



**XI CONVOCATORIA FODEIN 2017
INFORME DE AVANCE**

I. IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Título del proyecto de investigación: Formulación del plan de seguridad del agua para el acueducto rural Aguasanta E.S.P. en el municipio de san Antonio de Tequendama

Código del proyecto: 17490011

Centro de costos del proyecto: 17100562

Facultad: Ingeniería Ambiental

Área de conocimiento: Planificación Ambiental

Línea de investigación: Ordenamiento Ambiental del Territorio

Investigador principal: Andrés Felipe Martínez Urrego

Co-investigadores: Angela María Jaramillo Londoño, José Luis Díaz Arévalo

Demás miembros del equipo: William Andrés Baquero Cifuentes, Anderson Ramírez Céspedes, Lady Johanna Moreno López, Julián David Puentes Maldonado, Juan Sebastián Rada Castro, Francy Lorena Aldana Herrera, Maria Paula Diaz Zúñiga, Angie Lorena Bernal Bernal.

II. CONTENIDO DEL INFORME

Resumen: Esta propuesta se enmarca en la formulación del Plan de Seguridad del Agua (PSA) para el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P. en el municipio de San Antonio del Tequendama que tiene como propósito la sistematización, la evaluación detallada y priorización de los peligros, además de un monitoreo operacional a través de medidas de control sobre el sistema de abastecimiento de agua. Este plan se formula en once (11) etapas, de acuerdo con lineamientos de la Organización Mundial de la Salud, de las cuales son abordadas en este proyecto las cinco (5) primeras en una Fase I de diagnóstico y evaluación, para luego desarrollar una Fase II en la cual se ejecutará el plan y se validará su implementación. En la primera fase, que corresponde al alcance de este proyecto, se está realizando un análisis integral del sistema de abastecimiento que incluye la evaluación de la calidad del agua de la Quebrada Grande a través de índices de calidad fisicoquímicos y biológicos, un diagnóstico ambiental y sanitario del sistema de abastecimiento de agua, una posterior evaluación de riesgos sobre la calidad del agua, la evaluación operacional del sistema de abastecimiento, y el pre-diseño de los elementos del sistema de tratamiento para su correcto funcionamiento. De esta manera, el Plan de Seguridad del Agua en su primera fase constituirá una herramienta de gestión de alto impacto para el acueducto AguaSanta E.S.P que asegura las condiciones



ambientales y sanitarias adecuadas para garantizar el acceso al agua potable por parte de dicha comunidad rural.

Cumplimiento de objetivos:

Objetivo general

- Formular el Plan de Seguridad del Agua para el Acueducto rural Aguasanta E.S.P. en el municipio de San Antonio del Tequendama (50%)

Resultados. Se han formulado las etapas 1 y 2 del plan de seguridad del agua correspondientes a la formación del equipo del PSA y la descripción del sistema de suministro de agua. Así mismo se viene desarrollando la etapa 3 del plan que se encuentra en fase de recolección y análisis de información en relación con la determinación de peligros y eventos peligrosos y la evaluación de riesgos.

Objetivos específicos

- Realizar una evaluación de la calidad del agua de la Quebrada Grande utilizando diferentes índices de calidad fisicoquímicos y biológicos. (70%)
- Evaluar el sistema de abastecimiento de agua, desde la microcuenca abastecedora hasta el sistema de tratamiento, a partir de un enfoque ambiental y sanitario. (80%)
- Identificar y priorizar los peligros existentes sobre el sistema de abastecimiento para brindar alternativas de solución a través de la valoración del riesgo. (35%)
- Realizar el diagnóstico del funcionamiento actual de sistema de abastecimiento de agua potable de la vereda El Tobar. (50%)

Resultados. Se realizó la toma de muestras de la Quebrada Grande con el fin de realizar los análisis de calidad del agua en los laboratorios de la USTA, para lo cual se cuenta con una primera caracterización fisicoquímica. También se realizó toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos para establecer índices de calidad biológicos. La evaluación del sistema se realizó sobre la fuente de abastecimiento y se desarrolló además una primera propuesta para el sistema de tratamiento. La identificación de los peligros se viene realizando a partir de la aplicación de encuestas y otros instrumentos de recolección de información pero no se ha realizado la priorización. El diagnóstico general se encuentra en un 50% de avance.



