de la Base de datos de los Usuarios.
 - 2.2.5. Eliminación de conexiones Ilegales.
 - 2.2.6. Atención a Reportes de Daños y/o Fugas del Sistema.
3. Ahorro del Agua
 - 3.1. Campañas Educativas y de Sensibilización.
 - 3.2. Incentivar la Implementación de Sistemas de Bajo Consumo en los Usuarios.
 - 3.3. Incentivar el bajo consumo.
 4. Reuso del Agua
 - 4.1. Campañas Educativas y de Sensibilización.
 - 4.2. Implementación de Alternativas de Uso del Agua de Vaciado y Lavado de las Estructuras Hidráulicas.
 5. Uso del Agua Lluvia
 - 5.1. Campañas Educativas y de Sensibilización.
 - 5.2. Análisis Costo – Beneficio de Alternativas para el Aprovechamiento del Agua Lluvia.

Cada programa se elaboró en forma de ficha técnica con la información necesaria para su correspondiente implementación y seguimiento; las cuales se presentan a continuación.

PROGRAMA 1	MANEJO AMBIENTAL DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO	
PROYECTO 1.1.	Compra, Delimitación, Protección y Reforestación de predios en el nacimiento y cauce de la fuente superficial de abastecimiento	
OBJETIVO GENERAL		
Definir límites de protección de la fuente hídrica (quebrada San Cayetano y La Peña) para la conservación de su nacimiento y sus rondas con el fin de mantener la cantidad y la calidad del agua por ser esta la fuente de suministro para el acueducto urbano del municipio.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer las áreas de protección ambiental de la microcuenca de la fuente hídrica de abastecimiento del acueducto urbano del municipio. ▪ Adquirir los predios catalogados como zona de protección ambiental de la fuente hídrica de abastecimiento del acueducto urbano del municipio. ▪ Garantizar la recuperación y protección de la microcuenca. ▪ Aislar los predios adquiridos con el fin de evitar el ingreso de personas y animales que puedan alterar la cantidad y la calidad del recurso. ▪ Definir cuáles son los usuarios que cuentan con concesión de aguas de la fuente protegida, verificar la adecuada captación. ▪ Controlar la invasión de dichos predios. ▪ Reducir las tomas ilegales. ▪ Garantizar la recuperación y protección de dichas áreas. ▪ Sensibilizar a las comunidades sobre la importancia que tienen los cuerpos de agua mediante la implementación de acciones de conservación y protección de este recurso. ▪ Eliminar cultivos y zonas de pastoreo presentes en el área. ▪ Implementar un programa de reforestación y conservación con especies nativas con el fin de minimizar el impacto ambiental ocasionado por la comunidad. ▪ Garantizar la recuperación y protección de los nacimientos y zonas de ronda. 		
META	INDICADORES	
Adquirir el 100% de las áreas catalogadas como protección de la fuente de abastecimiento del acueducto urbano del municipio y a su vez cercarlas, con el fin de concientizar a la comunidad vecina de la fuente sobre la protección. Reforestar el 100% de los predios adquiridos para la protección de la fuente de abastecimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de áreas a proteger. • No de predios adquiridos en el año/ No de predios previstos comprar. • ml de cerca instalada/ml de cerca requerida. • Hectáreas reforestada/hectáreas a reforestar. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar un informe que determine las áreas de protección de la fuente de abastecimiento. ▪ Elaborar la metodología, cronograma y plan de inversión para la compra de los predios que hacen parte de las áreas de protección ambiental de acuerdo con el número de hectáreas sugeridas para la protección ▪ Adquisición de predios para protección. ▪ Cercar los predios adquiridos. ▪ Hacer un inventario de los captadores de agua de la fuente y verificar su legalidad y eficiencia en la captación y conducción para evitar que se registren pérdidas de caudal. ▪ Informar a la autoridad Ambiental las tomas ilegales y las captaciones inadecuadas, con el fin de que se tomen medidas correctivas. ▪ Realizar visitas continuas a los predios o designar un vecino para realizar vigilancia, control y estado de los predios y sus cerramientos. ▪ Planificación y manejo entre usuarios del recurso hídrico y las comunidades asentadas 		

