

APOYO TÉCNICO A LA FUNDACIÓN PRO CUENCA RÍO LAS PIEDRAS EN EL
DIAGNÓSTICO Y FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DEL
RECURSO HÍDRICO EN LA VEREDA SANTA ELENA-SUBCUENCA RÍO
MOLINO-MUNICIPIO DE POPAYÁN

YENNY PATRICIA CUÉLLAR SANCHEZ



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2012

APOYO TÉCNICO A LA FUNDACIÓN PRO CUENCA RÍO LAS PIEDRAS EN EL
DIAGNÓSTICO Y FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DEL
RECURSO HÍDRICO EN LA VEREDA SANTA ELENA-SUBCUENCA RÍO
MOLINO-MUNICIPIO DE POPAYÁN

YENNY PATRICIA CUÉLLAR SANCHEZ

Trabajo de grado con modalidad de pasantía para optar el titulo de ingeniera
ambiental

Director(a):
María Elena Castro Caicedo
Ingeniera Civil. Msc Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN

2012

Notas de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Popayán, 25 de Abril de 2012

DEDICATORIA

A Dios quien me ha dado la fortaleza para seguir adelante en los momentos de flaqueza, quien me ha guiado cuando he tenido que tomar decisiones.

A mi hermanito que está en el cielo, y que aunque no está presente de cuerpo, siempre lo llevo presente en mi corazón y me ha dado la fuerza para seguir adelante.

A mis padres, por su amor, confianza, y el apoyo que me han brindado durante este proceso tanto moral como económico. A mis hermanos, y sobrinitos quienes han sido un apoyo moral.

A todas aquellas personas que confiaron en mí y me expresaron sus buenos deseos.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Fundación Pro Cuenca Río Las piedras (Liliana Recaman, Lilia Leonor Torres, Luis Alfonso Ortega, Luz Marina, Liliana Bravo, Libardo y demás) que de alguna u otra manera me colaboraron durante este proceso y manifestaron sus buenos deseos.

A los ingenieros Javier Fernandez , Luis Jorge Gonzalez y la ingeniera Maria Elena Castro por su colaboración en el asesoramiento para el desarrollo de este trabajo.

Por último a mi prima yudi, a mi amiga Diana, a Vladimir, a José, por haber confiado en mí, por ser mi apoyo, y por ser incondicionales conmigo en los momentos que más lo he necesitado.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.....	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
2. MARCO REFERENCIAL	14
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA RECEPTORA	14
2.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	16
2.2.1 Localización.....	16
2.2.2 Clima	17
2.2.3 Hidrología	17
2.2.4 Vegetación.....	17
2.2.5 Economía.	18
2.2.6 Vías de Comunicación.....	18
2.2.7 Educación	18
2.2.8 Servicios	18
2.2.9 Población.....	18
2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA RIO MOLINO.....	19
2.3.1 Geomorfología	19
2.3.2 Geología	20
2.4 MARCO LEGAL	21
2.5 SUBCUENCA.....	22

2.6	GESTION DEL RECURSO HIDRICO	22
2.6.1	Manejo del Agua.....	22
2.6.2	Usos del Agua	23
2.6.3	Calidad del Agua	23
2.6.4	Cantidad de Agua.....	27
3.	METODOLOGIA.....	28
3.1	FASES	28
3.1.1	Organización.....	28
3.1.2	Trabajo de Campo.....	29
3.1.3	Trabajo de Oficina	29
3.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA UTILIZADAS PARA EL ABASTECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE SU ESTADO (CANTIDAD Y CALIDAD)	29
3.2.1	Cantidad de agua o caudal de las fuentes de abastecimiento.....	30
3.2.2	Calidad del agua de las fuentes de abastecimiento.....	32
3.3	IDENTIFICACION DE USOS DEL AGUA Y PRIORIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE USO Y MANEJO.....	34
3.3.1	Encuestas a la comunidad.....	35
3.3.2	Taller de información.....	36
3.4	FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	36
4.	RESULTADOS	37
4.1	FUENTES DE AGUA Y SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO	37
4.1.1	Quebrada el Humuy – Acueducto Principal.....	38
4.1.2	Quebrada Alto Pesares – Acueducto San Antonio.....	39
4.1.3	Quebrada Canchoncho – Acueducto el Arado.....	39

4.1.4	Nacimiento Molino - Bosque Santa Teresa	40
4.1.5	Quebrada Flandes - Acueducto San Rafael	40
4.1.6	Quebrada Incora. Acueducto El Verdun.	41
4.1.7	Quebrada La Cumbre. Acueducto Grupo de Santa Elena).....	41
4.1.8	Otros sistemas de abastecimiento.....	42
4.2	CANTIDAD DE AGUA O CAUDAL DISPONIBLE PARA EL ABASTECIMIENTO	44
4.3	CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO.....	45
4.3.1	Nivel de calidad de las fuentes	45
4.3.2	Calidad del agua para consumo humano (Resolución 2115 de 2007)	47
4.4	USOS DEL AGUA.....	51
4.5	PROBLEMAS DE USO Y MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	58
4.6	PRIORIZACIÓN PROBLEMAS DE USO Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	62
4.7	ESTRATEGIAS PARA EL USO Y MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO	65
5.	CONCLUSIONES	67
6.	RECOMENDACIONES.....	69
	BIBLIOGRAFIA	70
	ANEXOS	72

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Nivel de calidad de las fuentes de acuerdo al grado de polución Norma Ras 2000.	33
Cuadro 2. Valores aceptables para las características fisicoquímicas - Resolución 2115 de 2007	34
Cuadro 3. Valores aceptables para las características microbiológicas – Resolución 2115 de 2007	34
Cuadro 4. Fuentes de agua utilizadas para el abastecimiento y ubicación geográfica de las bocatomas	37
Cuadro 5. Componentes de los sistemas de abastecimiento y número de familias a las que abastece	42
Cuadro 6. Cantidad de agua que ingresa a cada sistema de abastecimiento	44
Cuadro 7. Valores promedio de los parámetros de las fuentes que permiten clasificarlas de acuerdo al grado de polución	45
Cuadro 8. Valores promedio resultados análisis físico químico de las 15 muestras en cada fuente	47
Cuadro 9. Valores promedio resultados análisis bacteriológico de las 15 muestras en cada fuente	48
Cuadro 10. Nivel de complejidad	52
Cuadro 11. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema	52
Cuadro 12. Variación a la dotación neta y al nivel de complejidad del sistema	53
Cuadro 13. Demanda de agua por uso doméstico	54
Cuadro 14. Consumo normal de agua por animal	55
Cuadro 15. Demanda de agua por uso ganadero	56
Cuadro 16. Demanda total de agua en la vereda Santa Elena	56
Cuadro 17. Priorización de problemas y posibles soluciones	64

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura organizacional Fundación Río Piedras	16
Figura 2. Localización zona de estudio	17
Figura 3. Geoformas en la vereda Santa Elena	20
Figura 4. Taller socialización	28
Figura 5. Identificación fuentes de abastecimiento	30
Figura 6. Aforo con método volumétrico	30
Figura 7. Sección de aforo	31
Figura 8. Aforo con el método velocidad área	31
Figura 9. Toma de muestra para el análisis fisicoquímico	32
Figura 10. Toma de muestra para análisis Bacteriológico	33
Figura 11. Encuesta realizada a la comunidad	35
Figura 12. Localización bocatomas de los acueductos	38
Figura 13. Bocatoma acueducto principal vereda Santa Elena	38
Figura 14. Bocatoma acueducto San Antonio	39
Figura 15. Bocatoma acueducto El Arado	39
Figura 16. Bocatoma nacimiento Molino	40
Figura 17. Bocatoma acueducto San Rafael	40
Figura 18. Sistema captación acueducto El Verdum	41
Figura 19. Bocatoma acueducto Grupo Santa Elena	41
Figura 20. Tanque almacenamiento San Luis	43
Figura 21. Tanque almacenamiento familia Casamachin Bonilla	43
Figura 22. Percepción de la comunidad acerca de la calidad del agua	50
Figura 23. Como utilizan el agua para beber	50
Figura 24. Usos del agua en la vereda Santa Elena	51
Figura 25. Continuidad del servicio	57
Figura 26. Desperdicio de agua	58
Figura 27. Canales abiertos por donde circula el agua para el abastecimiento en algunos hogares	59
Figura 28. Deslizamientos que se presentan en la zona	59
Figura 29. Sistema de distribución del agua	60
Figura 30. Destino residuos sólidos orgánicos e inorgánicos	62

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato utilizado para recoger información general en campo	72
Anexo B. Formato de investigación y participación	75
Anexo C. Formato utilizado para recoger información sobre calidad de agua	80
Anexo D. Formato utilizado para recoger información sobre cantidad de agua	81
Anexo E. Formato utilizado para encuesta	82
Anexo F. Resultados aforos en cada fuente (antes y después de la bocatoma	85
Anexo G. Resultados análisis fisicoquímico	89
Anexo H. Resultados análisis bacteriológico	96
Anexo I. Formato resultado fisicoquímico de cada fuente	103
Anexo J. Formato resultado bacteriológico de cada fuente	104

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los componentes ambientales más amenazados tanto en su cantidad como en su calidad, comprometiendo la calidad de vida de la población y las posibilidades de desarrollo. El desperdicio de agua, la mala disposición de residuos sólidos, la ganadería extensiva, la tala y quema de bosques, son algunos problemas entre muchos que se pueden observar en las zonas rurales y que están deteriorando el recurso hídrico, afectando la disponibilidad del agua en calidad y cantidad en las fuentes superficiales.

Para abordar los diversos problemas de manejo de las fuentes de agua, se hace necesario realizar una gestión ambiental, orientada a la racionalización de los usos y el consumo, cuyo objetivo fundamental es la conservación de la oferta de agua, su uso más eficiente, con base en cambios de actitudes y comportamientos de los usuarios con respecto a la valoración del agua como un recurso finito. Esto se logra mediante estrategias que se llevan a cabo dentro del marco de programas que se desarrollan tanto a nivel mundial, como nacional o local con el fin de conservar los recursos, tal es el caso del programa “Análisis de vulnerabilidad a eventos extremos de cambio climático e implementación de medidas de adaptación con énfasis en conservación y gestión del riesgo en la subcuenca del río Molino (parte alta y media), Municipio de Popayán, departamento del Cauca” que se desarrolló en la Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras en convenio con PENUD, ISA y Alcaldía de Popayán.

Dentro del programa estuvieron involucradas diferentes veredas que se encuentran ubicadas en la parte alta y media de la subcuenca río Molino, entre ellas se encuentra la vereda Santa Elena en la parte alta de la subcuenca, donde se presentan algunos problemas relacionados con el recurso hídrico. Por esta razón durante el desarrollo del programa se realizó un diagnóstico del recurso hídrico donde se identificaron las fuentes de agua que se utilizan para el abastecimiento de la comunidad (afluentes de la parte alta de la subcuenca río Molino) y se evaluó su estado (calidad y cantidad), se identificó los usos del agua y problemas de uso y manejo, y de esta manera se formularon estrategias enfocadas a garantizar la calidad y cantidad del agua mediante medidas de prevención y mitigación de impactos.

Por tanto este documento presenta el trabajo que se realizó como pasantía en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán en convenio con la Universidad del Cauca, por medio de la Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar a la Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras en el proceso de diagnóstico y formulación de estrategias para la gestión del recurso hídrico en la vereda Santa Elena del Municipio de Popayán, durante el desarrollo del programa “Análisis de vulnerabilidad a eventos extremos de cambio climático e implementación de medidas de adaptación con énfasis en conservación y gestión del riesgo en la subcuenca del río Molino (parte alta y media), Municipio de Popayán, Departamento del Cauca”.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los recursos de agua utilizados para el abastecimiento y evaluar su estado (calidad y cantidad).
- Identificar los diferentes usos del agua.
- Identificar y priorizar los principales conflictos de uso y manejo del recurso hídrico.
- Formular estrategias para el uso y manejo adecuado del recurso hídrico en la vereda Santa Elena - subcuenca río Molino-Municipio de Popayán.

2. MARCO REFERENCIAL

Este trabajo se realizó en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, con la Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras durante el desarrollo del Programa “Análisis participativo de vulnerabilidad a eventos extremos de cambio climático e implementación de medidas de adaptación con énfasis en conservación y gestión del riesgo en la subcuenca del río Molino (parte alta y media)”, en desarrollo de las políticas nacionales (ver numeral 2.4 marco legal).

A continuación se presenta los aspectos generales de la Fundación Río Las Piedras, el marco legal y los conceptos teóricos más importantes que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de este trabajo.

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA RECEPTORA

La Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras se encuentra vinculada a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de la ciudad de Popayán. Es de carácter mixto y tiene 15 años de existencia. Su objetivo es propender por el manejo integral de la cuenca, para garantizar el abastecimiento del acueducto mediante la vinculación activa de los diferentes actores sociales que la integran.

Su domicilio es la ciudad de Popayán y su jurisdicción comprende las cuencas de abastecimiento del Acueducto de Popayán con los ríos Piedras, Molino, Pisojé, Palacé, Cauca y microcuencas del sector urbano.

Su misión es propiciar la integración de los factores sociales biofísicos, técnicos, ambientales y económicos que garanticen sostenibilidad a la oferta y conservación hídrica de las principales cuencas que abastecedoras de agua del Municipio de Popayán y de las microcuencas urbanas que requieran rehabilitación ambiental.

Su visión es ser un instrumento eficaz de coordinación interinstitucional de enlace y articulación con la comunidad para emprender acciones conjuntas en proyectos destinados a la conservación y desarrollo socioeconómico de los sistemas culturales y naturales, que propicien la conservación de las cuencas hidrográficas ya sea de manera directa o como organismo de gestión, en el contexto del desarrollo humano sostenible.

Servicios prestados:

Sociales

- Fortalecimiento de procesos en Organización y Participación Comunitaria.
- Educación Ambiental

Investigación

- Elaboración de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
- Caracterización Ambiental

Ambientales

- Reforestación
- Restauración ambiental
- Sistemas silvopastoriles
- Sistemas silvoagrícolas
- Producción limpia
- Seguridad alimentaria
- Producción de plántulas en viveros
- Producción de abono orgánico

Infraestructura

- Ejecución de proyectos de saneamiento básico con énfasis en solución de agua a través de construcción y mejoramiento de acueductos veredales.
- Construcción de unidades sanitarias con sistemas de tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades.
- Rectificación y recuperación de cauces
- Recuperación de espacio público a través de construcción de senderos ecológicos.

Estructura Organizacional

A continuación se presenta la estructura organizacional de la Fundación Procuenca Río Las Piedras, (Figura 1).