Cumplimiento de la metodología:

La metodología del proyecto se ha aplicado de forma exacta y precisa según propuesta inicial y ha estado basada en los lineamientos dados por la Organización Mundial de la Salud, en los cuales se establecen las etapas a desarrollar para la formulación del plan de seguridad del agua. Considerando esto, el proyecto se estructuró en dos (2) fases, la primera de diagnóstico y evaluación y la segunda de monitoreo y verificación.

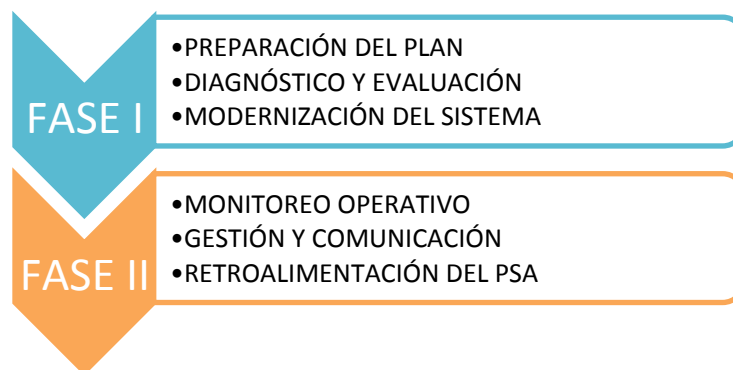


Diagrama 1. Estructura metodológica. Fuente: autoría propia

En este primer proyecto se viene ejecutando la Fase I siguiendo la metodología propuesta inicialmente a través de un diagnóstico y evaluación detallados de las condiciones del sistema de abastecimiento de agua incluyendo las etapas de captación, aducción y tratamiento. Para ello se desarrollan diferentes actividades, que en el marco del PSA, permiten realizar dicha evaluación. Las actividades correspondientes a la Fase II se desarrollarán posteriormente al término de este proyecto.

La fase I se ha desarrollado de acuerdo con el siguiente esquema:

Fase I	Preparación del Plan	1. Formación del equipo del PSA
	Diagnóstico y Evaluación	2. Descripción del sistema de suministro de agua
		3. Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos
		4. Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos
Modernización del sistema	5. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización	

Tabla 1. Fases y actividades de desarrollo de PSA Fase I. Fuente: Autores



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de alcanzar el máximo detalle en la fase I de diagnóstico y evaluación, se han desarrollado los siguientes estudios que permiten complementar los resultados del PSA.

- **Evaluación de la calidad del agua de la Quebrada Grande a través de índices de calidad fisicoquímicos y biológicos (70%)**

El diagnóstico de la calidad de agua de la Quebrada Grande se está realizando con base en muestras de agua y de macroinvertebrados acuáticos recolectados en diferentes puntos de muestreo. El muestreo de aguas y la cadena de custodia de las muestras se realiza según la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del IDEAM (IDEAM, 2002). Los resultados se integrarán en los índices de calidad y contaminación del agua más comúnmente usados en Colombia, sugeridos por Ramírez, Restrepo y Viña (Ramírez, Restrepo, & Viña, 1997).

La recolección de macroinvertebrados se hizo con ayuda de redes Surber y D-net, teniendo en cuenta criterios que determinaron los sitios más apropiados para detectar diferentes especies, como las zonas de transición, las características de las orillas, diferenciando los materiales (sustratos que haya en el ambiente, tales como tallos de árboles o ramas caídas), la vegetación variable, el llamado efecto de borde y los cambios significativos de color en el agua o de parámetros físico-químicos en general. Una vez recogida la muestra, ésta se depositó sobre una bandeja plástica para una limpieza previa con ayuda de un tamiz N° 35, la muestra se almacenó en un recipiente hermético con doble rotulado, al cual se adicionó alcohol al 90%. Para todo esto se siguen los protocolos de conservación y fijación propuestos en el libro de “Métodos de Hidrobiología” (Schwoerbel, 1975). En el laboratorio las muestras se limpiaron, se clasificaron por taxones y se viene realizando la identificación hasta el nivel de familia, con ayuda de diferentes claves taxonómicas como McCafferty, Roldán, Muñoz-Quesada, Alvarez, Merritt & Cummins y Domínguez & Fernández. El material obtenido se preserva en tubos de vidrio debidamente etiquetados, con información del sitio de muestreo, coordenadas, fecha de colecta e información taxonómica. Una vez separados e identificados los organismos se van a aplicar algunos índices como son: BMWP/col, ASTP, EPT e índice de Dípteros. Así mismo, se harán comparaciones de riqueza y abundancia de macroinvertebrados encontrados en cada sitio de muestreo y se realizará un análisis de componentes principales, para relacionar la calidad fisicoquímica del agua con la calidad biológica.