	<p>alrededor de las microcuencas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar las especies nativas apropiadas para la siembra. ▪ Identificar los espacios a revegetalizar y reforestar. ▪ Establecer un cronograma de siembra y mantenimiento multianual. ▪ Aprovechar la infraestructura existente en el municipio para la producción del material vegetal. ▪ Agrupar a la comunidad, para que de manera voluntaria y directa, se involucre con el proyecto y sean ellos quienes lo realicen, con el fin de generar sentido de pertenencia. ▪ Hacer seguimiento y mantenimiento a las plántulas.
LUGAR DE APLICACIÓN	Nacimiento y rondas de las fuentes superficiales San Cayetano y La Peña.
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá, Empoguyatá ESP y Corpochivor.
APOYO EN LA GESTION	Plan Departamental de Aguas y Corpochivor.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Anual
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Informe de áreas a proteger, Informe de metodología de compra, actas de negociaciones y/o escrituras prediales, fotografías, informe anual, contrato o factura por cerramientos, cartas informativas a la Corporación y facturas de compra de material vegetal, Informe de reforestación.
COSTO DE INVERSION	Será equivalente al 1% del valor de la inversión del proyecto, de acuerdo a lo contemplado en la Ley 99 de 1993 Art. 43 y en el Decreto 1900 de 2006.
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.1.	Optimización Operativa del Sistema de Acueducto	
SUBPROYECTO 2.1.1.	Mantenimiento y Cerramiento de las Estructuras.	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en las estructuras hidráulicas del sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lograr un óptimo funcionamiento de las estructuras del sistema, como son: Captación, desarenador, cámaras de quiebre, PTAP, tanques de almacenamiento, con el fin de garantizar un suministro de agua de calidad, cantidad, cobertura y al menor costo. ▪ Evitar el acceso de personas no autorizadas y animales. ▪ Atención y reparación inmediata a las fugas identificadas. ▪ Elaborar un protocolo de aseo y limpieza para evitar el desperdicio de agua. 		
META	INDICADORES	
Reducir el 100% de las pérdidas presentada en el sistema por deterioro o daños en las estructuras.	No de actividades ejecutadas/ No de actividades propuestas.	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar aforos que permita conocer el caudal que ingresa a la estructura y el que sale; analizar los resultados y evaluar si existe o no pérdida de agua en el sistema. ▪ Resanar, reparar y/o reforzar e impermeabilizar las estructuras para cubrir las grietas y fugas de agua existentes para evitar las filtraciones de agua, dar un mejor aspecto y facilitar las actividades de aseo y limpieza. ▪ Instalar mecanismos o válvulas que controlen la entrada y/o la salida del agua y/o el paso directo que permitan las actividades de mantenimiento y limpieza. ▪ Implementar protocolo de limpieza y aseo. ▪ Implementar protocolo de mantenimiento. ▪ Construir cerramiento a las bocatomas, al desarenador y al tanque de la cabecera municipal, para evitar el acceso de personas no autorizadas y de animales. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Estructuras del sistema de acueducto.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del Plan Maestro de Acueducto.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo del Plan Maestro de Acueducto.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.1.	Optimización Operativa del Sistema de Acueducto	
SUBPROYECTO 2.1.2.	Mantenimiento y/o Reemplazo de Líneas de Aducción y Conducción.	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en la línea de aducción y conducción.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer si existen o no pérdidas de agua en las conducciones. ▪ Adquisición de herramientas para la detección de fugas. ▪ Eliminar las conexiones clandestinas. 		
META	INDICADORES	
Reducir el 100% de las pérdidas presentada en la aducción y la conducción.	No de actividades ejecutadas/ No de actividades propuestas.	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar aforos que permita conocer el caudal que sale de estructura y que llega a la siguiente; analizar los resultados y evaluar si existe o no pérdidas de agua en las conducciones. ▪ Comprar herramientas y equipos que permita la detección de fugas. ▪ Reemplazar tramos de tubería antiguos y/o deteriorados. ▪ Implementación de métodos constructivos y/o materiales de fácil instalación que garantice la hermeticidad en las líneas. ▪ Realizar capacitaciones continuas al personal encargado de la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Línea de aducción	
RESPONSABLES DE APLICACION	Empoguayatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá,	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del Plan Maestro de Acueducto.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo del Plan Maestro de Acueducto.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.1.	Optimización Operativa del Sistema de Acueducto	
SUBPROYECTO 2.1.3.	Mantenimiento de válvulas (purga y ventosas).	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en las válvulas ubicadas en la línea de aducción y en la línea de conducción.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajar las pérdidas de caudal producido por la mala ubicación de la válvula ventosa, por los orificios en la tubería o mal estado de las purgas. 		
META		INDICADORES
Reducir el 100% de las pérdidas presentada en la conducción.		No de actividades ejecutadas / No de actividades propuestas.
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ De acuerdo a los perfiles de las líneas de aducción y conducción, verificar que la ubicación de las válvulas sea la correcta. ▪ Adquirir e instar válvulas ventosas en las zonas altas de acuerdo con las curvas de nivel del terreno. ▪ Adquirir e instar válvulas de purga en los puntos bajos de acuerdo con las curvas de nivel del terreno. ▪ Reemplazar la tubería que esté perforada por tubería completamente cerrada. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Líneas de aducción y conducción.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá,	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del Plan Maestro de Acueducto.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo del Plan Maestro de Acueducto.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.1.	Optimización Operativa del Sistema de Acueducto	
SUBPROYECTO 2.1.4.	Renovación y/o Mantenimiento de la Red de Distribución.	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en la red de distribución.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquisición de herramientas para la detección de fugas. ▪ Controlar las fugas visibles y no visibles. ▪ Optimizar las tuberías del sistema de acueducto (cambio de tuberías). ▪ Detectar y controlar las conexiones fraudulentas al sistema de acueducto. 		
META	INDICADORES	
No exceder el 25% en pérdidas en la red de distribución.	No de actividades ejecutadas / No de actividades propuestas. % de pérdidas en el año / % de pérdidas en el año 2011.	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquirir herramientas o equipos para detectar fugas no visibles. ▪ Atender inmediatamente el reporte de una fuga de agua. ▪ Mantener un stock de materiales para la reparación de fugas. ▪ Capacitar al personal encargado de la operación, mantenimiento y reparación del sistema de acueducto. ▪ Realizar cortes sectorizados para los usuarios si se tienen que hacer algún tipo de arreglos o limpieza. ▪ Adquirir e instalar válvulas de sectorización. ▪ Realizar una investigación de campo donde se determine el número de conexiones domiciliarias se tienen por usuario. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Red de distribución del casco urbano.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del Plan Maestro de Acueducto y/o Programas de IANC y Renovación y Mantenimiento de redes.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo del Plan Maestro de Acueducto.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.2.	Mejoramiento Institucional	
SUBPROYECTO 2.2.1.	Capacitación a los Funcionarios del Prestador del Servicio de Acueducto	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en el sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la prestación y el servicio público de acueducto. • Aumentar el nivel de desempeño de los funcionarios. • Optimizar los Procesos. • Generar apropiación Técnica. • Evaluación continua para una mejora continua. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al 100% de los empleados en temas relacionados a sus funciones. • Generar datos estadísticos con relación al servicio y reducción de pérdidas. • Sistematizar los datos y la información registrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • No de Talleres realizados/ No de talleres programados • Manual de Funciones • Formatos de Registro adecuadamente diligenciados • Información sistematizada. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementar Procesos de Registro y Control de Operación. ▪ El operario debe conocer el funcionamiento de cada equipo dispuesto para el tratamiento de agua, manejo de equipos de laboratorio, medidas de adición de químicos. ▪ Realizar talleres a operarios sobre mantenimiento técnico, uso de insumos y normatividad. ▪ Realizar taller de gestión administrativa. ▪ Realizar evaluación de desempeño. ▪ Adopción del manual de Funciones. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Empoguatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas. Manual de funciones	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.2.	Mejoramiento Institucional	
SUBPROYECTO 2.2.2.	Adquisición, Instalación y Puesta en Marcha de Macromedidores y Micromedidores	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en el sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el sistema de medición de caudales de acuerdo a lo propuesto en el programa de IANC. • Determinar los volúmenes de agua no facturada. • Determinar las pérdidas en los sistemas de producción y distribución. • Generar datos estadísticos que permitan evaluar el programa de uso eficiente y ahorro del agua. • Instalación de micromedidores para cuantificar en forma periódica el consumo de agua de cada suscriptor con el fin de facturar los servicios domiciliarios de acueducto y alcantarillado. • Desincentivar el desperdicio del agua, racionalizando su uso. • Establecer los consumos mínimos básicos en función de su uso. • Establecer los procedimientos y las medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado según el tipo de uso. • Aplicar las tarifas correspondientes de acuerdo al consumo. • Generar información para determinar la demanda de agua de las diferentes categorías y tipos de consumidores. Esto con el fin de tomar decisiones en el planeamiento de los programas de expansión del sistema de acueducto. • Reducir costos de operación. • Medir el consumo real de los suscriptores del servicio de acueducto y evaluar su comportamiento. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de macromedición y micromedición del 100%. 	<ul style="list-style-type: none"> • No de macromedidores comprados • No de macromedidores instalados • No de macromedidores en funcionamiento/macromedidores propuestos • No de micromedidores comprados • No de micromedidores instalados • No de micromedidores en funcionamiento/micromedidores propuestos según No usuarios 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquirir, instalar y poner en marcha macromedidores para que cuantifiquen los caudales de entrada a la planta de agua cruda y los caudales de salida de agua tratada y distribuida. ▪ Valoración técnica que permita identificar el equipo más apropiado de acuerdo a los requerimientos del sistema y al lugar de su instalación. ▪ Sensibilización: La comunidad acepta y entiende la importancia de la instalación de los micromedidores. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Registros de entrada a cada usuario.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.	

APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del plan maestro de Acueducto y/o programa de Índice de Agua no Contabilizada.
TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.2.	Mejoramiento Institucional	
SUBPROYECTO 2.2.3.	Mantenimiento y/o Reposición de Macromedidores y Micromedidores.	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en el sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar el buen funcionamiento de la red de medición en el municipio. • Generar datos estadísticos confiables que permitan evaluar el programa de uso eficiente y ahorro del agua. • Desincentivar el desperdicio del agua, racionalizando su uso. • Aplicar las tarifas correspondientes de acuerdo al consumo. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Obtener un sistema confiable de macromedición y micromedición. 	<ul style="list-style-type: none"> • No de mantenimiento realizados/ mantenimientos programados • No de calibraciones realizadas/calibraciones programadas • No de macromedidores funcionando adecuadamente/No de macromedidores instalados • No de micromedidores funcionando adecuadamente/No de micromedidores instalados 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación preventiva a los micromedidores para que tengan un correcto funcionamiento y mantenimiento correctivo a los que presenten daños reparables. ▪ Seguimiento al funcionamiento de los micromedidores. meses después de ser realizada la instalación de los micromedidores se contempla su revisión para verificar el correcto funcionamiento. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Registros de entrada a cada usuario.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del Programa de Indice de agua no contabilizada	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.2.	Mejoramiento Institucional	
SUBPROYECTO 2.2.4.	Actualización Permanente de la Base de datos de los Usuarios.	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en el sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el estado de los suscriptores al sistema de acueducto. • Identificar los estados de las conexiones. • Identificar el uso de micromedidores. • Establecer realmente los diferentes tipos de usuarios. • Grado de aceptación de la prestación del servicio de acueducto. • Conocer Información general de los usuarios 		
META		INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> • Mantener actualizada la base de datos de los usuarios. 		<ul style="list-style-type: none"> • Catastro realizado/ catastro programado • Porcentaje de viviendas visitadas • Informes presentados
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visitas Domiciliarias: Recolectar información relevante; revisar, identificar, indagar, toma de datos. ▪ Análisis de Información: derivada de la información recogida de las visitas domiciliarias donde se muestra el estado real de cada suscriptor con respecto a la prestación del servicio, esta información sirve de insumo para formular proyectos que beneficien a la comunidad. ▪ Balance de oferta y demanda del agua. ▪ Se sugiere la realización del catastro cada 2 años, para de esta manera contar con las herramientas y la información confiable del uso y caudal de agua requerido por los usuarios. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Viviendas de los usuarios.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en los costos de operación de la empresa de servicios públicos de San Luís de Gaceno.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.2.	Mejoramiento Institucional	
SUBPROYECTO 2.2.5.	Eliminación de conexiones Ilegales	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en el sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la existencia de conexiones ilegales • Eliminar las conexiones ilegales 		
META		INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> • Definir conexiones ilegales • Eliminar las conexiones ilegales detectadas 		<ul style="list-style-type: none"> • No de conexiones ilegales identificadas • No de conexiones ilegales eliminadas
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mediante inspecciones a las viviendas determinar si cuenta con más de una conexión domiciliaria y si son legales. ▪ Realizar inspecciones sorpresas a los medidores para verificar su estado y adecuado funcionamiento. ▪ Una vez determinada las conexiones ilegales, plantear la opción de convertirse en un usuario legal mediante la instalación de medidores. ▪ En compañía de la policía eliminar aquellas conexiones ilegales que no se suscriban como usuarios del sistema. ▪ Continuar con la realizar las inspecciones a usuarios y micromedidores permanentemente. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Predios cercanos a la red de distribución.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
COSTO DE INVERSION	Se encuentra contemplado en la formulación del Programa de Indicie de agua no contabilizada	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 2	REDUCCIÓN DE PERDIDAS	
PROYECTO 2.2.	Mejoramiento Institucional	
SUBPROYECTO 2.2.9.	Atención a Reportes de Daños y/o Fugas del Sistema	
OBJETIVO GENERAL		
Reducir las pérdidas y controlar las fugas que se presentan en el sistema.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantizar una atención inmediata cuando se presente un reporte de daño o fuga en el sistema. ▪ Contar con los materiales y el personal idóneo para reparar eficientemente el daño. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Reparación de daños o fugas en menos de 24 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No de reportes realizados/No de arreglos a dichos reportes. • Registros del tiempo de respuesta o atención al reporte. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar con una línea y una oficina donde los habitantes puedan realizar el reporte de daños o fugas en el sistema. ▪ Elaborar una ficha de reporte de daños o fugas que contenga: nombre de quien reporta, lugar exacto donde se encuentra el daño o fuga, causas aparentes, entre otros. ▪ Elaborar una ficha de respuesta que contenga la siguiente información: diagnostico inicial, materiales requeridos para la reparación, personal encargado de la reparación, tiempo de respuesta, tiempo de arreglo, estado de la red cercana a donde se produjo el daño, costo derivado de la reparación. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Oficina de atención al usuario, lugares donde se presenten los daños.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 3	AHORRO DEL AGUA	
PROYECTO 3.1	Campañas Educativas y de Sensibilización	
OBJETIVO GENERAL		
<p>Generar en los usuarios del servicio de acueducto actitudes de ahorro y uso eficiente del agua, con el fin de evitar el desperdicio del recurso, bajar los volúmenes de agua a captar, transportar y tratar, lo que generaría menos costo de facturación y producción, y un mejor funcionamiento del sistema de acueducto.</p>		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Educar y sensibilizar a la comunidad del centro urbano del municipio sobre el adecuado manejo de los recursos naturales en especial el recurso hídrico, con el fin de generar en ello actitudes de cuidado y ahorro del agua que es suministrada por la Empresa de Servicios Públicos de Guayatá. Viendo como beneficios una disminución en la tarifa del servicio, un mejor servicio en cuanto a calidad y continuidad, y la satisfacción de proteger los recursos naturales para las generaciones futuras. Involucrar a todas las instituciones educativas del Municipio en el Programa de Uso Eficiente y ahorro del Agua en los proyectos ambientales escolares (PRAES). • Minimizar la demanda de agua en el casco urbano del municipio de Guayata. • Sensibilizar a la población sobre el control de fugas y la facturación. • Fomentar actividades positivas para un uso eficiente y un manejo adecuado del recurso hídrico. • Dar a conocer los derechos y deberes de los usuarios de los servicios públicos y generar acciones que garanticen su ejercicio. • Desarrollar actividades pedagógicas y comunitarias que permitan ampliar, profundizar y dar solución a problemas relacionados con los sistemas de abastecimiento de agua. • Adopción de cátedras sobre educación ambiental en los centros educativos del sector rural y urbano. • Generar un efecto multiplicador sobre el buen uso del recurso. • Promover la adopción del servicio social en la preservación y conservación del medio ambiente. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Al menos un centro educativo con Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA). • Sensibilizar y educar en el ahorro del agua al 100% de los usuarios. • Minimizar la demanda de agua. • Ejecutar campaña publicitaria que induzca al ahorro de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • No centros educativos con PUEAA / No de centros educativos en el Municipio • No de usuarios capacitados / No de usuarios del servicio • Agua facturada en el año /Agua facturada en el 2011. • No reuniones con la comunidad realizadas/No reuniones programadas. • Actividades publicitarias realizadas/ actividades publicitarias programadas. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer acercamiento con los directivos y docentes de los centros educativos con el fin de que incluyan en su programa académico el PUEAA. ▪ Realizar un esquema de capacitación a los docentes y estudiantes líderes de los grados novenos y décimos para que ellos sean semillas y capaciten a los demás estudiantes de los planteles. ▪ Hacer acercamiento con las juntas de acción comunal, ONG´s, comunidades organizadas con el fin de realizar campañas educativa y de sensibilización ambiental. ▪ Realizar refuerzos a la comunidad en el PUEAA. ▪ Realizar campaña publicitaria que informe e incentive el ahorro del agua. (cuñas radiales, volantes, pancartas, etc.). ▪ Realización de tardes lúdicas y recreativas donde además de una tarde de integración comunitaria se repartan volantes y folletos para aumentar el nivel de expectativa frente al 		

<p>programa. Estas tardes deben ir acompañadas de presencia institucional (Alcaldía y ESP).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposiciones en alusión al tema de uso eficiente y ahorro del agua, a sectores productivos, organizaciones ambientalistas, académicos y sociedad en general. ▪ Constituir un grupo comunitario que adelante acciones de veeduría y educativas en el uso apropiado del agua en el municipio. Conformado por miembros de la comunidad en general de manera voluntaria. ▪ Debe ser desarrollado los temas como: agua, salud y vida; fuentes de agua y su conservación; usos del agua; sistemas de acueducto y alcantarillado; componentes administrativos del sistema; empresa comunitaria; junta administradora al servicio de la comunidad y autocontrol; medición y tarifas. ▪ Publicaciones periódicas y mensajes impresos que divulguen la cultura que se debe tener hacia el recurso hídrico sensibilizándolos en cuanto a su preservación, utilización y disposición. ▪ Imprimir las facturas con información relevante al uso del agua ▪ Incorporar prácticas educativas las cuales hacen referencia a procesos educativos formales, no formales e informales que se desarrollarán entre otras actividades a través de: talleres, encuentros, reuniones, salidas de campo, eventos culturales, recreativos y deportivos que se realizan sobre el ahorro y uso eficiente del agua. ▪ Inculcar a los niños el respeto por la naturaleza, el cuidado y el buen uso del agua, produciendo un efecto multiplicador positivo en sus hogares. ▪ Gestionar la inclusión de cátedras educativas sobre el medio ambiente en los centros educativos. ▪ Conformar el Club Defensores del Agua. El club "Defensores del Agua", es una iniciativa pedagógica que apunta a la formación de un nuevo ciudadano más consciente y más comprometido con su patrimonio natural. Donde los niños y niñas y adolescentes entre 7 y 17 años de edad, se organizan por escuelas y colegios del municipio, con el compromiso de defender y conservar no solo el agua, sino también todos los recursos naturales. Este grupo hará parte del "Club Defensores del Agua", orientado por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de dotar a los departamentos y municipios de instrumentos y herramientas necesarios para fortalecer su capacidad de gestión en la formación y capacitación del talento humano que opera y administra el sector, se deberá contratar un orientador para su conformación. 	
LUGAR DE APLICACIÓN	Centros educativos, lugares públicos, juntas de acción comunal y comunidades organizadas.
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Anual
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Registro fotográfico, planillas de asistencias, actas de reunión, entrega de volantes e informes de gestión anuales (temas tratados, logros obtenidos, recomendaciones)
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma

PROGRAMA 3	AHORRO DEL AGUA	
PROYECTO 3.2.	Incentivar la Implementación de Sistemas de Bajo Consumo en los Usuarios	
OBJETIVO GENERAL		
Generar en los usuarios del servicio de acueducto actitudes de ahorro y uso eficiente del agua, con el fin de evitar el desperdicio del recurso, bajar los volúmenes de agua a captar, transportar y tratar, lo que generaría menos costo de facturación y producción, y un mejor funcionamiento del sistema de acueducto.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a la comunidad usuaria del servicio de acueducto del casco urbano del municipio a implementar sistemas de bajo consumo como son grifería y sanitarios de bajo consumo. Con ello se busca controlar y minimizar el gasto de agua • Disminuir el desperdicio de agua con la instalación de tecnologías de bajo consumo. • Instalación de tanques de reserva. • Adecuación de llaves automáticas de presión en los centros educativos. • Incentivar la instalación de aparatos sanitarios y accesorios de bajo consumo en viviendas a construir o a remodelar. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Todas las instituciones públicas tengan instalados sistemas de bajo consumo. • Al menos el 70 % de las instituciones privadas tengan instalados sistemas de bajo consumo. • Al menos el 50% de los usuarios tengan implementados sistemas de bajo consumo. • El 100% de los nuevos usuarios tengan implementados sistemas de bajo consumo 	<ul style="list-style-type: none"> • No de instituciones públicas con sistemas de bajo consumo/Total Instituciones públicas en el municipio. • No de instituciones privadas con sistemas de bajo consumo/Total Instituciones privadas en el municipio. • No de usuarios con sistemas de bajo consumo/Total usuarios en el municipio. • No nuevos usuarios con sistemas de bajo consumo/Total de nuevos usuarios en el municipio. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cada vivienda suscripta al servicio de acueducto cuenta con su tanque de reserva que le permite hacer un mejor uso y tener un menor desperdicio del agua potable, adicional a esto en momentos de corte del servicio contará con el recurso para suplir sus necesidades. Manejo de presiones ▪ Se dispondrá de elementos automáticos, ahorrativos o de bajo consumo de agua que disminuyan el desperdicio del recurso en instituciones públicas o y privadas. ▪ Realizan una encuesta a los usuarios para conocer quienes estarían dispuestos a realizar mejoras e instalación de elementos de bajo consumo con el fin de realizar una contratación general en el municipio y financiar por medio de la factura estos cambios. ▪ Adoptar una resolución que exija a los constructores de vivienda nueva o de remodelación a implementar elementos de bajo consumo, ligado a la licencia de construcción. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Viviendas, e instituciones públicas y privadas.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 3	AHORRO DEL AGUA	
PROYECTO 3.3.	Incentivar el bajo consumo	
OBJETIVO GENERAL		
<p>Generar en los usuarios del servicio de acueducto actitudes de ahorro y uso eficiente del agua, con el fin de evitar el desperdicio del recurso, bajar los volúmenes de agua a captar, transportar y tratar, lo que generaría menos costo de facturación y producción, y un mejor funcionamiento del sistema de acueducto.</p>		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar quiénes son grandes consumidores y trabajar con ellos técnicas de ahorro y uso eficiente del agua. ▪ Minimizar el desperdicio del agua. ▪ Crear mecanismos para estimular el bajo consumo y sancionar el alto consumo de agua. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los grandes consumidores. • Creación de mecanismos para incentivar el bajo consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación de grandes consumidores, actividad o uso, estrategia de ahorro. • No de incentivos aplicados. • No de multas aplicadas. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Con la información de facturación, definir cuáles son los grandes consumidores (aquellos que sobrepasan el consumo promedio), realizar visitas de verificación y establecer cual es el uso que se le está dando al agua, verificar que su clasificación sea la adecuada, que sus instalaciones y elementos hidráulicos internos estén en buenas condiciones y plantear trabajo conjunto para reducir al máximo los consumos generados si se determina que hay mal manejo del agua. ▪ Adoptar mecanismos coercitivos a quienes sobrepasen reiterativamente los parámetros de consumo sin justificación alguna, como llamados de atención, publicaciones ante la comunidad, multas, entre otros. ▪ Adoptar incentivos para quienes realicen un adecuado uso del agua y minimicen su gasto, como reconocimiento público, memorandos de felicitaciones, descuentos económicos, regalos, entre otros. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Viviendas, e instituciones públicas y privadas.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 4	REUSO DEL AGUA	
PROYECTO 4.1.	Campañas Educativas y de Sensibilización	
OBJETIVO GENERAL		
Lograr reutilizar el agua con el fin de evitar el desperdicio del recurso, bajar los volúmenes de agua a captar, transportar y tratar, lo que generaría menos costo de facturación y producción, y un mejor funcionamiento del sistema de acueducto.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar la demanda de agua en el casco urbano del municipio. • Fomentar actividades positivas para un uso eficiente y un manejo adecuado del recurso hídrico. • Implementar mecanismos de reutilización del agua. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Informar a la comunidad el agua que puede ser reutilizada y en que se puede reutilizar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartillas informativas • Capacitaciones a la comunidad. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar capacitaciones en centros educativos, instituciones públicas, instituciones privadas, a las juntas y organizaciones comunales y a la población en general, a cerca de las bondades de reutilizar el agua, que agua es susceptible a reutilizar y en qué actividades se puede reutilizar. ▪ Generar una cartilla informativa y programa publicitario que apoye la capacitación. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Centros educativos, lugares públicos, juntas de acción comunal y comunidades organizadas.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Anual	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Registro fotográfico, planillas de asistencias, actas de reunión, entrega de volantes e informes de gestión anuales (temas tratados, logros obtenidos, recomendaciones).	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma	

PROGRAMA 4	REUSO DEL AGUA	
PROYECTO 4.2.	Implementación de Alternativas de Uso del Agua de Vaciado de las Estructuras Hidráulicas	
OBJETIVO GENERAL		
Lograr reutilizar el agua con el fin de evitar el desperdicio del recurso, bajar los volúmenes de agua a captar, transportar y tratar, lo que generaría menos costo de facturación y producción, y un mejor funcionamiento del sistema de acueducto.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilizar el agua de vaciado de las estructuras hidráulicas cuando se va a realizar lavado o mantenimiento de las mismas. 		
META	INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar el agua de vaciado de las estructuras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades en las que se reutilice el agua de vaciado de las estructuras. 	
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ubicar en cada una de las estructuras hidráulicas la mejor forma de reutilizar el agua de vaciado cuando se realiza lavado y/o mantenimiento de esta, por ejemplo, conectar el desagüe a una fuente superficial cercana, conectar a un distrito de riego o acueducto veredal que requiera del un volumen adicional, conectar a reservorio para que la comunidad cercana lo utilice para sus cultivos y/o animales. ▪ El agua de vaciado de la PTAP puede ser almacenada y utilizada como riego de zonas verdes, lavado de calles, entre otros. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Área circundante a las obras hidráulicas.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguyatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 5	USO DEL AGUA LLUVIA	
PROYECTO 5.1.	Campañas Educativas y de Sensibilización	
OBJETIVO GENERAL		
Reutilizar las aguas lluvias con el fin de reducir la demanda de agua producida y mejorar así la prestación del servicio y minimizar los costos de producción y facturación.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indagar sobre tecnologías implementadas para la utilización de aguas lluvias. ▪ Plantear en el municipio estrategias para la utilización de las aguas lluvias. ▪ Incentivar en la comunidad en general la utilización de aguas lluvias. 		
META		INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> • Informar a la comunidad como y en que reutilizar el agua lluvia. 		<ul style="list-style-type: none"> • No de capacitaciones realizadas/No de capacitaciones programadas
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar capacitaciones en centros educativos, instituciones públicas, instituciones privadas, a las juntas y organizaciones comunales y a la población en general, a cerca de las bondades de reutilizar el agua lluvia. ▪ Generar una cartilla informativa y programa publicitario que apoye la capacitación. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Centros educativos, lugares públicos, juntas de acción comunal y comunidades organizadas.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

PROGRAMA 5	USO DEL AGUA LLUVIA	
PROYECTO 5.2.	Análisis Costo – Beneficio de Alternativas para el Aprovechamiento del Agua Lluvia	
OBJETIVO GENERAL		
Realizar aprovechamiento de las aguas lluvias en el desarrollo de actividades que lo permita y así reducir la demanda de agua potable, lo que generaría una disminución en los costos de potabilización y la presión sobre el recurso hídrico.		
OBJETIVOS ESPECIFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer experiencias exitosas de aprovechamiento de aguas lluvia en otras comunidades. ▪ Establecer la viabilidad técnica, financiera y ambiental de las alternativas de aprovechamiento de aguas lluvias. ▪ Implementar alternativas de aprovechamiento de aguas lluvias que sean viables para las condiciones del municipio. 		
META		INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar el agua lluvia. 		<ul style="list-style-type: none"> • No de instituciones con programa de aprovechamiento de aguas lluvias.
ACTIVIDADES A EJECUTAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Indagar sobre alternativas de aprovechamiento del agua lluvia a nivel municipal. ▪ Evaluar la alternativa de utilizar construir un sistema de recolección, almacenamiento y distribución de aguas lluvias en instalaciones públicas o privadas para utilizarlas en las actividades como: <ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado de calles, andenes, corredores, oficinas y/o locales. 2. Uso en los sanitarios. 3. Riego de jardines y materas. • Es importante que dentro del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias se considere, una filtración de la misma, para evitar la presencia de sólidos gruesos al momento de su utilización. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Centros educativos, ancianatos, centros de salud, oficinas públicas, parqueaderos, viveros.	
RESPONSABLES DE APLICACION	Alcaldía Municipal de Guayatá y Empoguatá ESP.	
APOYO EN LA GESTION	Alcaldía Municipal de Guayatá, ESP Boyacá, Plan Departamental de Aguas, Corpochivor.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Semestral	
REGISTRO DE CUMPLIMIENTOS	Fotografías, contrato de construcción, facturas de compra de materiales, actas.	
DURACION Y TIEMPO DE EJECUCION	Ver cronograma anexo.	