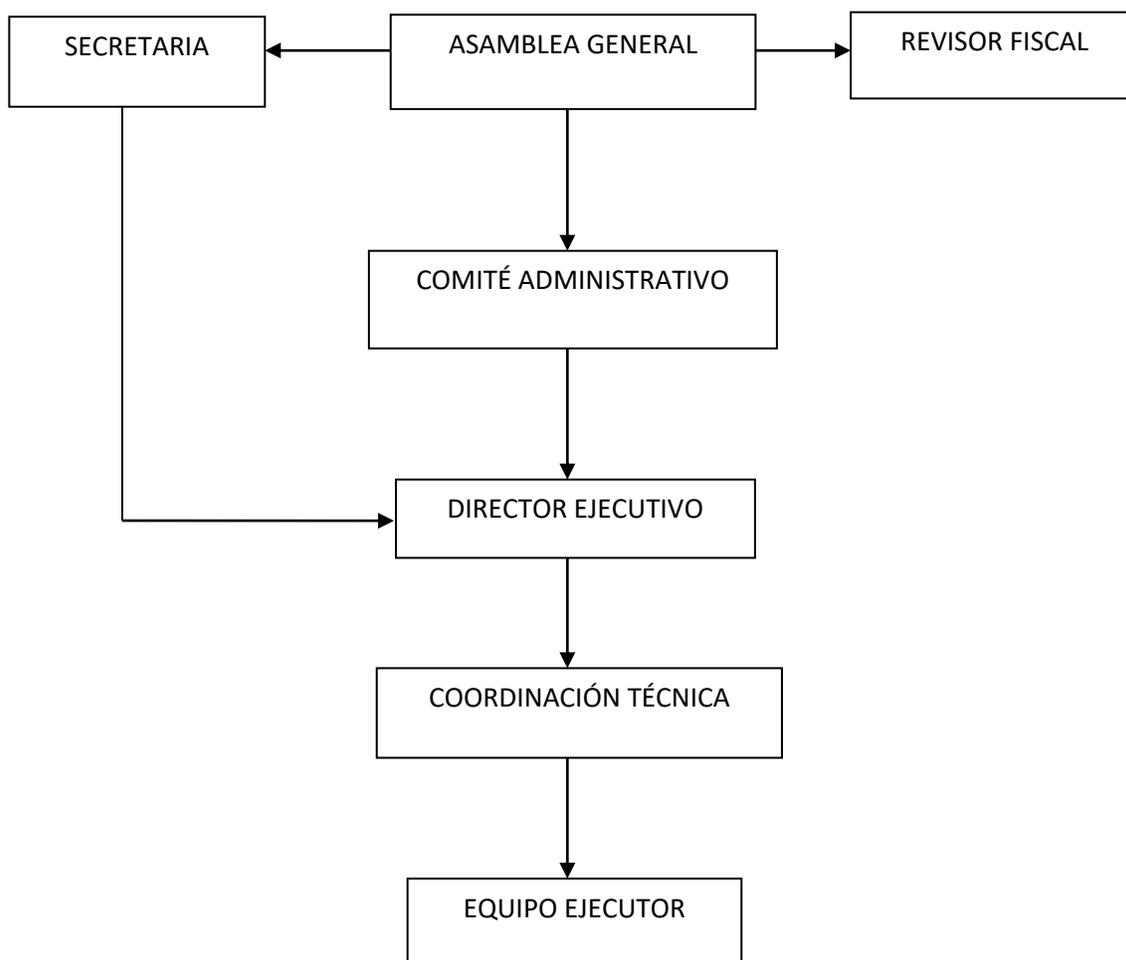


Figura 1. Estructura organizacional Fundación Pro Cuenca Rio Las Piedras
Fuente: Oficina División Ambiental, Manual de funciones, 2011

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1 Localización. La vereda Santa Elena, la cual pertenece al Municipio de Popayán en el Departamento del Cauca, está localizada al oriente de la cabecera municipal dentro del corregimiento de Santa Bárbara, sobre la parte alta de la subcuenca del río Molino. Como se puede ver en la figura 2 se enmarca con un círculo el área de estudio en la parte alta de la subcuenca.

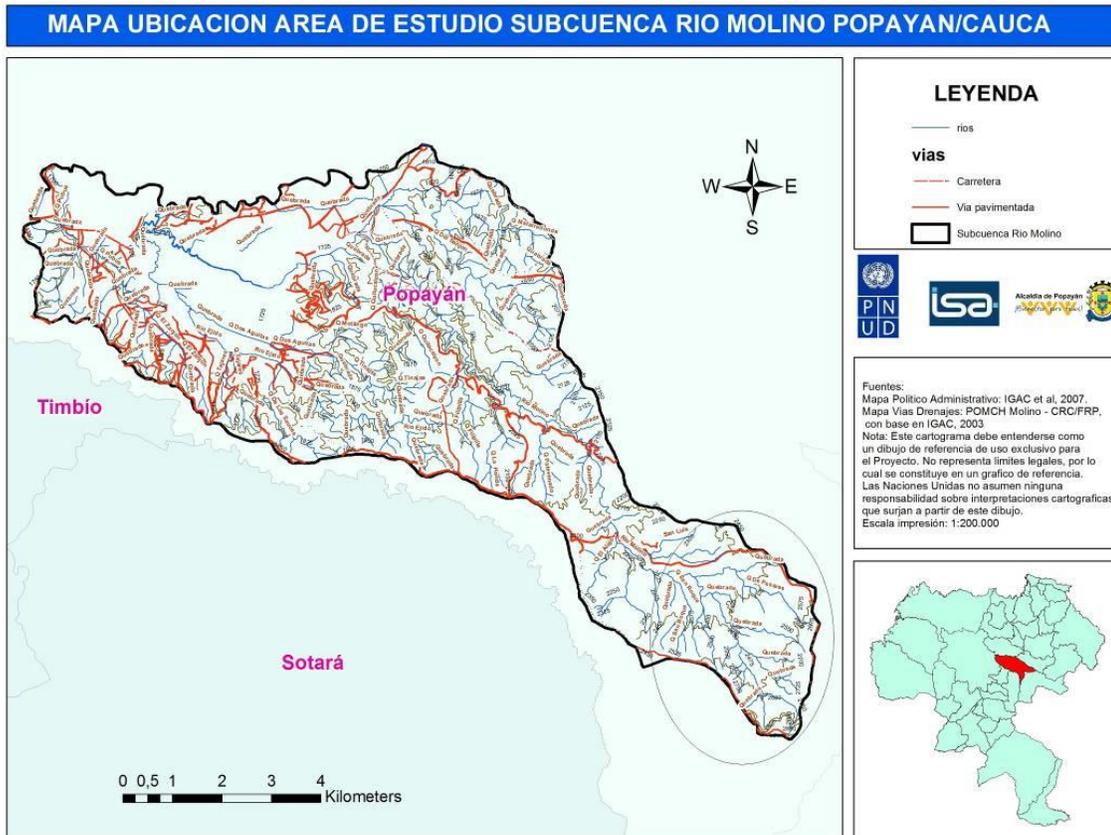


Figura 2. Localización zona de estudio

Fuente: Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras –Documento Técnico Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Río Molino-Quebrada Pubus-Julio 2006

2.2.2 Clima. La mayor parte de la zona se ubica en el piso térmico andino entre los 2300 y 2880 msnm, con un clima frío húmedo.

2.2.3 Hidrología. Las principales fuentes de agua son los afluentes de la parte alta de la subcuenca del río Molino, como lo son quebrada Canchoncho, quebrada el Humuy, quebrada Alto Pesares, quebrada Flandes, quebrada Incora, quebrada la Cumbre. Ubicándose también el nacimiento del río Molino en la vereda Santa Elena.

2.2.4 Vegetación. Existe bosque protector como tal, aunque en pequeñas áreas, nacimientos desprotegidos. El bosque de galería es sometido a frecuente uso para la extracción de leña.

2.2.5 Economía. Las actividades económicas que predominan en esta región son la ganadería extensiva, favorecida por los grandes terrenos que tienen para desarrollarla y por las condiciones del área. Contando con una población bovina aproximada de 300 animales. Se cuenta con un promedio de 5 cabezas de ganado por familia (según información suministrada por la comunidad).

Por otro lado, en esta zona existe una agricultura de subsistencia donde se encuentran huertas caseras con cultivos de pancoger. Los principales cultivos son de hortalizas, remolacha, zanahoria, cebolla, papa y maíz. Los suelos, clima y altura de este corregimiento determinan buenas condiciones básicas para estos cultivos. Igualmente, el cultivo de maíz es importante tanto por su consumo en la región, así como por la relevancia que a nivel cultural posee, teniendo en cuenta las raíces indígenas de esta comunidad, en donde la población cultiva este producto para el consumo del hogar.

2.2.6 Vías de Comunicación. La zona de estudio se encuentra atravesada por un amplio sistema de carreteras y caminos. Las carreteras principales son la que va desde Popayán hasta Coconuco, con una desviación hacia la Vereda Santa Elena, la cual se encuentra con pavimento una parte y la otra parte llegando a la zona de estudio se encuentra sin pavimento pero transitable.

Las vías de acceso dentro de la zona de estudio, que comunican la vereda con sus alrededores, son caminos de herradura por donde se movilizan los habitantes de la vereda solamente en caballo o caminando.

2.2.7 Educación. La zona cuenta con una institución educativa, con un total de 93 estudiantes, distribuidos en 5 cursos de primaria con 62 estudiantes y 5 cursos de bachillerato con 31 estudiantes.

2.2.8 Servicios. La comunidad de la vereda Santa Elena cuenta con los servicios de energía prestada por parte de la empresa Compañía Energética de Occidente, servicio de agua o soluciones de agua administrados por dos Juntas Directivas conformadas por la misma comunidad. No cuentan con servicio de salud, directamente, sino con brigadas de salud realizadas por la Secretaria de Salud de Popayán. En cada casa, en su mayoría existe al menos una línea de telefonía celular de la empresa Comcel.

2.2.9 Población. Según información suministrada por un líder comunitario la vereda Santa Elena cuenta con una población dispersa de 298 habitantes,

distribuidos en 60 viviendas. El promedio por vivienda es de 5 habitantes entre los que se encuentran 87 hombres, 79 mujeres, 56 niños, 52 niñas y 24 Adolescentes.

En la población existe una Junta de Acción Comunal conformada por el presidente de la Junta el señor Alexander Casamachin y Dos Juntas Directivas que están a cargo de los acueductos o soluciones de agua.

2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO

La subcuenca río Molino nace en la vereda Santa Elena a 10°63'10" Este, 75°29'00" Norte. Se encuentra localizada al sur occidente de Colombia, en el centro del Departamento del Cauca, hacia el oriente del Municipio de Popayán, su extensión es de 6105 ha. Pertenece a ecosistemas característicos de bosques andinos y subandinos que imprimen gran parte de la dinámica florística y faunística de la subcuenca. Este importante ecosistema es fuente de abastecimiento del Acueducto y Alcantarillado de Popayán, con un 10% de utilización de sus aguas para el sistema de Tulcán.

Según el estudio de la subcuenca del río Molino UNICAUCA 1996, la cota más alta se encuentra en la zona del bosque andino a 2850 msnm y la más baja en su desembocadura a los 1680 msnm. A su paso por la Ciudad el río Molino tiene una altitud de 1860 msnm en la bocatoma y en su desembocadura en el barrio Junín una cota de 1700 msnm.

La vereda Santa Elena se encuentra enmarcada dentro de la parte alta de la subcuenca río Molino. A continuación se presentan algunas características de este sector:

La siguiente información fue tomada del documento técnico del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Subcuenca Río Molino-Quebrada Pubus (POMCH).

2.3.1 Geomorfología. Se aprecian cuchillas alargadas en la dirección N-E controladas normalmente por la tectónica, con drenaje dendrítico espaciado a subparalelo con alta densidad (figura 3). Corresponden a la parte oriental de la cuenca y se ubica entre las cotas de los 2200 y los 2800 m.s.n.m.; constituida por rocas de la formación popayán, miembro la venta.



Figura 3. Geofomas en la vereda Santa Elena
Fuente: Propia

2.3.2 Geología

Miembro La Venta (Qplv). Son depósitos de flujos de ceniza de caída. El espesor de la unidad es aproximadamente de 40 metros, los flujos de ceniza están constituidos por un material arcilloso de color amarillo ocre producto de la meteorización. Las cenizas de caída presentan color castaño amarillento y generalmente aparecen en varias capas, éstas, al igual que los flujos de cenizas presentan cristales rotos de cuarzo de brillo vítreo y cuarzo bipiramidal, además, plagioclasa y mica.

Suelos. Son suelos evolucionados a partir de cenizas volcánicas, depositados sobre rocas metamórficas (esquistos) su profundidad efectiva es moderadamente profunda a profunda.

Los suelos son quebrados a muy quebrados ya que pertenecen a ladera de montaña, con pendientes de 25 a 50% y aun mayores. Se observan pequeñas áreas con relieve más suave. Tienen drenaje natural que varía de bueno a excesivo. Son suelos con muy alto contenido de carbón orgánico. Además la reacción es de muy fuerte a ligeramente ácida los contenidos de aluminio disminuyen con la profundidad. La relación calcio magnesio es equilibrada.

Usos del Suelo. Actualmente estas tierras están explotadas en cultivos limpios de pancoger papa y maíz; pastos naturales en ganadería de tipo extensivo; los bosques naturales han sido parcialmente destruidos, persisten restos de roble, encenillo, chilco, siete cuero, alisos y helechos; además se encuentra en la zona una pequeña área con bosques comerciales en pino y algunas zonas con cobertura en rastrojo.

En la parte alta de la subcuenca del río el Molino se han identificado una serie de deslizamientos, la mayoría translacionales, tipo flujo de tierra, pero también rotacionales; además, intensos procesos de erosión por sobrepastoreo. Estos fenómenos se producen por el uso inadecuado de los suelos y la tala indiscriminada en el área de pendientes muy fuertes y con suelos de poco espesor, que favorecen los procesos de infiltración de las aguas lluvias. Las aguas que se infiltran circulan entre el plano que genera la roca fresca y la escasa cobertura del suelo, provocando deslizamientos muy superficiales, tipo flujos de tierra.

2.4 MARCO LEGAL

Antes de la Constitución de 1991, la gestión del agua estaba contemplada en el Código de los Recursos Naturales Renovables (Decreto-Ley 2811 de 1974), el Código Sanitario y los decretos reglamentarios, con la nueva Carta Política y la reorganización del Sistema Nacional Ambiental (Ley 99 de 1993) se abren posibilidades para un promisorio modelo de gestión de este vital recurso.