- **Diagnóstico del sistema de abastecimiento (80%)**

Como parte de la evaluación integral a realizar en el desarrollo del Plan de Seguridad del Agua, el sistema de abastecimiento ha sido evaluado a través de un ejercicio de inspección sanitaria en los puntos de captación, aducción, y tratamiento, aplicando formularios de registro para inventario sanitario. Tal como lo establece la OMS, “la inspección sanitaria ayuda a interpretar en forma correcta



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

los resultados de las pruebas de laboratorio. Los análisis de laboratorio han permitido evaluar las condiciones del agua en un momento temporal determinado para identificar posibles eventos de contaminación. La inspección sanitaria permite identificar con anticipación los riesgos que conllevan a la contaminación del agua o fallas en la operación o mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua.

Para realizar la inspección sanitaria se desarrolló en primer lugar una evaluación de las condiciones físicas del sistema y en segundo lugar una evaluación del estado de higiene. Según la OMS “las condiciones físicas del sistema de abastecimiento están relacionadas con la seguridad estructural y de funcionamiento de cada uno de los componentes que conforman el sistema de distribución de agua así como de la planta de tratamiento y su rol en la preservación y conservación de la calidad del agua. De esta manera se realizó también una evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua.

- **Evaluación de riesgos sobre la calidad del agua (35%)**

Para realizar la evaluación se seguirá un método semicuantitativo basado en matrices de riesgo (De Deere et al., 2001) adoptado por la OMS, para el cual se determinan primero todos los posibles peligros de tipo biológico, físico y microbiológico asociados con la captación que pueden afectar a la seguridad del agua; luego se determinan todos los eventos peligrosos que pueden contaminar el agua, comprometer su seguridad o interrumpir el abastecimiento; y posteriormente se evalúan los riesgos asociados a dichos eventos. Finalmente, se incluye la identificación de puntos críticos sanitarios en la Quebrada Grande, que sirvan como herramienta de gestión para el acueducto frente a la formulación del plan de vigilancia, monitoreo y control, la optimización del sistema de tratamiento de agua, entre otras acciones orientadas a garantizar la seguridad del agua.

- **Evaluación operacional del sistema de abastecimiento (50%)**

Se realiza un diagnóstico detallado de las condiciones operacionales, que incluye una evaluación previa de las condiciones hidráulicas y las condiciones estructurales del sistema desde una visión integral que permita identificar aquellos aspectos críticos de la planta que requieran modificación para mejorar su funcionamiento.

La inspección operacional es también un aspecto importante en el diagnóstico ya que también está encaminada a evaluar al personal operativo e identificar la capacidad e idoneidad del personal en el cumplimiento de sus funciones y, por ende, a minimizar los riesgos de contaminación del agua para consumo humano. Es indudable que la evaluación operacional está ligada al aspecto de capacitación o desarrollo de los recursos humanos porque permite identificar los vacíos de conocimiento del personal en general y de los especialistas de alta responsabilidad en particular.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Por medio de una proyección de la demanda de agua, ensayos de tratabilidad en la fuente de abastecimiento, entre otras herramientas, se han evaluado propuestas de optimización y alternativas de tratamiento de bajo costo, que se están evaluando bajo criterios económicos y técnicos para priorizar las alternativas y seleccionar la más apropiada.

- **Pre-diseño hidráulico de elementos del sistema (50%)**

A partir del diagnóstico anterior se viene realizando en paralelo el pre-diseño de los componentes hidráulicos del sistema para un correcto funcionamiento del mismo de acuerdo con los requerimientos del Plan de Seguridad del Agua.