4. PROGRAMA DE GESTION DE RIESGOS

En todo momento y lugar se presentan riesgos que al materializarse pueden generar daños, alteraciones y problemas inesperados. En los sistemas de acueducto esta es una constante que debe ser tenida en cuenta y evaluada continuamente para garantizar la adecuada operación de este.

Los riesgos a los cuales se enfrenta el sistema de acueducto puede ser de de origen natural o antrópicas que pueden causar daños y pérdida de su función u operación.

El análisis de su vulnerabilidad ante los posibles eventos identificados, permite diseñar planes de contingencia para atender las emergencias y dar soluciones tan pronto como sea posible evitando así que los desastres sean de grandes magnitudes y desencadene más eventos peligrosos.

Se presentan a continuación el análisis de vulnerabilidad, los planes de contingencia y las medidas de reducción de riesgos en los sistemas de agua potable para el sistema de acueducto del municipio, con el fin de proponer medidas de prevención de desastres y atención de emergencias, para garantizar un servicio de calidad, cantidad, cobertura, continuidad y confiabilidad a la comunidad del casco urbano.

4.1. Vulnerabilidad del sistema

Debido a las condiciones físicas, ambientales, sociales que rodean y soportan el sistema de alcantarillado, se puede presentar alteraciones, problemas o desastres que desencadenen un funcionamiento inadecuado y afecte la óptima prestación del servicio de agua potable a la comunidad del casco urbano del municipio. Existen muchos riesgos o eventos que pueden suceder; a continuación en la tabla 20, se presenta un listado de riesgos de acuerdo a su clasificación.

Tabla 20. Origen de los riesgos

GEOLOGICOS	HIDROMETEOROLOGICOS	BIOLOGICOS	SOCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Terremotos • Movimientos en Masa • Erosión • Fallas y/o subsidencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones • Avalanchas • Sequías • Granizadas • Incendios Forestales • Tormentas 	<ul style="list-style-type: none"> • Insalubridad Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Vandalismo • Terrorismo • Hurto • Conflictos por el uso del agua • Contaminación • Conexiones ilegales

Fuente: Autor

Además de esto, los riesgos pueden generar efectos negativos sobre los siguientes factores del sistema, como los presentados en la tabla 21.

Tabla 21. Riesgos sobre los factores del sistema

FACTOR	RIESGOS
CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agroquímicos en cultivos aledaños a la fuente de abastecimiento. • Cría de animales cercanos a la fuente de abastecimiento. • Vertimientos de tipo domésticos o industrial. • Inadecuado manejo de los residuos sólidos. • Recreación.
CANTIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Sequías • Deforestación en áreas de las cuencas hidrográficas. • Conexiones ilegales. • Daños ó Fugas sin detectar. • Capacidad de las Estructuras.
CONTINUIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del caudal disponible • Uso desmedido de agua (desperdicio). • Fugas. • Daños en el sistema.
COBERTURA	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones en el recurso hídrico • Limitaciones en la red

Fuente: Autor

Tabla 22. Efectos posibles en los Sistemas de Acueducto

AMENAZA	POSIBLES EFECTOS
Inundaciones	Destrucción total o parcial de los componentes, especialmente las captaciones.
	Taponamiento de los sistemas por material de arrastre.
	Rebose por exceso de la capacidad de los sistemas.
	Contaminación del agua dentro de las tuberías, por agua residual y sustancias diluidas por la inundación.
Fenómenos de Remoción en Masa	Destrucción total o parcial de los componentes, especialmente las captación, aducción y conducción, ubicados en el área de influencia del deslizamiento.
	Deterioro de la calidad del agua cruda por alteración en sus características (sedimentos, color, etc.).
	Taponamiento de los sistemas por materiales como lodo y piedras.
Avenidas Torrenciales	Destrucción de los componentes de la infraestructura, especialmente las obras cercanas a los cauces.
	Ruptura de tuberías en pasos de ríos y quebradas.
	Taponamiento de los sistemas por material de arrastre.
	Interrupción de los caudales en las fuentes superficiales.
Sequías	Reducción de caudales o del agua subterránea disponible.
	Inutilización de la infraestructura.
Sismos	Destrucción total o parcial de los componentes del sistema.

AMENAZA	POSIBLES EFECTOS
	Rotura de las tuberías de conducción y distribución.
	Deterioro de la calidad del agua cruda por sedimentos o sustancias peligrosas.
	Variación de los caudales o de los niveles de agua subterránea.
	Ocurrencia de incendios y/o explosiones en sitios de acopio de sustancias químicas.
Incendios	Reducción en la disponibilidad de agua para abastecimiento.
	Alteración de la calidad del agua por caída de cenizas.
	Destrucción de los componentes del sistema.
Desertificación	Desecamiento de fuentes abastecedoras.
	Disminuciones de caudal, generando situaciones de desabastecimiento.
Contaminación	Alteración en las condiciones de calidad del agua que atente contra la salud de la población.
	Incremento en los requerimientos del tratamiento de agua para consumo humano.
	Aumento en los costos de tratamiento y prestación del servicio.
Acciones Violentas	Destrucción de los componentes del sistema.
	Deterioro de la calidad del agua que imposibilite su consumo.
	Restricciones para el acceso al sistema que impidan su mantenimiento y/o operación.
Colapso en las Estructuras	Destrucción de los componentes del sistema.
	Incrementos en los gastos de reparación y mantenimiento.
	Posibles sanciones por incumplimiento de las obligaciones por parte del prestador.

Fuente: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT

La materialización de los riesgos ocasiona desastres y eventos no esperados que alteraran la normal operación de los componentes del sistema generando pérdida de la seguridad y confiabilidad de este. A continuación se presenta en la tabla 22 los posibles efectos que genera la materialización de los riesgos sobre el sistema de acueducto.

4.1.1. Análisis de Vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad corresponde al proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición, la predisposición al daño o la potencial pérdida de función de un elemento o grupo de elementos de un sistema, teniendo en cuenta las amenazas del entorno. El análisis de vulnerabilidad es la base para la realización del plan de contingencias y la definición de las medidas de reducción de riesgos para mejorar el nivel de seguridad y confiabilidad del sistema.

❖ Estimación de la vulnerabilidad

Para estimar la vulnerabilidad de un sistema o componente se deben seguir los siguientes pasos:

f) *Componentes del sistema*: El sistema de acueducto está compuesto por:

- Bocatoma
- Aducción
- Desarenador
- Conducción
- Planta de tratamiento
- Almacenamiento
- Distribución

g) *Identificación y evaluación de amenazas*: Las principales amenazas que pueden afectar el sistema de acueducto son:

- Deslizamientos y subsidencias
- Inundaciones y avalanchas
- Actividad sísmica
- Tormentas
- Sequías o déficits hídricos
- Explosiones e incendios
- Derrames de contaminantes
- Problemas de orden público

h) *Estimación del potencial de daños*: Se analizó la susceptibilidad de cada uno de los componentes del sistema a sufrir daños ante cada amenaza identificada, con el fin de determinar su participación relativa en la pérdida potencial del grado de seguridad y confiabilidad del funcionamiento del sistema. En la tabla 23 se presenta la matriz de los componentes y los riesgos a los que están expuestos.

Tabla 23. Matriz de riesgos

COMPONENTE	RIESGO							
	Deslizamientos y subsidencias	Inundaciones y avalanchas	Actividad sísmica	Tormentas.	Sequías o déficits hídricos	Explosiones e incendios.	Derrames de contaminantes.	Problemas de orden público
Bocatoma	X	X	X	X	X	X	X	
Aducción	X	X	X	X		X		
Desarenador			X			X	X	
Conducción	X		X	X		X		X
PTAP			X					
Almacenamiento			X					X
Distribución	X		X					X

Fuente: Autor

- i) *Categorización:* De acuerdo con la frecuencia y severidad de los daños potenciales estimados y de las consecuencias que pueden significar para el sistema y la prestación del servicio, se categorizo la vulnerabilidad de cada componente y del sistema ante las diferentes amenazas existentes, en la tabla 24 se presenta los rangos de valores de vulnerabilidad empleados.

Tabla 24. Escala de valorización de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Rango de valores	Rango de valores
Muy vulnerable	5	
Vulnerable	4	
Medianamente vulnerable	3	
Poco vulnerable	2	
Muy poco vulnerable	1	

Fuente: Autor

En la siguiente matriz presentada en la tabla 25 se presenta la valoración de la vulnerabilidad a la materialización de los riesgos de acuerdo a la frecuencia y susceptibilidad presentada en el tiempo de operación. Una vez valorado de forma independiente cada riesgo y componente se realiza la sumatoria y con base a esta

se categorizan tanto el componente del sistema más afectado y el riesgo más vulnerable.