Mediante la Ley 99 de 1993 se creó el Ministerio del Medio Ambiente, hoy en día Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales, encargado de realizar, entre otras tareas, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

La Gestión del Recurso Hídrico surge como la culminación de una serie de iniciativas de parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por establecer directrices unificadas para el manejo agua en el país, que además de apuntar a resolver la actual problemática del recurso hídrico, permitan hacer uso eficiente del recurso y preservarlo como una riqueza natural para el bienestar de las generaciones futuras de los Colombianos.

Las principales normas que regulan la gestión de los recursos hídricos en Colombia son las siguientes:

- Constitución Política de Colombia 1991
- Ley 99 de 1993. Mediante la cual se crea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Decreto – Ley 2811 de 1974. Código de los Recursos Naturales Renovables.
- Ley 09 de 1979. Código Sanitario Nacional.
- Decreto 1541 de 1978. Concesiones de agua.
- Decreto 1594 de 1984. Usos del agua y el manejo de los residuos líquidos.
- Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
- Decreto 1575 de mayo de 2007. Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.
- Resolución 2115 de junio de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

2.5 SUBCUENCA

Una subcuenca es aquel territorio limitado por elevaciones del terreno donde se recogen las aguas de un arroyo, quebrada o río menor, las cuales desembocan en un cuerpo de agua mayor.

Las subcuencas hidrográficas, también conocidas como zonas de captación son cruciales para el ciclo del agua, ya que son las unidades del paisaje donde se junta toda el agua de superficie y está disponible para su uso. Por lo tanto, tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se deben tomar a nivel de cuencas y subcuencas. (WWF, s.f).

2.6 GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

La gestión es una respuesta de la última década a los problemas mundiales, regionales, nacionales y locales de escasez, calidad y saneamiento del agua.

La gestión del recurso hídrico es asegurar el mejor uso de los recursos disponibles, prevenir la contaminación y reducir los conflictos que usualmente genera el acceso al agua dulce de alta calidad. En este sentido, es necesario que la gestión se realice de manera participativa en donde estén representados todos los usuarios del agua (OMS, 1997).

2.6.1 Manejo del Agua. El manejo del agua es un proceso mediante el cual se promueve la gestión coordinada y planificada del agua, suelo y los recursos

relacionados, con el fin de optimizar los beneficios económicos y el bienestar social sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

Los problemas del manejo de los recursos hídricos, que pueden surgir, tienen que ver con decisiones sobre el uso del agua o la tierra que afectan la cantidad o calidad del agua superficial o subterránea. En este caso la gestión del agua, debe desempeñar un papel crítico en las estrategias para resolver los problemas que se presentan en una determinada zona, basándose en la participación de los usuarios y los responsables de las decisiones a todos los niveles.

2.6.2 Usos del Agua. Desde el punto de vista de la sociedad humana, el agua se utiliza en diferentes roles, principalmente:

- Agua para consumo humano directo (vital).
- Agua para usos domésticos (lavado, sanitario, cocina).
- Agua para usos industriales (medio térmico, transporte de materiales, medio de reacción, solvente, lavado).
- Agua para fines de regadío agrícola, en actividad pecuaria, forestal, etc.
- Agua como medio para la producción de especies marinas (peces, algas, moluscos, etc.).
- Agua como recurso para la generación de energía eléctrica.
- Agua como medio recreacional.
- Agua como medio receptor de los residuos de la actividad humana.

Estos usos del agua implican requerimientos de calidad y cantidad que deben ser mantenidos para garantizar su consumo sin daños a la salud de las personas y un desarrollo económico sustentable.

2.6.3 Calidad del Agua. El agua al entrar en contacto con el suelo y la atmosfera va adquiriendo elementos o compuestos, los cuales pueden estar en suspensión o en solución verdadera según el tamaño de las partículas que esta acarrea, confiriéndole al agua ciertas características de tipo físico, químico y microbiológico, siendo necesario realizar pruebas específicas para determinar la presencia de todo tipo de sustancias o elementos presentes.

La calidad del agua se expresa mediante la concentración de estos elementos y compuestos, o sea determinando sus características físicas, químicas y

microbiológicas, mediante pruebas de laboratorio estandarizados. Está determinada fundamentalmente por el uso que se le vaya a dar, ya que para satisfacer diferentes necesidades las características permisibles o deseables, varían sustancialmente. Por tanto, el término “calidad” debe considerarse con relación al uso que se quiere hacer de ella.

En todos los países las regulaciones de control ambiental establecen estándares de calidad de agua de acuerdo a su potencial de uso.

En Colombia, el nivel de calidad del agua en la fuente de acuerdo al grado de polución se presenta en la Norma RAS, y los límites permisibles para el agua para consumo humano se encuentran contemplados en el decreto 1575 de mayo de 2007- resolución 2115 de junio de 2007.

Parámetros Para Determinar La Calidad del Agua. Los parámetros para medir la calidad del agua se clasifican en físicos-químicos y bacteriológicos, que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua.

Entre los más utilizados para determinar la calidad del agua son los siguientes:

Parámetros físico-químicos. Se denominan físicos porque pueden ser detectados por medio de los sentidos, lo cual implica que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua, es decir, en su buena presentación.

- **Temperatura.** La temperatura del agua está determinada por múltiples factores:

La temperatura afecta la velocidad de las reacciones químicas, amplifica olores y sabores.

Es importante tenerla en cuenta porque de ella dependen el tipo de organismos que puedan desarrollarse en el agua.

En igual forma, de ella dependen: la cantidad de gases disueltos, la desinfección con cloro y las condiciones de tratamiento. (IDROBO, 2010)

- **Color.** El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso, un color negro. El color natural en el agua existe debido al efecto de

partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. (ROJAS, 2005)

- **Olor y sabor.** Estos parámetros son determinaciones organolépticas y subjetivas, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registros, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano.

El olor y sabor del agua son producidos, fundamentalmente por algas, materia orgánica en descomposición, desechos industriales y sales de diferentes orígenes. (ROJAS, 2005).

- **Turbiedad.** La turbiedad es el fenómeno óptico que puede medirse por la mayor o menor resistencia del agua al paso de la luz. Puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, de tamaño variable entre las dispersiones coloidales y las gruesas (SAWYER, 2001).

- **Conductividad.** La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es Indicativo de la materia ionizable total presente en el agua. Las sales disueltas son las que permiten al agua conducir electricidad. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, la cantidad de sales solubles en agua se mide por la electro-conductividad (CASTRO, 2010)

- **pH.** Es la intensidad de acidez y/o alcalinidad de una muestra de agua.

Si el pH del agua se encuentra entre 6.5 y 9.0 se considera aceptable para los procesos de tratamiento.

Es importante considerar el pH del agua, porque tiene efecto sobre los procesos de tratamiento y se relación con la obstrucción y deterioro de las redes de acueducto.

Además el pH determina las reacciones químicas afectando, por ejemplo, el proceso de desinfección con cloro.

Las actividades biológicas se desarrollan en un intervalo de pH entre 6 y 8. (IDROBO, 2010)

- **Alcalinidad.** La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas (OH-) (ROJAS, 2005).
- **Dureza Total.** Aguas duras son las que no permiten que se disuelva el jabón, es decir, no dejan hacer espuma. La dureza afecta procesos industriales y en algunos casos puede dar sabor al agua. Cuando las aguas son muy suaves o blandas disuelven rápidamente el jabón. (IDROBO, 2010)
- **Oxígeno disuelto.** El oxígeno en el agua es importante para mantener la vida acuática y es un indicador de buena calidad del agua para consumo humano. Su ausencia puede representar la presencia de metano, ácido sulfhídrico y otros gases no deseables.
- **Sólidos disueltos totales.** Los sólidos disueltos son una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las aguas subterráneas como en la superficial (CRC, Fundación Rio Piedras, 2006)
- **Cloruros.** El ión cloruro (Cl-) forma sales muy solubles, suele asociarse con el ión Na+, esto en aguas muy salinas. Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al tamaño del ión que puede penetrar la capa protectora en la inter-fase óxido-metal y reaccionar con el hierro estructural.
- **Nitritos (NO₂-).** Los nitritos son indicadores químicos de procesos de degradación de la materia orgánica. Representan un grado intermedio inestable y tóxico del proceso de oxidación bacteriana de proteínas – amonio – nitritos – nitratos. Los nitritos son indicadores de contaminación, la cual indica una nitrificación todavía no terminada.

El nitrito es la segunda etapa del ciclo del nitrógeno, es el paso posterior a la formación del Amonio y previo a la formación de Nitratos (CRC, Fundación Rio Piedras, 2006).

- **Hierro.** Es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ión Ferroso (Fe⁺⁺), o más oxidado como ión férrico (Fe⁺⁺⁺). La estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, ó composición de la solución. Afecta a la

Potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones.

Parámetros Bacteriológicos. La bacteria escherichia coli y el grupo coliforme en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal.

A través de los análisis bacteriológicos se determina el riesgo que involucra consumir el agua. El parámetro más comúnmente utilizado para medir la calidad biológica del agua son los coliformes (totales y fecales) utilizando el método del recuento de colonias conocido como número más probable (NMP) (IDROBO, 2010).

2.6.4 Cantidad de Agua. La cantidad de agua es el caudal o volumen de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. El caudal está en función de la sección a través de la velocidad a la que atraviese la sección. Se expresa en litros o metros cúbicos por segundo (l/s o m³/s).

También se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a una dotación de agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas: bebida, cocina, higiene personal, limpieza de la vivienda y lavado de ropa (OPS, 2004).

3. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta los objetivos a cumplir, este trabajo comprendió tres fases que se desarrollaron durante 4 meses, con dedicación de ocho horas diarias con el apoyo logístico y de transporte por parte de la Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras, bajo la dirección de la ecóloga Liliana Recamán y por parte de la Universidad del Cauca la ingeniera María Elena Castro Caicedo.

A continuación se describe inicialmente en forma general cada una de las fases llevadas a cabo y posteriormente la metodología particular aplicada para el cumplimiento de cada objetivo.

3.1 FASES

3.1.1 Organización. Inicialmente se recogió información sobre la zona de estudio en el documento Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán (POT) y en el Plan de Ordenación y Manejo de las Subcuenca Hidrográfica Río Molino-Pubus (POMCH) para tener una información general acerca de la zona.

Se convocó a la comunidad a una reunión para realizar un taller de socialización, y obtener información acerca de la zona por parte de la población de la vereda, se identificaron actores sociales o informantes claves como el presidente de la Junta el señor Alexander Casamachin y su hermano Eduar Casamachin que brindaron acompañamiento durante el proyecto, (Figura 4).



Figura 4. Taller socialización
Fuente: Propia del estudio

Se programaron los recorridos por la zona de estudio con el líder comunitario y las reuniones con la comunidad de la vereda Santa Elena.

Se prepararon los mapas básicos y se elaboraron las encuestas a desarrollar teniendo en cuenta temas relacionados como fuentes de abastecimiento, usos del agua, manejo de residuos sólidos, entre otros que están relacionados de forma directa o indirecta con el recurso hídrico.

Se elaboraron los formatos para recoger información general en los recorridos de campo e información del muestreo de calidad de agua y medición de caudal. (Anexo A, B, C y D).

3.1.2 Trabajo de Campo. Se realizaron visitas al área de estudio con el fin de hacer un reconocimiento de la zona, identificar las fuentes de abastecimiento (afluentes de la parte alta de la subcuenca río Molino), la población, las actividades productivas y los problemas de uso y manejo fácilmente reconocibles.

Mediante metodología participativa se desarrollaron talleres y encuestas a la comunidad que permitieron recolectar información general y específica acerca de las fuentes de abastecimiento, los diferentes usos del agua y los problemas de uso y manejo.

3.1.3 Trabajo de Oficina. Se sistematizó la información recogida en los recorridos de campo, encuestas y talleres realizados a la comunidad, posteriormente fue procesada y analizada dicha información para formular estrategias enfocadas a una gestión adecuada del recurso hídrico.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA UTILIZADAS PARA EL ABASTECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE SU ESTADO (CANTIDAD Y CALIDAD)

Se realizó recorridos de campo con el líder comunitario por las fuentes de abastecimiento logrando ubicar y conocer las bocatomas de los acueductos o soluciones de agua, las cuales fueron georeferenciadas con un GPS marca Magellan-MobileMappe, (Figura 5).



Figura 5. Identificación fuentes de abastecimiento
Fuente: Propia del estudio

3.2.1 Cantidad de agua o caudal de las fuentes de abastecimiento. Para medir los caudales, se realizaron aforos en la corriente de agua antes de la bocatoma y después de la bocatoma en cada una de las fuentes, determinando el caudal que ingresa al sistema de abastecimiento por diferencia entre los caudales registrados antes y después de la bocatoma.

Se tuvo en cuenta las condiciones de la fuente para determinar el método de aforo a utilizar. Los aforos se desarrollaron en época de verano, durante tres meses, en los cuales se realizaron 15 muestreos en cada fuente.

- **Método volumétrico.** Se utilizó en fuentes de agua en donde se podía encausar la corriente y utilizando un recipiente de volumen conocido, se midió el tiempo que tardaba en llenar la corriente de agua el recipiente. Para obtener el caudal se dividió el volumen en litros entre el tiempo que tardó en llenarse en segundos (L/s), (Figura 6).



Figura 6. Aforo con método volumétrico
Fuente: Propia del estudio

- **Método velocidad-área.** Para este método se utilizó un equipo de ultrasonido con el que se midió la velocidad de la corriente de agua.

Las mediciones de velocidad se hicieron a una profundidad de $0.4h$ por debajo del agua, siendo h la profundidad total de la lámina de agua. A continuación se presenta la figura 7 correspondiente a la sección de aforos.

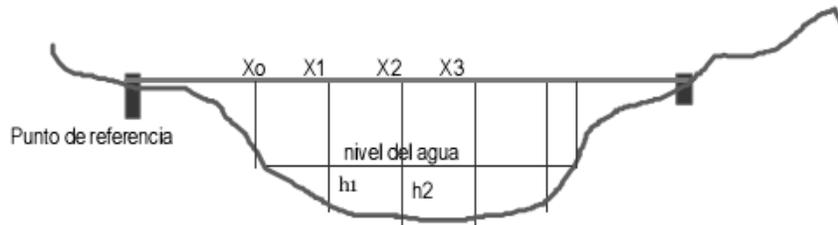


Figura 7. Sección de aforo.

A partir del punto de referencia y con una longitud (x) se fijo un incremento (10 cm, 20 cm, etc.) dependiendo de las características de la sección, se efectuó el abscisado de la sección; para cada vertical establecida y se midió la profundidad total y se sumergió el equipo para medir la velocidad a $0.4h$. Con los datos obtenidos en campo se calculó el caudal mediante una hoja de cálculo de Excel, (Figura 8).