✓ **Otras actividades realizadas:**

En este proyecto se realizó una capacitación mediante el curso Planes de Seguridad del Agua (PSA), el cual tiene como objetivo brindar las herramientas técnico-prácticas para realizar actividades de gestión, operación, vigilancia y monitoreo de sistemas de abastecimiento de agua, que garanticen la seguridad del servicio de agua potable en donde se evalúen y se gestionen los riesgos en todas las etapas del sistemas, desde la captación hasta la distribución al consumidor. Este curso es impartido por el Equipo Técnico Regional de Agua y Saneamiento (ETRAS), con apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Con iniciativa de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).



También se ha realizado acompañamiento a los equipos de trabajo en sesiones programadas con cada grupo y una capacitación del equipo de evaluación de



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

calidad de agua a partir de índices biológicos, en el cual se desarrollaron temas de manejo de muestras, uso de claves dicotómicas para la identificación de macro invertebrados y empleo de equipos de laboratorio (estereoscopio).



✓ Logros generales de la investigación hasta la fecha.

Hasta la fecha se ha realizado un acercamiento con la administración del acueducto de Aguasanta y la Alcaldía del municipio de San Antonio del Tequendama, en donde se trataron temas críticos del sistema de abastecimiento junto con el reconocimiento del terreno.



Así mismo se ha realizado una serie de muestreos en la zona en aspectos de reconocimiento de macro-biota antes y después de la captación de agua de la Quebrada Grande, recolección de agua para análisis de parámetros fisicoquímicos, medición del caudal que entra de la bocatoma, caracterización del estado de las unidades de tratamiento junto con el diagnóstico y reconocimiento de los riesgos presentes en el acueducto y en la población abastecida.



✓ **Producción (En desarrollo)**

- Un (1) artículo publicado en una revista indexada, de divulgación: Para la elaboración de este producto deben haberse terminado las fases de capacitación de estudiantes, consecución de información, obtención de resultados y análisis de datos, por lo tanto esta labor iniciará en los meses finales del proyecto y una vez sometido el artículo el tiempo previsto para su aceptación y publicación dependerá de las normas editoriales de la revista, el medio de verificación será mediante el comunicado que certifique que el artículo ha sido sometido.
- Un (1) producto resultado de actividades de apropiación social del conocimiento, que corresponde a la asistencia como ponente a un evento científico nacional o internacional para presentar los resultados, al igual que para el artículo, esto sólo podrá ser una vez se tengan resultados para presentar y el medio de verificación será a través del comunicado en el cual se acepta el trabajo enviado.
- Dotación de activos fijos a la Universidad que corresponden a Kits de análisis colorimétrico para análisis de aguas (Determinación de dureza total, alcalinidad, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, oxígeno disuelto, pH, cloro residual libre y combinado)



III. INFORME FINANCIERO

Solicitudes de contratos. En el presente proyecto se realizó la contratación de servicios técnicos de la Ingeniera Ambiental Dayam Soret Calderon Rivera identificada con cédula de ciudadanía 1.031'143.642 por valor de \$2'000.000, quien cumple las siguientes funciones:

- Realizar apoyo técnico y administrativo al inicio del proyecto
- Coordinar los grupos de trabajo de los auxiliares de investigación
- Planificar la fase de recolección de datos y de laboratorio
- Hacer entrega periódica de informe de actividades

Relación de rubros y valores ejecutados.

RUBROS FINANCIABLES	Monto aprobado FODEIN	Valor ejecutado	Fecha de solicitud	Fecha de recepción del recurso solicitado
Auxilio a investigadores				
Equipos				
Software				
Materiales	\$2'200.000	\$0		
Papelería				
Fotocopias				
Salidas de campo	\$600.000	\$0		
Material bibliográfico				
Servicios técnicos	\$2'000.000	\$2'000.000	11/05/2017	24/07/2017
Movilidad académica	\$2'000.000	\$0		
Imprevistos	\$680.000	\$0		
Pares Académicos	\$400.000	\$400.000	2016	2016
TOTAL				