Tabla 25. Matiz de valoración

COMPONENTE	RIESGO								
	Deslizamientos y subsidencias	Inundaciones y avalanchas	Actividad sísmica	Tormentas.	Sequías o déficits hídricos	Explosiones e incendios.	Derrames de contaminantes.	Problemas de orden público	TOTAL
Bocatoma	1	1	1	1	2	1	2		9
Aducción	2	2	1	1		1			7
Desarenador			1			1	2		4
Conducción	3		1	1		1		2	8
PTAP			1						1
Almacenamiento			1					5	6
Distribución	1		1					2	4
TOTAL	7	3	7	3	2	4	4	9	

Fuente: Autor

La categorización de los componentes que presentan más vulnerabilidad a riesgos, de mayor a menor es:

1. Bocatoma
2. Conducción
3. Aducción
4. Almacenamiento
5. Desarenador
6. Distribución
7. Planta de tratamiento

Y la categorización de los riesgos es:

1. Problemas de orden público
2. Deslizamientos y subsidencias
3. Actividad sísmica
4. Explosiones e incendios.
5. Derrames de contaminantes
6. Inundaciones y avalanchas
7. Tormentas.
8. Sequías o déficits hídricos

La mayor amenaza presentada en el sistema de acueducto de Guayatá, es de tipo social debido a los frecuentes conflictos presentados con el propietario del predio donde se encuentra ubicado el tercer tanque de almacenamiento. Otro riesgo asociado al orden público son los daños presentados a la tubería de conducción por parte de los propietarios de los terrenos, al realizar sus actividades de arado de tierra o cría de ganado, ya que la tubería en algunos tramos se encuentran muy superficialmente. La falta de cerramientos de las estructura, las hace vulnerable al ingreso y alteración de estas por parte de la comunidad.

Los deslizamientos de tierra que amenaza especialmente a la conducción, debido a que la configuración geológica es de gran susceptibilidad dadas la características de permeabilidad y erodabilidad de los materiales superficiales y las propiedades geomecánicas del suelo. A esto se le suma la vulnerabilidad a movimientos sísmicos.

En cuanto a los componentes del sistema de mas vulnerabilidad, la bocatoma es la más susceptible debido a que por su ubicación es vulnerable a crecientes, deslizamientos, caídas de árboles por tormentas, incendios forestales, contaminación por falta de cerramiento perimetral y a déficit de agua de no implementar medidas de conservación de la cuenca.

Los siguientes elementos del sistema de mayor vulnerabilidad son la aducción y la conducción, debido a que la aducción se encuentra elevada sin ningún tipo de protección lo que la deja expuesta a los factores ambientales y sociales; y la conducción no cuenta con una adecuada cimentación y a los deslizamientos de tierra que se presentan continuamente en la región, aunque estas no son de grandes magnitudes. A esto se le suma que la tubería de conducción se encuentra muy superficial lo que facilita las conexiones ilegales y las fugas de agua.

4.1.2. Plan de Contingencias

El plan de contingencias es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema.

4.1.2.1. Objetivos

Los objetivos específicos del plan de contingencias son:

- Definir funciones y responsabilidades.
- Planificar y coordinar las actividades de atención y recuperación.
- Activar procedimientos preestablecidos de respuesta para atender la demanda.
- Identificar el inventario de recursos disponibles.
- Informar en forma precisa y oportuna.
- Recobrar la normalidad tan pronto como sea posible.
- Programar ejercicios de simulación para la capacitación y revisión periódica.

4.1.2.2. Medidas de Reducción de Riesgos

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad y la identificación de puntos críticos, se establece medidas de intervención que permiten la reducción de riesgos en el sistema.

Se presentan obras y/o actividades a realizar de acuerdo con la categorización establecida anteriormente.

- ❖ Actividades para evitar problemas sociales:
 - *Compra de predios* – adquirir los predios donde se ubican las estructuras del sistema de acueducto, de no ser posible reubicar las estructuras en predios de la empresa de servicios públicos o de la alcaldía.
 - *Obras protección de la tubería* – Proteger la tubería que se encuentre superficial con cárcamos o profundizarla.
 - *Cerramientos perimetrales* – Construcción de cerramientos que aislen y eviten el ingreso de animales y personal no autorizado a las estructuras del sistema.
- ❖ Obras para el control de deslizamientos de tierras:
 - *Movimiento de tierra* - de manera preventiva la excavación consiste en dar a los cortes las inclinaciones adecuadas a una ladera que se interviene. En la corrección se asocia a la remoción de suelo u otras cargas de material inestable.
 - *Drenaje* - obras para el manejo de aguas superficiales, tienen el propósito de ordenar los caudales superficiales y reducir los volúmenes de infiltración.

- *Estructuras de contención* - obras para incrementar la resistencia a esfuerzos de corte, tales como muros en concretos, gaviones y pilotes, entre otros.
 - *Obras de control de caída* - construidas para evitar que el material inestable de una ladera, asociados a masas rocosas altamente fracturadas, caiga sobre la infraestructura. Consisten en mallas, pernos o anclajes.
- ❖ Obras para el control de sequias y alteraciones a la calidad hídrica
- *Manejo adecuado de cuencas* – reglamentar el uso y la explotación de los recursos naturales, sociabilizar y educar a la comunidad en temas de conservación y cuidado al medio ambiente.
 - *Compra de predios* – adquirir predios aledaños al cauce de la quebrada.
 - *Evaluación de humedales* – Estudiar la capacidad de los humedales para utilizarlos en épocas de verano. Reglamentar su uso.
- ❖ Obras para el caso de sismos:
- *Uso de materiales resistentes* – los materiales de los componentes deben estar diseñados para soportar los esfuerzos de tensión y corte generados por el sismo.
- ❖ Obras para el control de inundaciones, crecientes o avalanchas:
- *Muros* – estructuras de gravedad, construidas en sentido vertical, con el fin de confinar o cerrar el espacio por donde puede ingresar el agua de una creciente a un terreno determinado. Pueden ser en gaviones o concreto.
 - *Jarillones* – obras construidas con tierra armada para elevar la altura de orillas e impedir el libre acceso de las aguas a las zonas aledañas de ríos y quebradas.
 - *Obras de protección longitudinal* – obras en concreto, gaviones, tablestacas o bolsacretos que se construyen en el sentido de flujo de las fuentes hídricas con el fin de reducir la presión del agua sobre orillas de fuentes, sin originar desviación de cauce.
 - *Estructuras de fondo de cauces* – obras diseñadas para la racionalización y regulación del flujo en cauces, mediante procesos básicos de disipación de exceso de energía que posee una corriente, impidiendo de tal forma la degradación del cauce.
 - *Dragados* – operación de limpieza o retiro de barras de sedimentos en los cursos de agua para aumentar la profundidad del canal e incrementar la velocidad de flujo y por tanto la capacidad de transporte, evitando inundaciones aguas arriba del sector donde se draga.

- ❖ Obras en general:
 - *Obras de almacenamiento de agua potable* – infraestructura de los acueductos que permite contar con una provisión permanente de agua para consumo humano, almacenamiento domiciliar.
 - *Uso de materiales dúctiles y conexiones flexibles* – Evitar la utilización de materiales frágiles y rígidos poco resistentes, con el fin de reducir el riesgo de rotura ante diferentes amenazas cuya acción puede dislocar o desacoplar parcial o totalmente componentes importantes del sistema.
 - *Protecciones contra incendio* – Instalar elementos para extinguir incendio como extintores y/o manguera cercano a los elementos del sistema y capacitar a la comunidad aledaña en seguridad.
 - *Delimitaciones de áreas* – Cercar las áreas donde se ubican las estructuras hidráulicas con el fin de evitar el acceso a personal no autorizado que pueda al modificar la calidad del agua o la estructura.
 - *Identificación de fuentes de contaminación* – Definir los sitios de descarga o arrastre de materias orgánicas, aguas residuales domésticas o aguas residuales industriales e instalar pozos sépticos o alternativas de manejo.