Figura 8. Aforo con el método velocidad-área
Fuente: Propia del estudio

3.2.2 Calidad del agua de las fuentes de abastecimiento. La calidad del agua se evaluó durante tres meses tomando 15 muestras en cada fuente al mismo tiempo que se aforaron las fuentes para evaluar la cantidad.

Se tomaron dos muestras simples de agua en cada una de las fuentes en las bocatomas, en partes lo suficientemente profundas en el centro de la quebrada, una para análisis físico-químico y la otra para análisis bacteriológico.

- **Muestras para análisis fisicoquímico.** Para análisis físico químico se tomo 1 litro de agua en un recipiente de plástico, debidamente limpio, se enjuago el frasco una vez con el agua de las fuente analizar, la muestra se tomo en sentido contrario a la corriente en un sitio representativo del cauce, (Figura 9).



Figura 9. Toma de muestra para el análisis Físicoquímico
Fuente: Propia del estudio

Los parámetros físico-químicos evaluados fueron conductividad, turbiedad, color aparente, pH, Alcalinidad Total, Dureza Total, Hierro Total, S.D.T (Sólidos Disueltos Totales), Nitritos, Oxígeno Disuelto y Cloruros.

- **Muestras para análisis bacteriológico.** Se utilizaron recipientes de vidrio neutro de 120 mL, esterilizados, de boca ancha, con tapa protectora y cierre hermético para evitar escapes de agua.

Para tomar la muestra, se ubicó el punto de muestreo, se sumergió el frasco hasta una profundidad aproximada de 20 cm con la boca orientada en sentido de la corriente y se aflojo la tapa para quitarla dentro del agua y recoger la muestra, dejando un espacio vacío para facilitar la agitación del agua antes de su análisis, inmediatamente se coloco la tapa dentro del agua, (Figura 10).



Figura 10. Toma de muestras para análisis bacteriológico
Fuente: Propia del estudio

Los parámetros bacteriológicos analizados fueron Mesofilos, Coliformes y E. Coli.

Los parámetros: físico-químico y bacteriológico, permitieron determinar la calidad del agua para consumo humano, y las condiciones actuales en las que se encuentra el recurso. Los análisis de agua fueron realizados en el laboratorio del Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Se tuvo en cuenta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000 (Cuadro 1) como referencia para determinar el nivel de calidad de las fuentes.

Cuadro 1. Nivel de calidad de las fuentes de acuerdo al grado de polución

Parámetros	Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	1. Fuente Aceptable	2. Fuente Regular	3. Fuente Deficiente	4. Fuente muy deficiente
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	0 - 50	50 - 500	500 - 5000	> 5000
Oxígeno Disuelto mg/L	≥ 4	≥ 4	≥ 4	< 4
pH promedio	6.0 - 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
Turbiedad (UNT)	< 2	2 - 40	40 - 150	≥ 150
Color Verdadero (UPC)	< 10	10 - 20	20 - 40	≥ 40
Gusto y Olor	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L – Cl)	< 50	50 - 150	150 - 200	300
Fluoruros (mg/L – F)	< 1.2	< 1.2	< 1.2	> 1.7
Tratamiento	(1) Desinfección + Estabilización	(2) Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) Pretratamiento + (Coagulación + Sedimentación + Filtración Rápida) o (filtración lenta diversas etapas) + (1)	(4) (3)+ Tratamientos Específicos

Fuente: Norma RAS. Título 2, Capítulo 13. Calidad de la fuente y grado de tratamiento.

El RAS establece que el agua para consumo humano debe cumplir con los requisitos de calidad fisicoquímica y microbiológica exigidos en el Decreto 1575 de junio de 2007-resolución 2115. Por tanto se utilizó la resolución 2115 como referencia para determinar la calidad del agua que ingresa a los sistemas de abastecimiento para consumo humano.

Los valores permisibles establecidos en la resolución 2115 para las características fisicoquímicas se encuentran en el cuadro 2 y para las microbiológicas en el cuadro 3, los cuales fueron comparados con los resultados de los valores promedios arrojados para cada fuente.

Cuadro 2. Valores aceptables para las características fisicoquímicas - Resolución 2115 de 2007

Parámetros Físico - Químicos	Unidades	Valores Aceptables (Res. 2115 de junio de 2007)
Conductividad	Microsiemens/cm	≤1000
Turbiedad	N.T.U	≤ 5
Color Aparente	Pt.Co	≤15
pH	Unidades	6,5 – 9,0
Alcalinidad Total	mg/L	≤ 200
Dureza Total	mg/L	≤ 300
Hierro Total	mg/L	≤ 0,3
Sólidos Disueltos Totales (S.D.T)	mg/L	≤ 500
Nitritos	mg/L	≤ 0,1
Cloruros	mg/L	≤ 250

Cuadro 3. Valores aceptables para las características microbiológicas - Resolución 2115 de 2007

Técnicas Utilizadas	Coliformes Totales	Coli Fecal
Filtración por membrana	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL
Sustrato definido	0 microorganismos en 100 mL	0 microorganismos en 100 mL

3.3 IDENTIFICACIÓN DE USOS DEL AGUA Y PRIORIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE USO Y MANEJO

Mediante los diferentes recorridos hechos por la zona de estudio y por medio de las encuestas realizadas a la comunidad se pudo identificar los usos que le dan al agua y los problemas de uso y manejo.

3.3.1 Encuestas a la comunidad. Se encuestaron 30 hogares al azar de 60 hogares que conforman la comunidad de la vereda Santa Elena, 1 persona por hogar.

Las encuestas utilizadas se estructuraron para obtener información sobre usos del agua, problemas de uso y manejo de recurso hídrico, disposición de residuos sólidos y líquidos, calidad del agua. (Anexo E)

Se estudió cada una de las actividades y de acuerdo con sus características, se analizaron aspectos relevantes en términos de desechos y descargas que podrían incidir en la calidad del agua.

Esta metodología participativa permitió recolectar información general y específica acerca de usos del agua, disposición de residuos sólidos y líquidos, saneamiento básico, calidad del agua, actividades productivas, manejo del recurso hídrico, problemas de uso y manejo del recurso.

Dichas entrevistas fueron aplicadas a un representante por familia. Tuvieron un marco muestral representado por la lista de las personas cabezas de hogar, donde se encuestaron a 30, es decir 30 hogares de 60 hogares que representan la población de la vereda Santa Elena, ya que es un poco complicado hacer la encuesta a toda la comunidad por la distribución de las casas en la zona de estudio, (Figura 11).



Figura 11. Encuestas realizadas a la comunidad
Fuente: Propia

3.3.2 Taller de información. Se realizó una reunión con la comunidad para priorizar los problemas identificados de uso y manejo del agua, en la zona de estudio.

El objetivo de producir un diagnóstico socio ambiental de la zona de estudio, determinó la necesidad de organizar una convocatoria amplia a los distintos actores que territorialmente se ubican en ella.

Los talleres o reuniones fueron desarrollados con la entrega de datos relativos a la calidad del agua y los resultados de las encuestas. Se buscaba, por un lado, validar el diagnóstico preliminar sobre los datos y, por otro lado, recoger y sistematizar el conocimiento de la comunidad a partir de la discusión de la problemática socio ambiental de la zona de estudio.

Estos talleres sirvieron para que tuvieran la oportunidad de interactuar con los otros actores de su región, al mismo tiempo que compartían información y construían un análisis conjunto de la realidad socio ambiental de la vereda.

Contenidos de los talleres

Se presentaron los siguientes contenidos:

- Percepción de los participantes respecto a los temas relacionados con el agua.
- Verificación de la información diagnosticada.
- Análisis e identificación de los problemas relacionados con el uso y manejo del recurso hídrico.
- Priorización de los problemas de uso y manejo del recurso hídrico.
- Selección de alternativas de solución.

3.4 FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Finalmente con la información debidamente procesada y teniendo en cuenta los problemas de uso y manejo del recurso hídrico que presenta la zona de estudio, se procedió a formular estrategias para la gestión del recurso hídrico en la vereda Santa Elena.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos después de analizar la información adquirida mediante recorridos de campo por la zona de estudio, talleres de información y encuestas realizadas en cuanto a fuentes de agua que abastecen a la comunidad de la vereda y sus respectivos sistemas de abastecimiento, cantidad de agua u oferta de agua por cada sistema de abastecimiento, la calidad del agua, los usos del agua y problemas de uso y manejo del recurso hídrico, se presentan a continuación:

4.1 FUENTES DE AGUA Y SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

En la vereda Santa Elena se identificaron 7 fuentes de abastecimiento (quebradas y nacimientos). En el cuadro 4 se presenta el nombre del sistema de abastecimiento (acueducto) con su respectiva fuente de abastecimiento y con las coordenadas planas que se tomaron en las bocatomas. En la figura 12 se la localización de las bocatomas, representada por medio de puntos y posteriormente se describen los sistemas de abastecimiento.

Cuadro 4. Fuentes de agua utilizadas para el abastecimiento y ubicación geográfica de las bocatomas

Fuente de agua	Sistemas de abastecimiento	Coordenadas de las Bocatomas	
		Latitud	Longitud
Quebrada el Humuy	Acueducto Principal	2°23'23.99"	76°30'38.28"
Quebrada Alto Pesares	Acueducto San Antonio	2°22'58.02"	76°30'22.99"
Quebrada Canchoncho	Acueducto El Arado	2°22'46.7"	76°30'32.4"
Nacimiento Bosque Sta Teresa	Nacimiento Molino	2°21'53.8"	76°30'35.8"
Quebrada Flandes	Acueducto San Rafael	2°22'34.5"	76°31'29.0"
Quebrada Incora	Acueducto El Verdun	2°22'41.8"	76°31'45.5"
Quebrada La Cumbre	Acueducto Grupo de Santa Elena	2°22'53.70"	76°31'55.80"

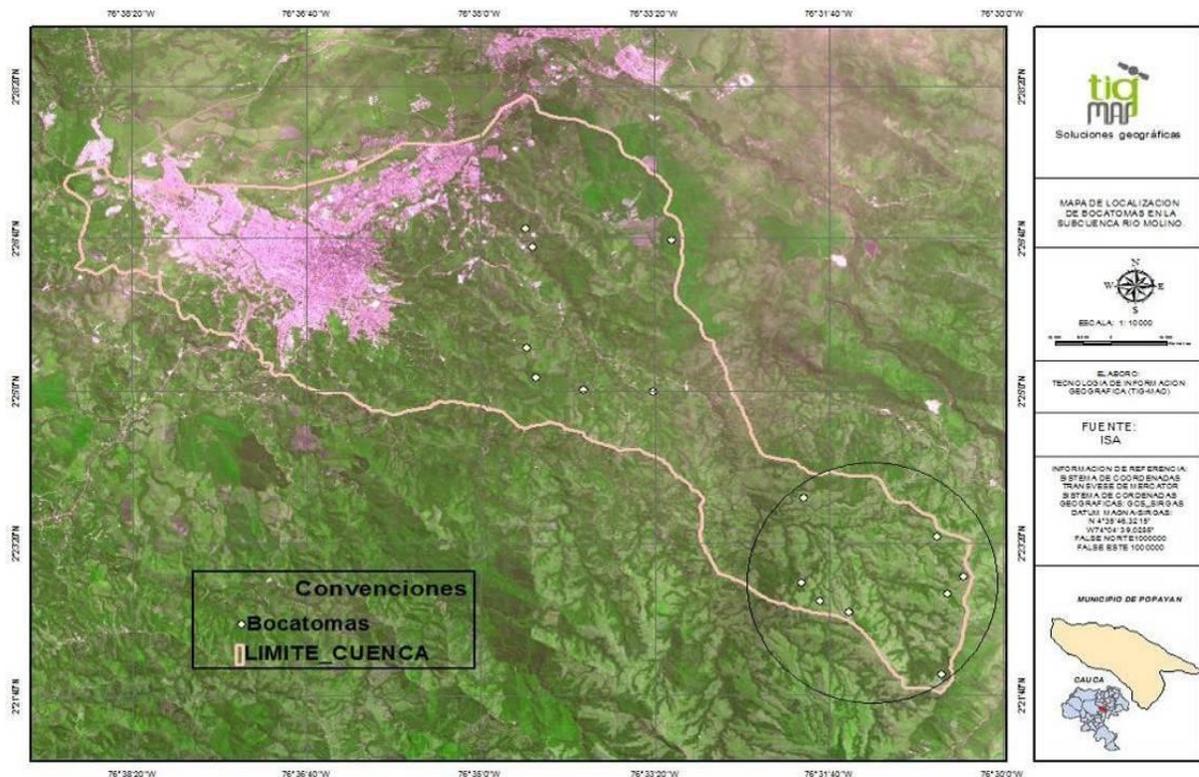


Figura 12. Localización bocatomas de los acueductos
Fuente: Tig Map

4.1.1 Quebrada el Humuy – Acueducto Principal. El sistema de captación cuenta con una bocatoma con rejilla de fondo, 1 desarenador de dos cámaras en buenas condiciones, 3 tanques de almacenamiento y la tubería de conducción de 3” con una longitud aproximada de 240 m. Abastece 18 familias, a la Institución educativa y al cementerio, (Figura 13).



Figura 13. Bocatoma acueducto principal vereda Santa Elena
Altura 2531 msnm
Fuente: Propia

4.1.2 Quebrada Alto Pesares – Acueducto San Antonio. El sistema de abastecimiento cuenta con una bocatoma con rejilla de fondo, 1 desarenador, 1 tanque de almacenamiento y la tubería de conducción. Abastece a 8 familias, (Figura 14).



Figura 14. Bocatoma acueducto San Antonio
Altura 2643 msnm
Fuente: Propia

4.1.3 Quebrada Canchoncho – Acueducto el Arado. El sistema cuenta con una bocatoma, 1 desarenador en buen estado, 1 tanque de almacenamiento y la manguera de polietileno de 1 1/2" que conduce el agua. Abastece 13 familias, (Figura 15).

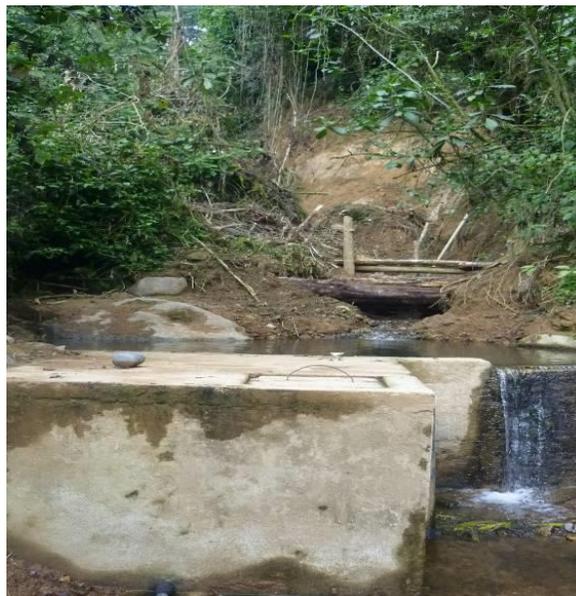


Figura 15. Bocatoma acueducto El Arado
Altura 2599 msnm
Fuente: Propia

4.1.4 Nacimiento Molino - Bosque Santa Teresa. El sistema cuenta con bocatoma, desarenador, 1 tanque de almacenamiento de plástico y tubería de conducción. El agua se capta del nacimiento del río Molino, ubicado en el Bosque Santa Teresa. Abastece a 2 familias, (Figura 16).



Figura 16. Bocatoma acueducto Nacimiento Molino
Altura 2698
Fuente: Propia

4.1.5 Quebrada Flandes - Acueducto San Rafael. El sistema tiene un desarenador de una cubierta en buen estado. De allí sale manguera de polietileno de 1". Abastece a 6 familias, (Figura 17).



Figura 17. Bocatoma acueducto San Rafael
Altura 2585
Fuente: Propia

4.1.6 Quebrada Incora. Acueducto El Verdun. Se capta mediante un tubo de 1", tiene un desarenador. Abastece 6 familias, mediante canal abierto, (Figura 18).



Figura 18. Sistema captación acueducto El Verdun
Altura 2490
Fuente: Propia

4.1.7 Quebrada La Cumbre. Acueducto Grupo de Santa Elena. El sistema cuenta con bocatoma de fondo, desarenador de una cubierta en buen estado, 1 tanque de almacenamiento y una manguera de polietileno de 1½" de aproximadamente 3 km de longitud. Abastece a 6 familias. su caudal se mantiene en verano, (Figura 19).



Figura 19. Bocatoma acueducto Grupo Santa Elena
Altura 2448 msnm
Fuente: Propia

Debido a la baja cantidad de población y por encontrarse en una zona rural, los acueductos no son administrados por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, sino por dos Juntas Directivas, que cobran una tarifa fija, porque no cuentan con medidores de consumo de agua en cada uno de los hogares.

En el cuadro 5 se presenta el resumen de los acueductos con las respectivas fuentes de abastecimiento, el sistema con el que cuentan y el número de familias.

Cuadro 5. Componentes de los sistemas de abastecimiento y número de familias a las que abastece

Fuente	Sistema de Abastecimiento	Componentes del Sistema de Abastecimiento	Número de Familias que abastece
Quebrada el Humuy	Principal	1 bocatoma, 1 desarenador 3 tanques de almacenamiento tubería de conducción	18
Quebrada Alto Pesares	San Antonio	1 bocatoma, 1 desarenador, 1 tanque de almacenamiento la tubería de conducción	8
Quebrada Canchoncho	El Arado	1 bocatoma, 1 desarenador, 1 tanque de almacenamiento la tubería de conducción	13
Nacimiento Bosque Santa Teresa	Nacimiento Molino	1 bocatoma 1 desarenador, 1 tanque de almacenamiento de plástico tubería de conducción	2
Quebrada Flandes	San Rafael	1 bocatoma, 1 desarenador, 1 tubería de conducción; se requiere 1 tanque de almacenamiento	6
Quebrada Incora	El Verdun	Se capta mediante un tubo de 1"	6
Quebrada La Cumbre	Grupo Santa Elena	1 bocatoma, 1 desarenador, 1 tanque de almacenamiento tubería de conducción	6

4.1.8 Otros sistemas de abastecimiento. A lo largo de los recorridos se encontraron soluciones de agua que se encargan de abastecer algunos predios en particular, como lo es el caso de un tanque pequeño de almacenamiento San Luis

(Figura 20), que abastece a 3 familias, ubicado en el predio del señor Moises Lebasa.

El agua se capta de un nacimiento de agua que se encuentra en el predio. Se requiere la construcción de una bocatoma y mejorar el desarenador. La captación es por toma directa y la tubería es en polietileno de 1”.



Figura 20. Tanque almacenamiento San Luis
Latitud 2°22'56.65"
Longitud 76°30'27.17"
Altura 2626
Fuente: Propia

En el predio de la familia Casamachin Bonilla, también se encuentra ubicada una solución de agua que se toma directamente de la Quebrada La Paila, el agua es conducida por manguera de 1” (figura 21) y abastece a cuatro familias. La utilizan para consumo humano y bebederos de ganado.



Figura 21. Tanque almacenamiento familia Casamachin Bonilla
Fuente: Propia

La vereda Santa Elena es considerada la zona de producción hídrica de la subcuenca río Molino, donde se encuentran principalmente tomas rudimentarias para el abasto de predios con pequeñas extensiones.

4.2 CANTIDAD DE AGUA O CAUDAL DISPONIBLE PARA EL ABASTECIMIENTO

El aporte de agua superficial o caudal que ingresa a cada sistema de abastecimiento de la zona se reportan en el cuadro 6; es el promedio de los caudales determinados con los datos obtenidos de los aforos que se realizaron en cada una de las fuentes antes y después de la bocatoma, (Anexo F).

Cuadro 6. Cantidad de agua que ingresa a cada sistema de abastecimiento

Fuente	Acueducto	Caudal antes de la bocatoma (L/s)	Caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
Quebrada el Humuy	Acueducto Principal	3.44	1.45	1.99
Quebrada Alto Pesares	San Antonio	0.43	0.05	0.38
Quebrada Canchoncho	El Arado	5.36	2.39	2.97
Nacimiento Bosque Sta Teresa	Nacimiento Molino	1.38	0.83	0.56
Quebrada Flandes	San Rafael	4.25	1.05	3.20
Quebrada Incora	El Verdun	2.84	0.52	2.32
Quebrada La Cumbre	Grupo Santa Elena	3.27	1.29	1.98

El sistema de abastecimiento o acueducto San Antonio y Nacimiento Molino, registraron los caudales más bajos, resultados que eran de esperarse debido a que estas son las fuentes más pequeñas. Sin embargo los usuarios manifiestan que no se presenta desabastecimiento de agua en época de verano, época en la cual se obtuvieron estos datos.

Cabe aclarar que la época de verano en que se realizaron los aforos para determinar los anteriores caudales, estuvo acompañada de precipitaciones, características de la zona de estudio por su régimen climático, lo que contribuye a que sea una zona con una alta producción hídrica, haciendo parte de los afluentes de la parte alta de la subcuenca río Molino.

En verano se conectan a los acueductos El Arado y San Rafael algunas de las soluciones de agua que se encuentran en toda la extensión de la vereda Santa Elena y que captan el recurso de ojos de agua o nacimientos pequeños.

El caudal que ingresa en cada uno de los sistemas de abastecimiento se relaciona con los usos del agua (numeral 4.4) para ser comparado con la demanda y establecer o definir si cada uno de los sistemas cubre la demanda de agua por parte de la población.

4.3 CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Con los datos obtenidos de las 15 muestras tomadas en cada una de las fuentes de abastecimiento se obtuvieron los promedios de los resultados de los análisis fisicoquímicos (Anexo G) y bacteriológico (Anexo H), que permitieron determinar el nivel de calidad de las fuentes de acuerdo al grado de polución (Norma ras 2000) y la calidad del agua para consumo humano (Resolución 2115).

4.3.1 Nivel de calidad de las fuentes. Los análisis realizados en el laboratorio del acueducto y alcantarillado de Popayán, no arrojó valores de color verdadero ni fluoruros dentro de los parámetros a evaluar para clasificar el nivel de calidad de las fuentes de acuerdo al grado de polución. Se espera que con los valores que se cuentan (cuadro 7) se haga una clasificación adecuada de las fuentes al ser comparados con el cuadro 1 donde se encuentra los valores que establece la Norma Ras 2000.

Cuadro 7. Valores de los parámetros de las fuentes que permiten clasificarlas de acuerdo al grado de polución

Parámetros	Fuentes de Abastecimiento						
	Quebrada el Humuy	Quebrada Alto Pesares	Quebrada Canchoncho	Nacimiento Bosque Sta Teresa	Quebrada Flandes	Quebrada Incora	Quebrada La Cumbre
Coliformes Totales (NMP/100 MI)	658	990	1011	138	1011	686	1011
Oxígeno Disuelto mg /L	6.55	6.42	6.63	6.60	6.72	6.70	6.69
pH (unidades)	6.90	6.58	6.63	6.17	7.11	6.94	6.94
Turbiedad (N.T.U)	4.37	4.56	5.50	1.95	2.17	1.64	1.33
Color Verdadero (UPC)	-	-	-	-	-	-	-
Gusto y Olor	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo
Cloruros (mg/L)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Fluoruros	-	-	-	-	-	-	-

La Quebrada Humuy, Alto Pesares, Canchoncho y Flandes, se clasifican como fuente aceptable, al comparar los valores de sus parámetros con la norma Ras 2000. La mayoría de sus parámetros se encuentran dentro de los que permiten clasificarla como una fuente aceptable. Sin embargo el valor arrojado para coliformes totales la clasifica como una fuente deficiente y la turbiedad como fuente regular. El valor de coliformes totales en estas fuentes es posible que se deba a la materia fecal del ganado que se encuentra presente en los potreros cerca de las fuentes.

El valor arrojado de coliformes totales para el nacimiento Bosque Santa Teresa es el único parámetro que no se encuentra dentro de los que la clasifican como fuente aceptable, este valor se encuentra en el rango que la clasificaría como una fuente regular. Los coliformes presentes en esta corriente de agua pueden ser provenientes de otras fuentes diferentes al ganado, porque esta se encuentra rodeada como su nombre lo indica de bosque, a diferencia de las otras fuentes que se encuentran rodeadas de potreros por donde circula el ganado.

La Quebrada Incora y la Cumbre, son fuentes que al evaluar sus parámetros las clasifican como aceptables, a diferencia de los coliformes que su valor se encuentra dentro de los parámetros que la clasifican como deficiente. Al igual que en las otras puede deberse este resultado de coliformes al arrastre de materia fecal hacia las fuentes por medio de la escorrentía, debido a las frecuentes precipitaciones que se presentan en la zona.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que las muestras en las fuentes se tomaron en época de verano, es posible que al realizar una inspección sanitaria en invierno, haya un incremento de las características turbiedad, color y coliformes totales.

La turbiedad aumentaría debido a que en la zona se presentan muchos deslizamientos en época de lluvia sobre todo cerca de las fuentes. Los coliformes es posible que aumenten por la escorrentía que arrastraría la materia fecal del ganado que se encuentran en los potreros cerca de las fuentes. Como consecuencia de la variación de estos parámetros, se alteraría el color, el gusto y el olor. Por tanto se haría necesario realizar los respectivos tratamientos en cada una de las fuentes, teniendo en cuenta los resultados, para disminuir los riesgos de enfermedades en los habitantes de la zona, a pesar de que manifiesten no presentar ningún tipo de enfermedad por parte del agua.

Las fuentes en épocas de verano se clasificarían como aceptables y en invierno como regulares, de acuerdo a los datos que se obtuvieron en verano y al posible incremento de algunos parámetros en invierno, que no sería tan significativo, ya que la zona se caracteriza por las altas precipitaciones sin importar el periodo (invierno o verano) debido a su régimen climático. Por tanto Según los valores de la norma Ras las fuentes necesitarían filtración, desinfección y estabilización.

4.3.2 Calidad del agua para consumo humano (Resolución 2115 de 2007).

Con los parámetros establecidos en la resolución 2115 (Cuadro 2) se analizó la información adquirida mediante los muestreos realizados en cada una de las fuentes de agua.

Cuadro 8. Valores promedio resultado análisis físico químico de 15 muestras en cada fuente

Parámetros	Fuentes de Abastecimiento						
	Quebrada el Humuy	Quebrada Alto Pesares	Quebrada Canchoncho	Nacimiento Bosque Sta Teresa	Quebrada Flandes	Quebrada Incora	Quebrada La Cumbre
Temperatura (°c)	13.93	13.87	13.8	13.60	14.07	14.33	14.13
Conductividad (Microsiemens /cm)	47.43	55.37	92.33	67.75	54.81	77.67	15.29
Turbiedad (N.T.U)	4.37	4.56	5.50	1.95	2.17	1.64	1.33
Color Aparente (Pt.Co)	9.74	8.40	4.97	3.37	8.13	4.43	6.71
pH (unidades)	6.90	6.58	6.63	6.17	7.11	6.94	6.94
Alcalinidad Total (mg/L)	24.87	26.47	49.00	30.40	24.53	39.27	17.33
Dureza Total (mg/L)	37.27	28.93	58.27	33.00	34.87	62.60	29.87
Hierro Total (mg/L)	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.03	0.04
S.D.T (mg/L)	23.93	25.37	49.57	34.65	26.96	39.42	21.76
Nitritos (mg/L)	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Oxígeno Disuelto (mg/L)	6.55	6.42	6.63	6.60	6.72	6.70	6.69
Cloruros (mg/L)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Cuadro 9. Valores promedio resultado análisis bacteriológico de 15 muestras

Parámetros	Fuentes de Abastecimiento						
	Quebrada el Humuy	Quebrada Alto Pesares	Quebrada Canchoncho	Nacimiento Molino	Quebrada Flandes	Quebrada Incora	Quebrada La Cumbre
Recuento Mesofilos en 100 mL	10.95	871.25	4.29	2.61	4.35	1.74	4.20
Coliformes Totales en 100 mL	658.03	990.43	1011.31	138.67	1011.45	686.88	1011.86
Coli Fecal en 100 mL	20.72	4.18	10.87	2.77	0.99	0.91	3.90

Lo que se evidencia en la mayoría de valores de parámetros fisicoquímicos medidos (cuadro 8) al compararlos con los valores permisibles (cuadro 2) en todas las fuentes de abastecimiento, los resultados de las fuentes se encuentran dentro de los valores permisibles para un agua apta para consumo humano.

El pH arrojado para el nacimiento en el Bosque Santa Teresa, correspondiente al nacimiento del río Molino de 6.17, aunque no difiere mucho, se encuentra por debajo del valor permisible, esto posiblemente porque se encuentra ubicado en la parte más alta de la zona de montaña.

Los resultados de turbiedad de la quebrada Canchoncho, no se encuentran dentro de los valores permisibles. Esto se debe a los deslizamientos observados cerca de la fuente, que contribuyen con el arrastre de sólidos y movimiento de cobertura vegetal, caracterizados por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos.

Aunque el valor de turbiedad en la quebrada canchoncho no se encuentra muy por encima de los valores permisibles, una alta turbidez suele asociarse a microorganismos patógenos como virus, protozoos y bacterias, los cuales se encuentran en las heces fecales de humanos y de animales y que pueden causar efectos sobre la salud como trastornos gastrointestinales, diarrea y vómito. Y para eliminarlos es necesario hacer tratamiento con filtración y desinfección. Se esperaría que en invierno incrementen los valores de turbiedad para estas fuentes, por lo que se haría necesario realizar tratamiento al agua para disminuir riesgos de enfermedades en la población.