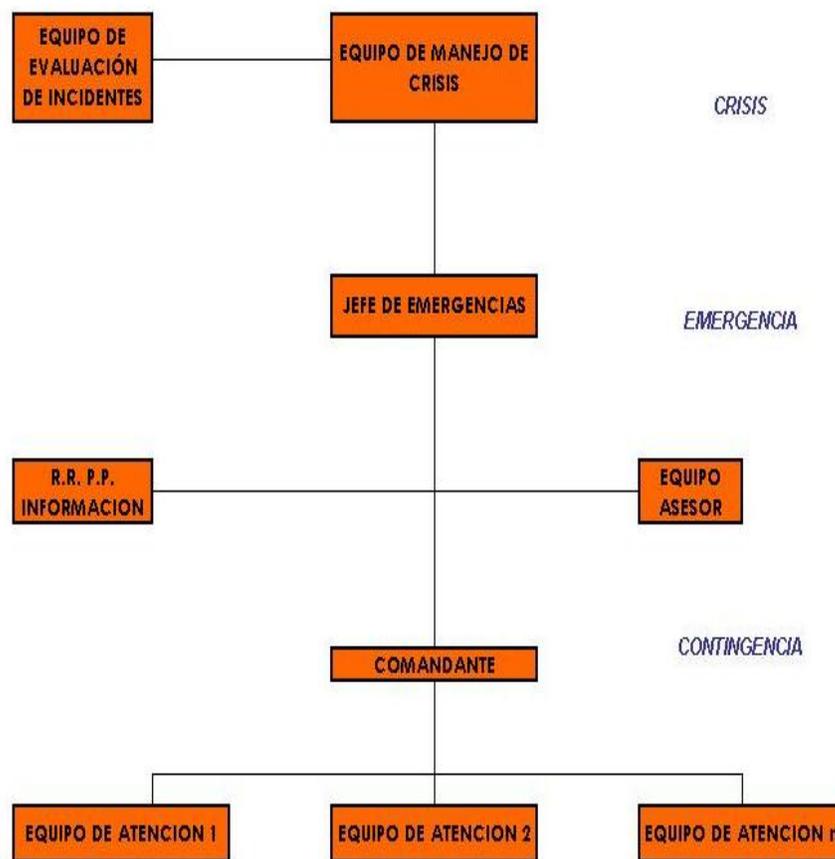
- ❖ Control en la Operación:
 - Revisión permanente de infraestructura y seguridad operativa a tanques de almacenamiento y distribución de aguas.
 - Recorredores permanentes verificando estado de anclajes en la línea de aducción y conducción.
 - Controles de seguridad física a escenarios críticos.
 - Monitoreo en línea de los parámetros físicos y químicos de las aguas crudas, en proceso y tratadas.
 - Reposición de la red por fallas continuas, edad o material.
 - Reponteciación sísmica de estructura: Plantas de Tratamiento, Tanques de almacenamiento y Presas.
 - Mantenimiento predictivo en redes en condiciones potenciales de deslizamientos, reptaciones de terrenos, inestabilidad de tuberías, etc.
 - Políticas estrictas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
 - Sistema de seguridad física compuesto por monitoreo de alarmas, control de accesos a instalaciones.

4.1.2.3. Atención de Emergencias

Una vez se reportada la emergencia se debe dar inicio a la atención; para esto se debe contar con:

1. Equipo de manejo de crisis
2. Equipo de evaluación de incidentes o accidentes
3. Jefe de emergencias.
4. Equipo asesor.
5. Comandante
6. Equipos de atención

Diagrama 4. Flujograma para la atención de emergencia



Fuente: Autor

❖ Alternativa para el suministro del servicio en caso de emergencia

Con el fin de suministrar alternativamente el servicio tan pronto como sea posible; se debe atender a la población perjudicada por la interrupción del servicio,

mediante acciones que disminuyan el impacto y suministren parcialmente el servicio mientras se recupera el funcionamiento normal del sistema.

- Utilizar fuentes alternas para abastecer en parte la demanda de agua de la población como lagunas, manantiales, riachuelos, pozos de aguas subterráneas etc.
- Instalación de bypass en las estructuras en caso de que deban hacer arreglos, reparaciones o mantenimiento.
- Suministra el líquido por medio de carro tanques.

❖ **Directorio telefónico**

Ante el evento de presentarse una emergencia, la comunidad y trabajadores deben conocer los sitios donde se reporta la emergencia por lo cual se contar con un directorio telefónico y socializarlo continuamente. Es claro que entre más rápido se atiende la emergencia se evitan mayores daños y minimiza el tiempo de corte en el servicio.

Se debe contar por lo menos con la información de:

- La Empresa de Servicios Públicos
- La Secretaria de Infraestructura Física
- La Policía Nacional
- La Defensa Civil
- El Cuerpo de Bomberos
- El Centro de Salud

5. PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO DOMICILIAR

El almacenamiento domiciliario consiste en que cada usuario del sistema tenga en su predio uno o más tanques para reserva de agua, el cual tiene un comportamiento similar al tanque de almacenamiento del acueducto pero a menor escala; su objetivo es mantener un depósito de agua permanente con disponibilidad para los usuarios en horas de máximo consumo y permitir el almacenamiento en horas de bajo consumo.

Las funciones que cumple el tanque domiciliario son: a) Reserva de agua en caso de cortes del servicio ocasionados por arreglos, mantenimientos, emergencias, entre otros; b) amortiguar los consumos máximos y mínimos, y c) proveer de una adecuada presión en los puntos hidráulicos de la vivienda, siempre y cuando estos se encuentren elevados o cuenten con un sistema de bombeo.

Los materiales de los tanques de almacenamiento domiciliario pueden ser en metal, concreto o plásticos, siendo este último el más utilizado por su bajo costo y facilidad de instalación; pueden ser de forma rectangular o circular.

5.1. Diagnostico Almacenamiento Domiciliar

5.1.1. Cobertura

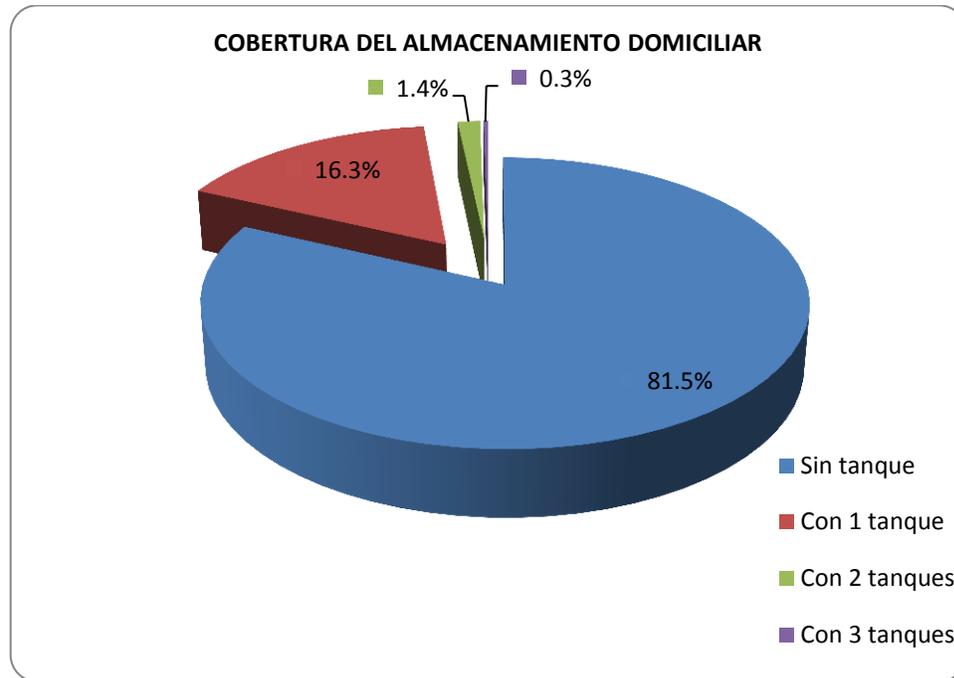
De los usuarios registrados en la base de datos del acueducto del casco urbano del municipio, el 81.53% no cuentan con almacenamiento domiciliario, el 16.25% cuenta con un tanque, el 1.39% con dos, el 0.28% con tres, el 0.14 con cuatro y el 0.42% con cinco tanques de almacenamiento, tal como se indica en la figura 8.