Aun cuando no existe una concentración mínima de oxígeno que cause efectos fisiológicos adversos sobre la salud humana, si existe una limitante en cuanto a la cantidad de O₂, que se requiere para sostener la vida de los peces en los cuerpos de agua superficiales. En general, se acepta que una concentración de 5 mg/L es adecuada para estos fines, en tanto que concentraciones inferiores a 3 mg/L pueden ser letales para la fauna acuática.¹

El oxígeno disuelto en todas las fuentes se encuentra por encima de 6,0 mg/L, valor suficiente para mantener condiciones aerobias que permitan la supervivencia de distintas especies acuáticas, garantizando condiciones apropiadas para el desarrollo de procesos biológicos y ecológicos.

En cuanto a los parámetros bacteriológicos todas las fuentes presentan valores altos en los resultados (cuadro 9) de Coliformes totales y de Coli fecal comparados con los establecidos en la resolución 2115, lo que indica un alto grado de contaminación bacteriana en las fuentes que es causado por materia fecal ya sea de humanos o de animales, ya que los coliformes son organismos que se encuentran en los intestinos del hombre y de los animales de sangre caliente, que en este caso es el ganado.

Las heces del ganado llegan a las fuentes de agua por la escorrentía causada por las precipitaciones que arrastra el material fecal presente en los diferentes potreros cercanos a estas. Como también puede ser causado por las aguas residuales, que son arrojadas a campo abierto y que de alguna manera y por diversos factores pueden llegar a las fuentes de agua.

La determinación de los coliformes se como indicador de bacterias posiblemente nocivas para la salud, que pueden causar diarrea especialmente en los niños.

Teniendo en cuenta que los datos obtenidos corresponden a época de verano, en invierno, el aumento de las precipitaciones generaría una mayor escorrentía acompañada del arrastre de materia fecal, posiblemente incrementando la presencia de coliformes en las fuentes de agua.

Las frecuentes precipitaciones acompañadas de deslizamientos (características de la zona de estudio), arrastraría desechos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición. Por tanto en invierno es posible que se

¹ http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap16.pdf

incrementen algunos valores en características como turbiedad, color, gusto y olor, por el aumento de lluvias en la zona.

A pesar de que al recurso hídrico no se le hace ningún tratamiento para el abastecimiento de la comunidad de la vereda Santa Elena, el 60% de la población considera que el agua es de buena calidad, mientras que el 33% asegura que presenta problemas de mal color y el 7% de mal olor. Los métodos de tratamiento que utiliza la comunidad es la de hervir el agua para la preparación de los alimentos y consumo humano, (figura 22).



Figura 22. Percepción de la comunidad acerca de la calidad del agua
Fuente: Propia del estudio

La mayoría de la población encuestada de la zona de estudio hierve el agua para consumo. El 77% la hierve cuando la adquiere para beber y el 23% la toma directamente de la llave, (figura 23).



Figura 23. Como utilizan el agua para beber
Fuente: Propia del estudio

Aunque los habitantes de la zona consideran que el agua es de buena calidad y que el único problema se origina en los meses de invierno donde debido a las fuertes precipitaciones, el agua se contamina con hojas o tierra, debido a los deslizamientos que se presentan en la zona, sin embargo se hace necesario realizar los tratamientos respectivos a cada corriente de agua que ingresa a los sistemas de abastecimiento para disminuir los riesgos de enfermedad en la comunidad.

4.4 USOS DEL AGUA

Mediante los talleres, los recorridos por la vereda y la encuesta realizada a la comunidad se obtuvo los siguientes resultados en cuanto a usos del agua.

En la zona de estudio los usos del agua se enfocan el 50% en uso domestico y en un 50% en ganadería (figura 24), es utilizado muy poco para riego, ya que las huertas son caseras con cultivos de pancoger, y las condiciones climáticas contribuyen al mantenimiento de estos cultivos sin la necesidad de utilizar riego, por tanto es mínimo el uso.

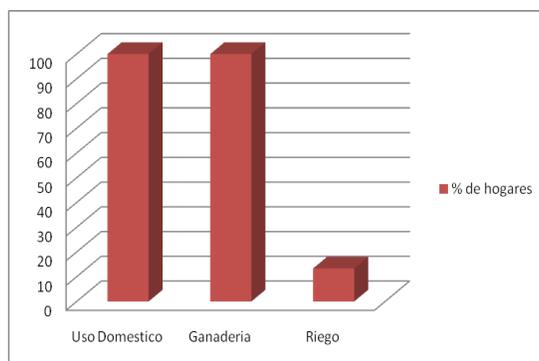


Figura 24. Usos del agua en la vereda Santa Elena
Fuente: Propia del estudio

Se pudo observar en la zona de estudio que en la mayoría de casas y predios el agua es utilizada generalmente en las necesidades básicas de aseo, alimentación y para uso ganadero (bebederos), muy poco en cultivos.

Demanda de Agua.

A continuación se calcula la demanda de agua, teniendo en cuenta los usos del agua identificados y los factores que afectan o influyen en el consumo de agua.

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad.

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades rurales; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes.

De acuerdo a la norma RAS 2000 Titulo II Capitulo XII Articulo 67 a continuación se relacionan los criterios para el cálculo de la dotación neta de agua, que nos permitió determinar la demanda de agua para la población de la vereda Santa Elena. Se consideraron los siguientes aspectos:

- Niveles de complejidad del sistema. La clasificación del acueducto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona del municipio, su capacidad económica, de acuerdo a lo establecido en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población	Capacidad Económica de los Usuario
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 – 12500	Baja
Medio Alto	12500 – 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable –Ras.2000

La Vereda Santa Elena tiene una población de 298 habitantes menor de 2500 habitantes y una capacidad económica baja, por lo cual el nivel de complejidad es bajo.

- Dotación neta. Corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. Cuando se multiplica la población que va a ser servida por la dotación se obtiene la demanda total de agua.

Cuadro 11. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación Neta Mínima (L/hab*día)	Dotación neta máxima (L/hab*día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio Alto	130	-
Alto	150	-

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable – Ras.2000

De acuerdo al cuadro anterior y con el nivel de complejidad bajo y teniendo en cuenta el clima de la región (clima frío) donde se consume menos agua que en un clima cálido, se tomo una dotación neta promedio entre la mínima y la máxima

para un cálculo más aproximado, por lo que se considero 125 L/hab*día como dotación neta en la vereda Santa Elena.

- Efecto del clima en la dotación neta. Teniendo en cuenta el clima de la Vereda Santa Elena, puede variar la dotación neta establecida anteriormente de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 12. Variación a la dotación neta y al nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima Cálido (más de 28 °C)	Clima Templado (Entre 20 °C y 28°C)	Clima Frio (Menos de 20°C)
Bajo	+15%	+10%	No se admite corrección por clima
Medio	+15%	+10%	
Medio Alto	+20%	+15%	
Alto	+20%	+15%	

Fuente. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable – Ras. 2000

Como la temperatura de la vereda Santa Elena es de 18°C, no se hace ninguna modificación por efecto del clima a la dotación neta.

Demanda de agua por uso doméstico. Teniendo en cuenta que la oferta de agua natural en esta zona corresponde a una característica regional, su distribución temporal y espacial es propia para mantener cultivos sin riego, se utiliza muy poco el agua para cultivos de pancoger que son los más representativos en la zona. Es por ello que la demanda pecuaria y de pequeña producción como huertas y piscícolas para consumo propio es mezclada con la demanda doméstica y es muy difícil separar ambas demandas, ya que sería muy complejo, por tanto se considera que son abastecimiento doméstico.

A continuación se calcula la demanda de agua de uso doméstico para cada uno de los acueductos o soluciones de agua que abastecen la población de la vereda Santa Elena.

Para este análisis se tuvo en cuenta la dotación neta promedio en el área rural de 125 L/hab*día y 5 personas por vivienda.

- **Acueducto Principal.** Abastece a 18 familias

La demanda de agua de uso doméstico para este acueducto se puede calcular de la siguiente manera:

Consumo promedio diario doméstico (Qm)

$Q_m = \text{Dotación neta} * \text{No. Habitantes}$

$$Q_m = \frac{125 \text{ L/hab.día} * 18 \text{ familias} * 5 \text{ hab/familia}}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = 0,13 \text{ L/s}$$

Consumo Máximo Diario (Qmd). Día de máximo consumo. Para el consumo máximo diario se considera el 120% del consumo promedio diario (Qm).

$$Q_{md} = 1,2 * Q_m$$

$$Q_{md} = 1,2 * 0,13 \text{ L/s}$$

$$Q_{md} = 0,16 \text{ L/s}$$

Cuadro 13. Demanda de agua por uso domestico

Acueducto	Número de familias a las que abastece	(Qm) Consumo promedio diario (L/s)	(Qmd) Consumo Máximo Diario (L/s)
Principal	18	0,13	0,16
San Antonio	13	0,09	0,11
El Arado	8	0,06	0,07
Nacimiento Molino	2	0,01	0,01
San Rafael	6	0,04	0,05
El Verdun	6	0,04	0,05
Grupo Santa Elena	6	0,04	0,05

Demanda de agua por uso ganadero. En la Vereda Santa Elena el sistema productivo es la ganadería, de tipo extensivo y utilizada con un solo propósito, para la producción de leche.

Se pudo observar mediante los recorridos hechos por la zona, que el ganado utilizado para tal fin es de tipo normando.

Como era un poco complejo realizar los cálculos para la demanda de agua por uso ganadero, se tuvo en cuenta el promedio del peso corporal del ganado que oscila entre 350-450 kg (información suministrada por la comunidad), para calcular el consumo de agua por cabeza de ganado (cg), utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo agua por cabeza de ganado (L/día)} = 15\% (\text{Peso Corporal})$$

Consumo agua por cabeza de ganado = 0.15 * (400kg)

Consumo agua por cabeza de ganado = 60 L/día

Existen diferentes factores de influencia sobre la cantidad de agua para consumo pecuario como el clima, el tipo de especie, la edad del animal, la forma de cría y el método de levante. Sin embargo, se puede considerar como consumo normal el incluido en el siguiente cuadro:²

Cuadro 14. Consumo normal de agua por animal

Animal	L/día
Caballo	30-45
Cabrón y cabra	4-15
Cerdo	11-19
Ganado de carne	26-45
Ganado de leche	38-61
Oveja y carnero	4-15
Pavo	0,4-0,6
Pollo	0,3-0,4

Fuente: Calidad del agua. Calidad del agua para uso pecuario. Tabla 9.26. Jairo Romero

Como se puede observar en el anterior cuadro el dato que se obtuvo sobre consumo de agua por cabeza de ganado en L/día en la vereda Santa Elena se encuentra dentro del rango del consumo normal de agua por el ganado para la producción de leche.

Con este resultado se calculó la demanda de agua para cada acueducto por parte del uso ganadero.

- **Acueducto Principal**

$$\text{Consumo cabeza de ganado (L/s)} = \frac{60 \text{ L/cg-día} * 1 \text{ día}}{86400 \text{ s}}$$

$$\text{Consumo cabeza de ganado (L/s)} = 0,00069 \text{ L/s}$$

$$\text{Total consumo} = 0,00069 \text{ L/cg-s} * 90 \text{ cg}$$

$$\text{Total consumo} = 0,06 \text{ L/s}$$

² ROMERO, Jairo. Calidad del Agua. 2 Edición. Bogotá, Colombia, 2005. Pág. 412.

En el cuadro 15 se presenta un valor aproximado de número de cabezas de ganado que abastece cada acueducto o solución de agua y su respectivo consumo o demanda de agua por parte de esta.

Cuadro 15. Demanda de agua por uso ganadero

Acueducto	Fuente	Numero cabezas de ganado	Consumo (L/s)
Acueducto Principal	Quebrada el Humuy	90	0.06
San Antonio	Quebrada Alto Pesares	40	0.03
El Arado	Quebrada Canchoncho	65	0.04
Nacimiento Molino	Nacimiento Molino	10	0.007
San Rafael	Quebrada Flandes	30	0.02
El Verdun	Quebrada Incora	32	0.02
Grupo Santa Elena	Quebrada La Cumbre	28	0.02
TOTAL		295	

En el siguiente cuadro 16, se relaciona el caudal que ingresa a cada uno de los sistemas de abastecimiento calculado en el numeral 4.2 (cuadro 6), la demanda de agua por uso doméstico y la demanda de agua por uso ganadero, con las que se calcula la demanda total de agua y se analiza si la oferta cubre dicha demanda.

Cuadro 16. Demanda total de agua en la vereda Santa Elena

Acueducto	Fuente	Caudal que ingresa al sistema (L/s)	Demanda de agua uso domestico (L/s)	Demanda de agua uso ganadero (L/s)	Demanda Total de Agua (L/s)	Diferencia o desperdicio (L/s)	Desperdicio %
Acueducto Principal	Quebrada el Humuy	1.99	0,16	0,06	0,22	1.77	88.94
San Antonio	Quebrada Alto Pesares	0.38	0,11	0,03	0,14	0.24	63.16
El Arado	Quebrada Canchoncho	2.97	0,07	0,04	0,11	2.86	96.30
Nacimiento Molino	Nacimiento Molino	0.56	0,01	0,007	0,02	0.54	96.43
San Rafael	Quebrada Flandes	3.20	0,05	0,02	0,07	3.13	97.81
El Verdun	Quebrada Incora	2.32	0,05	0,02	0,07	2.25	96.98
Grupo Santa Elena	Quebrada La Cumbre	1.98	0,05	0,02	0,07	1.91	96.46

La oferta de agua de cada acueducto (caudal que ingresa a cada sistema) cubre la demanda de agua por parte de la comunidad de la vereda Santa Elena para sus diferentes usos. Información que se corrobora con la suministrada en la encuesta

por parte de la comunidad (figura 25) donde la mayoría afirman que aunque en época de verano disminuye un poco, siempre llega agua a sus casas, presentándose continuidad del servicio.



Figura 25. Continuidad del servicio
Fuente: Propia

Sin embargo, existe un desperdicio de agua muy grande en la vereda, como se observa en el cuadro anterior, donde se presenta un alto porcentaje de desperdicio de agua en la zona de estudio, de más del 90% del caudal que ingresa a cada sistema de abastecimiento. Este desperdicio se debe a: los reboses de agua en los tanques de almacenamiento en horas de la noche, los bebederos para el ganado que no cuentan con válvulas automáticas, la falta de llaves de paso en lavaderos, lavamanos y lavaplatos, como también a los escapes de agua en el sistema de conducción por los diseños inapropiados o los daños en la infraestructura. Todo esto sumado a la falta de cultura hídrica en los habitantes de la zona.