5.1.2. Estado Hidráulico y Sanitario

La capacidad de los tanques de almacenamiento domiciliario existentes son:

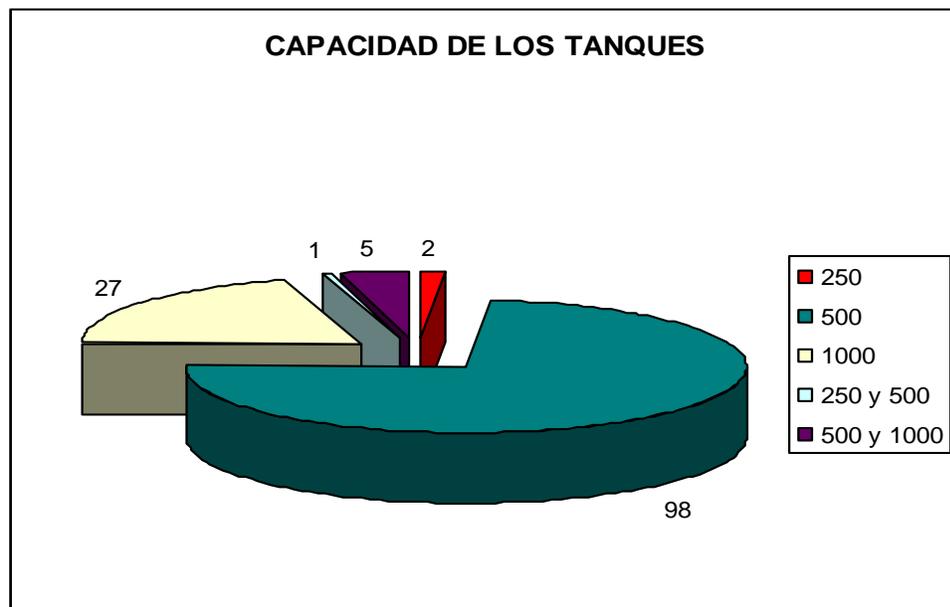
- Tanque de 250 litros: el 1.50% correspondiente a 2 unidades.
- Tanque de 500 litros: el 73.7% correspondiente a 98 unidades.
- Tanque de 1000 litros: el 20.3% correspondiente a 27 unidades.

Figura 8. Cobertura del almacenamiento Domiciliar



Fuente: Autor

Figura 9. Capacidad en litros de los Tanques de almacenamiento domiciliario



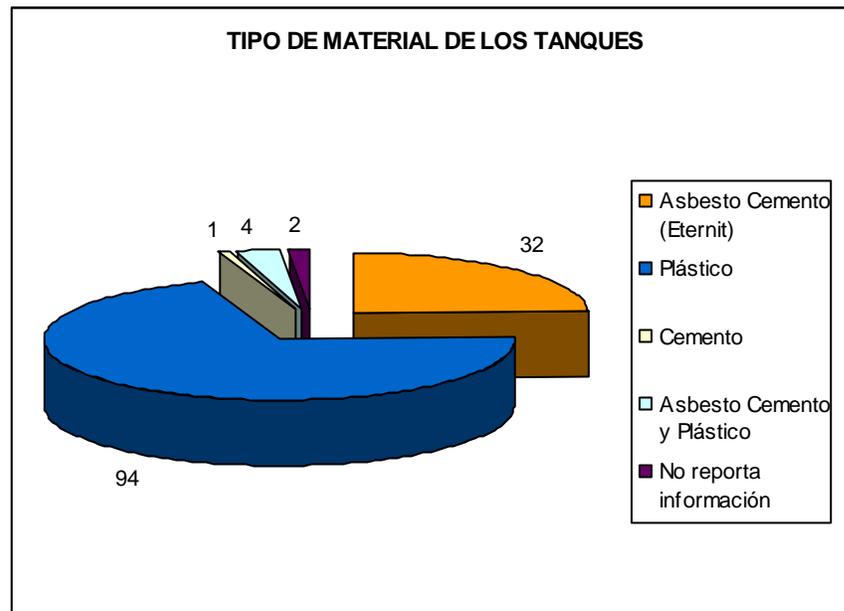
Fuente: Autor

Los materiales predominantes en los tanques de almacenamiento domiciliario del municipio son:

- Asbesto Cemento: 24.1% correspondiente a 32 unidades.
- Plástico: 70.7% correspondiente a 94 unidades.
- Cemento: 0.8% correspondiente a 1 unidad.
- Predios con tanques de asbesto cemento y plástico: 3% correspondiente a 4 unidades.
- Predios que no reportan información: 1.5% correspondiente a 2 unidades.

Lo anterior se muestra en la figura 10.

Figura 10. Tipo de material de los Tanques de almacenamiento domiciliario



Fuente: Autor

La capacidad de los tanques usados en relación al promedio habitacional de cada vivienda de 3.05 habitantes/usuario. Por tanto, un tanque de 250 litros es adecuado para una vivienda con 2 habitantes, por un periodo de 24 horas; el tanque de 500 litros puede garantizar agua continua para viviendas habitadas por 3 y 4 individuos y el de 1000 litros satisface las necesidades de máximo 8 habitantes por un periodo de 24 horas.

Debido a que estos tanques son de propiedad de cada usuario, estos son los responsables de realizar su mantenimiento y lavado; sin embargo, esto no sucede y es muy poco el mantenimiento, revisión y aseo que la población hace a estos, generando mal funcionamiento, fugas, y riesgos sanitarios.

5.2. Plan de acción

Aunque en el país no se encuentra reglamentado el almacenamiento domiciliario este revisite de una gran importancia para garantizar a la población un servicio de agua potable continuo y de calidad; por lo cual la empresa de servicios públicos y la administración municipal deben unir esfuerzos para la dotación de tanques a los usuarios que no tienen, que son la mayoría.

5.2.1. Cobertura

Con el fin de aumentar la cobertura al 100% se deben adquirir 587 tanques, para lo cual se propone que la empresa y la administración municipal adquiera la totalidad de los tanques faltantes y realice una jornada de entrega e instalación de tanques domiciliarios; con un compromiso de pago por parte del usuario, el cual puede ser diferido e incluido dentro de la factura mensual; o incentivar la adquisición del tanque de almacenamiento en cada vivienda realizando jornadas y campañas donde se expone sus beneficios y la necesidad de estos para lograr un mejor servicio a toda la comunidad.

5.2.2. Estado Hidráulico y Sanitario

Las actividades de limpieza, desinfección e inspección sanitaria de los diversos tanques de almacenamiento de agua garantizan almacenar el líquido en buenas condiciones, siempre y cuando se realicen estas actividades periódicamente

Una vez realizado la jornada de suministro e instalación de los tanques de almacenamiento domiciliario, se puede realizar jornada de mantenimiento realizada

por la Empresa de Servicios Públicos y cancelada por los usuarios en las siguientes facturas.

El mantenimiento consiste en revisar el funcionamiento de las instalaciones hidráulicas de entrada y salida, los registros de corte, los flotadores y demás elementos hidráulicos y remplazar los que se encuentren obsoletos, componer los que son susceptibles a arreglos y suministrar de los elementos faltantes; verificar si existen daños, grietas, filtraciones en la estructura del tanque y repáralas o remplazarlo por uno en buen estado; cabe resaltar que el tanque de almacenamiento debe estar provisto de tapa en buen estado que evite el ingreso de animales y elementos del exterior.

Adicional a esto se debe realizar una campaña educativa para la limpieza de tanque el cual se recomienda realizar por lo menos dos veces al año y cada vez que se realice mantenimiento.

Se entiende por limpieza la remoción de todo objeto ajeno que se encuentre en los tanques tales como material vegetal, lodos, piedras, entre otros, esta operación se realizará por medios manuales.

Para el proceso de desinfección se utiliza el cloro en sus presentaciones líquida y sólida, en forma de solución para ser aplicada en los tanques de almacenamiento de agua.

El agua para consumo se debe recoger en tanques y recipientes limpios, procurando que el líquido permanezca almacenado el menor tiempo posible.

❖ **Instrucciones para el lavado y desinfección del tanque**

1. Alistar cepillos, escobas, baldes, rodillos o cualquier otro elemento que necesite.
2. Cerrar totalmente la entrada de agua y abrir la salida para que se desocupe el tanque.
3. Retirar con cuidado la tapa de inspección del tanque.

4. Remover el material de sedimentación (barro) que se encuentra en el fondo del tanque, utilizando escobas y recipientes para extraer el material o conducirlo al desagüe.
5. Cepillar el piso y las paredes con agua.
6. Para la desinfección utilizar una solución clorada de 150 a 200 ppm, preparada así: En un recipiente de 10 litros adicionar media cucharadita con cloro en polvo y mezcle en forma homogénea; la solución de cloro también se puede preparar disolviendo una botella de blanqueador comercial en 10 litros de agua y utilizar el mismo procedimiento Dejarla en reposo 10 minutos.
7. Humedecer el rodillo con la solución de cloro y pasarlo por las paredes como si estuviera pintando. También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba.
8. Dejar actuar la solución durante cuatro horas.
9. Enjuagar las paredes y el fondo del tanque utilizando una manguera a presión o baldes. Desechar estas aguas de lavado mediante el desagüe.
10. Retirar todo el material que utilizó en la limpieza.
11. Cerrar el desagüe y permita nuevamente la entrada del agua al tanque.
12. Abrir la válvula que da acceso a la de distribución.

Es necesario que el tanque se encuentre bien aireado para permitir la evacuación de los fuertes olores producto de la aplicación de cloro.