La ubicación geográfica, la variada topografía y el régimen climático que caracterizan la zona de estudio, contribuyen a que sea un área que posee una buena oferta hídrica, lastimosamente por ser una zona rural, donde los habitantes los habitantes de la vereda no son conscientes del recurso natural, no cuentan con una entidad que controle o administre los acueductos, ya que cuentan con dos juntas directivas que administran los sistemas de abastecimiento, pero que para su mantenimiento cobran una tarifa fija, recursos que no son suficientes para cubrir el mantenimiento y los daños de que presenta la infraestructura de los sistemas.

4.5 PROBLEMAS DE USO Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Con los recorridos de campo, talleres y encuestas desarrollados se adquirió la siguiente información en cuanto a los problemas de uso y manejo del recurso hídrico que se presentan en la Vereda Santa Elena.

- Aunque la mayoría de las fuentes de abastecimiento se encuentran aisladas, el acceso del ganado hasta las corrientes superficiales, deteriora las condiciones naturales de estas fuentes. Las excretas del ganado llegan a las fuentes de agua, consume material vegetal que sirve de soporte para los suelos y progresivamente, mediante el pisoteo, genera erosión en los caminos que llevan al lugar que frecuentan, se detectaron incluso, lugares de volcamiento y desprendimiento del suelo directamente en contacto con las fuentes debido a estos procesos.
- No se les realiza ningún tipo de tratamiento a las fuentes de abastecimiento para consumo humano.
- Varios usuarios del recurso hídrico en sus casas y predios no cuentan con llaves o válvulas que permitan cerrar el flujo, y esta agua se pierde en el suelo y subsuelo. (figura 26).



Figura 26. Desperdicio de agua
Fuente: Propia

- El agua que abastece cada acueducto veredal es mal aprovechada, no hay una conciencia hacia el manejo regulado del agua; en un buen número de viviendas la conducción de agua la realizan por medio de canales abiertos o zanjás muy pequeñas sin ningún revestimiento, esto implica pérdidas de agua por

infiltración en los suelos y asociado a ello, la disminución de los caudales en las fuentes, (figura 27).



Figura 27. Canales abiertos por donde circula el agua para abastecimiento de algunos hogares
Fuente: propia

- Se identificó un mal manejo de las aguas destinadas al uso doméstico, principalmente las derivaciones en canales abiertos y rompimiento de tuberías por diseños inapropiados.
- Algunos sistemas de abastecimiento presentan problemas en las tuberías de conducción, ya que se encuentran deterioradas o afectadas por los derrumbes o deslizamientos que se presentan en la zona, (figura 28).



Figura 28 . Deslizamientos que se presentan en la zona
Fuente: Propia

- Las instituciones desempeñan funciones específicas con respecto al manejo del recurso sin embargo, muchas de ellas están ausentes en el área de estudio, algunas debido a que son entes netamente administrativos y se encargan del recurso a nivel nacional o local.
- Los acueductos o soluciones de agua de la vereda no cuentan con una entidad pública que administre y controle el servicio de agua, estos son administrados por la misma comunidad a través de dos Juntas Directivas.
- La comunidad de la vereda Santa Elena utiliza el recurso hídrico, sin tener concesión de agua por parte de la autoridad ambiental, en este caso la CRC (Corporación Autónoma Regional del Cauca).
- Las debilidades mostradas por los sistemas de agua se enmarcan en dificultades en la distribución y calidad del recurso proporcionado.

Deforestación. La población de la Vereda Santa Elena utilizan los arboles para actividades como construcción de cercas, jaulas, como leña para cocinar. Aunque aclaran que los arboles que utilizan como leña son aquellos que se encuentran en mal estado por el paso de los años como Chilco, ensenillo y roble.

El problema principal está en la expansión de potreros para el desarrollo de ganadería extensiva, que conlleva a la alteración de los recursos naturales flora, suelo y agua.

Sistema de distribución de agua

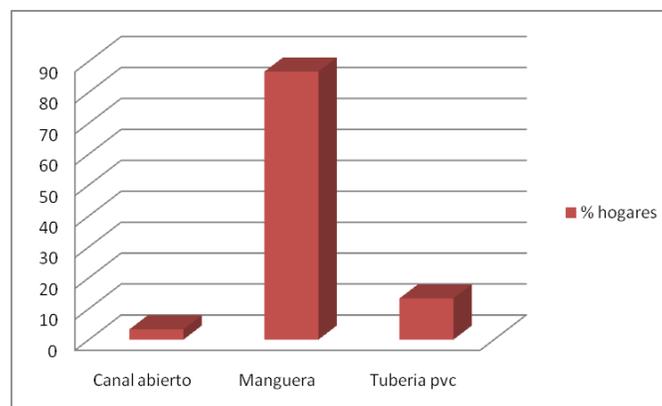


Figura 29. Sistema de distrucion del agua

Fuente: Propia del estudio

A los habitantes de la vereda Santa Elena, el agua llega a sus casas en la mayoría mediante manguera de polietileno, sin embargo una parte llega por tubería de pvc y en algunos por canal abierto.

Desperdicio de agua. Aunque como se mencionó anteriormente los sistemas de abastecimiento no cubren la demanda de agua por parte del ganado en su totalidad, los bebederos de agua para ganado no cuenta con válvulas automáticas, por lo que se observó desperdicio de agua por parte de estos. Como también se observó en las visitas realizadas algunos hogares que no cuentan con llaves de paso para poder impedir el desperdicio de agua.

Sistemas productivos. Se estudió cada una de las actividades y, de acuerdo con sus características, se analizaron aspectos relevantes en términos de desechos y descargas que podrían incidir en la calidad del agua.

Ganadería. El 100% de la población tienen alguna actividad ganadera, lo cual ha repercutido en el cambio de bosque a potreros. Igualmente, debido a la existencia de abrevaderos de ganado en la vereda, los animales a su paso alteran no solo las propiedades físicas del suelo, sino también la calidad del agua a razón de la escorrentía de los residuos orgánicos; en algunos casos se observaron áreas afectadas por el depósito de los residuos y por la pérdida de compactación del suelo.

Agricultura. En esta zona se cuenta con pequeñas huertas caseras para el autoconsumo. Por tal motivo la comunidad utiliza muy poco fertilizantes, por lo que las consecuencias negativas son muy pequeñas de la aplicación de estas sustancias que radican no solo en la contaminación del suelo, sino además en la contaminación de las fuentes de aguas superficiales cercanas, que por escorrentía se transportarían.

Saneamiento básico. En la mayoría de familias utilizan inodoro con conexión a pozo séptico y en una menor proporción utilizan letrina. La carencia de alcantarillado ha implicado para la comunidad la adopción al sistema de pozos sépticos, que hasta el momento no ha causado ningún inconveniente. Sería difícil la implementación de alcantarillado debido que es una población dispersa. Pero se considera importante mejorar las condiciones de vida de su población así como también el disminuir la contaminación de sus recursos, dado los residuos que se pueden filtrar por el suelo.

Residuos sólidos. Con respecto al manejo de las basuras en la zona existen cuatro maneras de disposición final: la quema, entierro, reutilización como alimento para animales, reutilización como abono orgánico.



Figura 30. Destino residuos sólidos orgánicos e Inorgánicos
Fuente: Propia de estudio

Como se observa en la figura 30 en la vereda Santa Elena la mayoría de la población utiliza el sistema de quema para los residuos inorgánicos y dispone de los residuos orgánicos para utilizarlos como alimento para los animales domésticos.

Aguas residuales. Como se menciona anteriormente, la mayoría de los hogares de la vereda, cuentan con pozo séptico, por lo que las aguas residuales no afectan el recurso hídrico de esta zona, el cual si se podría ver afectado pero por las aguas grises, que son arrojadas a campo abierto y que de alguna manera, es posible que lleguen a una fuente de agua cercana y de esta forma alterar su calidad.

4.6 PRIORIZACIÓN PROBLEMAS DE USO Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Para priorizar los problemas de uso y manejo del recurso hídrico se tuvieron en cuenta lo siguiente:

- Cantidad de agua
- Calidad de agua
- Usos del agua

Toda la información recogida sobre los anteriores aspectos mediante talleres, encuesta y visitas de campo a la zona de estudio, permitió evaluar los principales problemas y priorizarlos de acuerdo a su orden de importancia.

Los niveles de afectación, se presentan con mayor frecuencia en lo referente a la calidad del agua y usos del agua, y en menor medida la cantidad de agua.

Calidad del Agua

- No se hace tratamiento a la calidad del agua para el abastecimiento.
- Contaminación del agua. La cual puede ser provocada por diversas causas como lo son: mala disposición de las aguas residuales, mala disposición de residuos sólidos, por mal manejo de la ganadería extensiva, y en menor medida por uso de agroquímicos.

Uso y Manejo del Agua

- Sistemas de abastecimiento. Mal manejo de las aguas destinadas al uso doméstico, por medio de canales abiertos y diseños inapropiados.
- Desperdicio de agua. No cuentan con llaves de paso en lavaderos, lavaplatos y bebederos de agua para el ganado.
- Concesión de Aguas. Los acueductos no cuentan con concesión de agua por parte de autoridades ambientales.
- Falta de control o administración del servicio de agua.

Cantidad

- Deforestación. Expansión de potreros para el desarrollo de ganadería extensiva. Utilización de arboles para construir cercas o jaulas o como leña para cocinar. Aunque los utilizan muy poco, ya que la leña la extraen de los arboles que ya se encuentran deteriorados.

Se identificaron varios problemas, de los cuales se destaca la contaminación del agua, la que se produce por diversas razones: el mal manejo de la actividad ganadera, el mal manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos, la mala disposición de las aguas residuales. Problemas de manejo del agua como falta de concesión de aguas, ausencia de una autoridad que controle y regule los

acueductos o soluciones de agua, inexistencia de una autoridad que haga cumplir la normatividad aplicada al uso y manejo del recurso hídrico, la deforestación, la falta de infraestructura para los acueductos, falta de educación ambiental.

Cada uno de los problemas identificados son provocados por diversas causas. La contaminación del agua puede ser provocada por aguas residuales, mal manejo de la actividad ganadera, mal manejo de residuos sólidos.

Es necesario destacar que el problema de contaminación de las fuentes de agua, es señalado como el de mayor impacto, tanto por la ganadería, las aguas residuales y el mal manejo de residuos sólidos. Le sigue en orden de afectación el que corresponde al mal manejo de la actividad ganadera y la deforestación. El problema de la erosión, sedimentación de quebradas, registra el menor grado de afectación, para los parámetros de uso de las aguas, salud y cantidad de agua.

El siguiente cuadro 16 corresponde a la priorización y la posible solución de los problemas identificados.

Cuadro 17. Priorización de problemas y posibles soluciones

Problema	Posible solución	Afecta la calidad del agua	Afecta la cantidad de agua
Contaminación por ganadería	Crear barreras o cercas vivas que disminuyan el paso de heces fecales por medio de escorrentía a las fuentes.	SI	NO
Contaminación por aguas residuales	Manejar adecuadamente las aguas grises o domesticas.	SI	NO
Contaminación por residuos sólidos	Manejar adecuadamente los residuos orgánicos e inorgánicos e incentivar a la reutilización.	SI	NO
Erosión causada por sobrepastoreo	Promover el mejoramiento de las actividades ganaderas	SI	SI
Sistema de Abastecimiento	Gestionar Recursos para mejorar la infraestructura sobre todo las líneas de conducción de agua de los sistemas de abastecimiento y tratamiento del agua.	SI	SI
Desperdicio de Agua	Concienciar al mejoramiento del uso racional del agua Introducir programas de uso racional de agua	SI	SI
Concesión de aguas	Presencia de autoridades ambientales	SI	SI
Deforestación	Aumentar la cobertura vegetal con especies nativas adecuadas en especial en las fuentes de abastecimiento	SI	SI

En lo que se refiere a las soluciones, estas dependen de la disposición de las personas, interés, necesidad de organización de las personas, necesidad de cambio por parte de la comunidad, los niveles de conciencia de los usuarios y la participación institucional como las autoridades ambientales.

En segundo lugar de contar con recursos económicos o financiamiento y por último, la necesidad de la aplicación de leyes.

4.7 ESTRATEGIAS PARA EL USO Y MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO

- Promover el tratamiento del agua para consumo humano a nivel de la vivienda. Con la instalación de sistemas de filtración y desinfección a nivel individual, preferiblemente para el agua que vaya a utilizarse en la preparación de alimentos, la bebida y el lavado de platos. Para la remoción de turbiedad: filtros de arena caseros y para la desinfección del agua puede llevarse a cabo mediante diferentes técnicas como hervir el agua o clorarla.
- Programa para instalación de biodigestores. Propender por la instalación de biodigestores para generación de bio-gas y manejo de aguas residuales con alta carga de materia orgánica, liberando a las fuentes de agua de estas cargas contaminantes y mermando la tala de bosques con fines energéticos (preparación de alimentos).
- Reutilización del agua para un segundo uso, clasificándola y de esta manera destinándola para otro uso.
- Campañas sobre manejo adecuado en la disposición de los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, incentivando a la reutilización de estos.
- Buscar apoyo ante las Entidades tanto locales como nacionales para la mejora de conducciones de acueductos y soluciones multi o unifamiliares. Dado que se identificó un mal manejo de las aguas destinadas al uso doméstico, principalmente las derivaciones en canales abiertos y rompimiento de tuberías por diseños inapropiados, por lo que se deberá propender por el mejoramiento de las conducciones de agua, tuberías para canales abiertos.

- Talleres de sensibilización o campañas educativas. Concienciar al mejoramiento del uso racional del agua, propendiendo por la instalación de llaves de paso para lavaderos y lavaplatos, tanque de almacenamiento apropiados y baños con batería sanitaria. Como también la instalación de reductores de presión.
- Promover la reforestación a orilla de los ríos, la siembra y cuidado de los árboles y apoyo económico y técnico a las personas que quieran reforestar.
- Preservación de áreas para producción de agua y bosques. Cercamiento de áreas para reserva natural con fines de preservación en nacimientos. Continuación de este tipo de programas y proyectos incentivados a la preservación de los bosques naturales y de aquellos que contienen fuentes de agua, desarrollados por la Fundación Rio Piedras.
- Instalación de flotadores en bebederos: Esta medida permite que el agua se renueve, únicamente en la medida en que va siendo consumida por los animales, evitando las pérdidas y generando un impacto significativo en la reducción de los consumos de agua en este tipo de actividad.
- Aprovechar fuentes de agua de acuerdo con los usos de la población, de tal forma que se promueva la sostenibilidad en el uso del recurso y no se ponga en riesgo la salud humana.
- Instalar válvulas de flotador en los tanques de almacenamiento, para evitar las pérdidas físicas generadas por reboses que se presentan especialmente en la noche.
- Campañas de uso eficiente en la institución educativa: Los aspectos relacionados con el uso eficiente del agua pueden ser incluidos en los currículos de las escuelas y colegios, mediante acciones para que un niño o joven pueda hacer un uso adecuado del agua para fines domésticos y productivos y que pueda replicar estos principios y estrategias a los demás miembros de su familia. También es importante realizar campañas con personas que desarrollen actividades productivas como la ganadería que dependen del agua, de tal forma que puedan transmitirse a ellos buenas prácticas relacionadas con el mejor uso del agua, en caso de que estas actividades tengan impacto importante sobre las demandas y disponibilidad de agua en el sistema.

5. CONCLUSIONES

- Las fuentes de abastecimiento identificadas están destinadas únicamente para consumo humano y para ganadería; sin embargo, a pesar de la importancia que tiene el recurso para los habitantes de la vereda, no existe un tratamiento mínimo de potabilización que asegure la calidad del recurso y el bienestar de la población que lo consume.
- En la vereda Santa Elena el único sistema productivo es la Ganadería, por lo que se hace extensiva y de esta manera se deduce que afecta la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento, que presentaron un alto grado de contaminación por coliformes, los cuales se encuentran presentes en las excretas tanto del ganado como el de los humanos.
- Para obtener una visión completa de la disponibilidad del agua para los diferentes usos, es necesario complementar la oferta natural del recurso en términos de cantidad con el control de su calidad. Sin embargo, la calidad del agua es muy variable en el tiempo y en el espacio y medirla implica grandes esfuerzos y costos.
- Los valores arrojados para los parámetros fisicoquímicos de las fuentes de abastecimiento en la vereda Santa Elena, son características de aguas típicas de zonas de montaña donde se guarda una regularidad en sus parámetros permitiendo categorizar sus aguas según el Ras 2000 como una fuente regular para consumo humano en la parte alta de la Subcuenca del Río Molino.
- Gracias a las características de la zona de estudio, existe una buena oferta de agua para la población por parte de los afluentes de la subcuenca del río Molino en la parte alta, sin embargo pueden disminuir las precipitaciones con el paso del tiempo debido a la variabilidad climática.
- La zona de estudio ha sufrido el impacto de la actividad ganadera con fuerte presencia de procesos de deforestación y pérdida significativa del suelo productivo.
- Las descargas de aguas grises a campo abierto se convierten en un posible foco de contaminación de las fuentes de abastecimiento de la vereda.

- El manejo inadecuado en la disposición de los residuos orgánicos e inorgánicos, contribuyen en la contaminación de las fuentes de agua
- Las leyes identificadas para el manejo del recurso hídrico en Colombia se cumplen precariamente en la vereda Santa Elena, debido a la falta de control permanente por parte de la CRC y a la carente educación y cultura ambiental de la comunidad.
- La baja y única tarifa que se cobra a los habitantes de la zona por el servicio de agua, adicional a la oferta de agua con la que cuentan no permite tener una conciencia del desperdicio de agua que se generan por los daños frecuentes que se presentan en algunas viviendas, como grifos en mal estado, inodoros goteando, tuberías rotas o deterioradas y la cultura de dejar llaves abiertas.
- La falta de valoración económica del agua, y muy frecuentemente su inadecuada valoración social, promueve, por una parte, el uso ineficiente que estimula el derroche; por la otra, situaciones de escasez o falta de servicios para importantes porciones de la población, y un significativo deterioro de la calidad del agua. Se visualiza la necesidad de una adecuada valoración del agua para garantizar mecanismos de solidaridad social.
- A pesar de la variación climática, la zona de estudio no presenta desabastecimiento de agua, sin embargo para mitigar los posibles impactos con el paso del tiempo, se hace necesario implementar medidas como la reforestación en la subcuenca para evitar la sequía de las fuentes de agua.

6. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta la variabilidad climática que se está presentado y los posibles riesgos de disminución de las precipitaciones. Es necesario fomentar acciones de cultura hídrica a través de las instituciones involucradas con el apoyo de los dirigentes locales, en donde las herramientas utilizadas sean innovadoras en el sentido que logren atraer la atención de la mayoría de los habitantes, tanto de la población infantil como la adulta, que les permita adquirir conocimientos teóricos y prácticos para el cuidado del recurso hídrico, de la misma manera se hace necesario que estos procesos tengan continuidad y seguimiento para asegurar el éxito esperado.
- El acompañamiento a los grupos locales para la obtención de recursos financieros es un factor relevante en el proceso de desarrollo, por lo cual es necesario el apoyo institucional que les brinde, las herramientas necesarias para iniciar los procesos de autogestión ante las diferentes entidades nacionales.
- Teniendo en cuenta que la población vulnerable es aquella más pobre y excluida de la toma de decisiones, se debe enfatizar en que las comunidades tengan una mejor comprensión y participación en los instrumentos existentes de gestión y ejecución de políticas, para el fortalecimiento político-organizativo para la incidencia en la agenda de desarrollo local.
- El suelo es un elemento principal para las actividades agropecuarias por lo que su cuidado permitirá no sólo contribuir a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero por pérdida de carbono en suelos, sino que nos asegurará contar con mejores condiciones para la producción. Detener la degradación del suelo, generando alternativas para la transición a una ganadería más sostenible.
- Implementar un plan de reforestación de la subcuenca con especies nativas, para minimizar los posibles impactos que se podrían presentar con el paso del tiempo por la variabilidad climática.
- Es necesario hacer cambios profundos y sistémicos que promuevan estilos de vida y de consumos más sostenibles para reducir los riesgos por el cambio climático.

BIBLIOGRAFIA

- CASTRO, Caicedo María Elena. Introducción al Tratamiento del agua. Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Apuntes Asignatura Química Sanitaria.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Norma RAS 2000. Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Título II. Requisitos Técnicos
- COLOMBIA, MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Decreto 1575 de 2007. Capitulo I. Disposiciones Generales.
- COMISION LOCAL DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS LOS HUELES Y TINAJONES Y CAÑO QUEBRADO. Proceso de Planificación Para el Manejo de las Subcuencas Hidrográficas. Panamá. Enero, 2003.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA – FUNDACION PROCUENCA RIO LAS PIEDRAS. Documento Técnico. Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Rio Molino – Quebrada Pubus. Julio de 2006.
- GONZALEZ, L, Hidrología. Universidad del Cauca. Popayán 2008. 337p
- GONZALEZ, L y GALLARDO, C. Determinación de Caudales Ecológicos. Ingeniería Hoy. N° 17. Julio. Popayán. 1999.
- IDROBO, Vladimir. 2010. Monitoreo de la calidad y cantidad del agua captada de la cuenca del rio piedras para potabilización por parte del acueducto y alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. Comportamiento hidrológico de la cuenca en la última década. Trabajo de grado, Universidad del Cauca; Popayán. Pág. 17, 20, 21, 22.
- MALDONADO, May. HERRO, M. SARDI, G. Estrategias de Extensión Para La Gestión del Agua en Aéreas Rurales. Buenos Aires, Argentina.
- OMS (Organización Mundial de la salud). Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. 1997.

- OPS (Organización Panamericana de la salud). Tratamiento de agua para consumo humano, Plantas de filtración rápida Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada. Lima, 2004.
- PITTMAN, Agüero Roger. Agua Potable Para Poblaciones Rurales. Sistemas de Abastecimiento por gravedad sin tratamiento.
- PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT). Documento Técnico. Dimensión Ambiental. Capítulo I. Municipio de Popayán. 2002
- PORTAL SOBRE CONSERVACION Y EQUIDAD SOCIAL. http://www.portalces.org/index.php?option=com_sobi2&catid=15&Itemid=76
- ROJAS, Jairo Alberto. Calidad del Agua. 2 Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá, Colombia. 2005. Pág. 105-114, 119.
- ROMERO, Jairo. Calidad del Agua. 2 Edición. Editorial Escuela. Colombiana de Ingeniería. Bogotá, Colombia. 2005.
- ROLDAN, Gabriel. Biondicación de la Calidad del Agua en Colombia. 1 Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 2003.
- SAWYER, Clair N. MACCARTY, Perry L. PARKIN, Gene. Química Para Ingeniería Ambiental. 4 Edición. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia. 2001.
- WWF (World Wildlife Fund.). Aprovechamiento racional del agua: Promoción del desarrollo sostenible a través de la gestión integrada de las cuencas hidrográficas. Gland, sf.
- ZAROR, Claudio Alfredo. Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos. Concepción – Chile

INDICADORES AMBIENTALES

INDICADOR AMBIENTAL	ESTADO ACTUAL DEL INDICADOR		
Fuentes hídricas	¿Cuántas fuentes abastecen la población?	¿Cuáles?	¿Se les hace tratamiento?
Calidad de aguas	¿Hay fuentes de contaminación de las aguas?	¿Cuáles?	¿Qué medidas de protección y reducción de contaminación se emplea?
Erosión de suelos	¿Hay erosión de suelos?	¿Qué factores causan la erosión?	¿Qué medidas de protección y reducción de la erosión se implementa?
Manejo de desechos	¿La zona está libre de basuras	Si hay basuras, ¿qué áreas están afectadas por estos	¿Qué hace con las basuras

INDICADOR AMBIENTAL	ESTADO ACTUAL DEL INDICADOR		
	inorgánicas?	residuos?	inorgánicas?
inorgánicos			
Aprovechamiento de residuos orgánicos	¿Cuáles son las principales fuentes de residuos orgánicos?	¿Cómo manejan los residuos orgánicos?	¿Existen posibles fuentes de contaminación de suelos y aguas por materiales orgánicos?

PROBLEMAS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL RECURSO HIDRICO

PROBLEMAS	SI	NO
Tala		
Quema		
Desperdicio de agua		
Ganadería extensiva		
Desprotección de las fuentes		
Falta de baterías sanitarias		
Cobertura deficiente de acueducto		
Deslizamiento		
Mal manejo de residuos sólidos		
Mal manejo de aguas residuales		

ANEXO B. Formato taller de investigación y participación

FUNDACION PRO CUENCA RIO LAS PIEDRAS

NIT: 800.122.959 –3

CONOCER PARA AMAR, AMAR PARA CONSERVAR

METODOLOGIA PARA LA INVESTIGACION PARTICIPATIVA LOCAL

*Hasta ahora cada vez que veía un árbol,
decía: “bueno este es un árbol”.
Pero hoy cuando miro el árbol, no veo un árbol.
Al menos no veo lo que estoy acostumbrado a ver.
Veo algo con la frescura de la visión de un niño.
No tengo para ello una palabra.
Veo algo único, completo, que fluye, no fragmentado.
Si usted me preguntara: “¿ Qué vio ?”
¿ qué cree que le respondería?*

ANTHONY DE MELO

1. **Preparación de la temática.** Se ajusta con el tema de cambio climático y vulnerabilidad a este.
2. **Socialización y Motivación para la participación.** Se hace en la reunión de líderes. Con los temas a investigar.
3. **Formación de grupos de apoyo:** en reunión de representantes, se define los temas a trabajar por cada sector.
4. **Formación de grupo investigador:** En cada sector se hace un proceso de motivación al interior de la comunidad y se forma un grupo investigador; es importante tener en cuenta que el grupo quede integrado por personas que actúen en diferentes espacios. Los grupos investigadores recibirán asesoría en el desarrollo del trabajo; de ser necesario y posible acompañar a los grupos de investigación en el proceso.
5. **Realización de la gira de investigación:** el grupo recorre o visita la parte relacionada con su investigación, se apoya del mapa y va determinando y estudiando la situación en su conjunto.
6. **Planificación participativa** – taller de análisis de vulnerabilidad e identificación de medidas de adaptación.
7. **Sistematización y Análisis de la información recolectada.**
8. **Presentación de resultados a la comunidad de la zona:** una vez se obtenga la información por parte de los grupos y se analice, se hará la presentación de resultados ante toda la comunidad, con la participación de actores sociales de la zona.

1- PREPARACIÓN DE LA TEMÁTICA

INVESTIGACION PARTICIPATIVA

La investigación permanente de los contextos naturales sociales y culturales, permite tener marcos referenciales e identificar dinámicas de las que se puede extraer elementos de fortalecimiento y proyección.

OBJETIVO: identificar y analizar La situación de nuestro territorio frente al cambio climático desde el punto de vista de vulnerabilidad a los eventos climáticos, la sensibilidad y la capacidad de adaptación.

POBLACIÓN OBJETIVO: habitantes de la subcuenca Molino parte alta y media.

PROCESO METODOLÓGICO EN LA INVESTIGACIÓN

Temas de la investigación:

1 .1-La comunidad frente al cambio climático:

Como ha sido el comportamiento del clima en nuestro sector en los últimos 5 años?

1.1.1 El cambio climático y nuestras actividades productivas- se sugiere visitar las diferentes parcelas para recolectar la siguiente información.

Actividad productiva (describirla)	Afectación cambio climático	Evento climático (invierno, verano, viento, helada)	Soluciones posibles

--	--	--	--

Nota: la actividad productiva puede afectarse por diferentes eventos climáticos, hay que especificar cada caso.

1.1.2- Nuestra agua frente al cambio climático.

1.1.2.1 **Aspectos generales de nuestras fuentes de agua:** Hacer el inventario de las fuentes de agua independiente si son o no utilizadas en nuestra comunidad.

Fuente de agua	Usos de la fuente	Familias que hacen uso de ella.	Sistema de acceso al agua	Estado de la fuente

1.1.2.2- Situación actual de nuestras fuentes de agua

Nombre de la fuente	Estado del nacimiento	Situaciones que les afecta (positivas o negativas)	Situación de la fuente frente a cambios climáticos extremos	Observaciones-recomendaciones

1.1.3 Nuestro suelo frente al cambio climático: visitamos nuestra vereda e identificamos las afectaciones del suelo.

Lugar	Tipo de afectación	Causa de la afectación	Posible solución

1.1 .4 Nuestra vegetación natural y bosques. Visitamos nuestra vereda e identificamos el tipo de vegetación actual y la afectación por los eventos climáticos

Vegetación predominante (bosque nativo o plantado)	Tipo de afectación	Causa de la afectación	Posible solución

2- PLANIFICACION PARTICIPATIVA – TALLER DE ANALISIS DE VULNERABILIDA.

“ Hay una forma de saber si lo que necesitas poner es un clavo o un tornillo. Si ves que se raja la madera, Entonces sabrás que lo que tienes que poner es un tornillo”.

De Melo

La actividad siguiente se realiza con participación de representantes de cada sector, desarrollando los siguientes pasos:

- 2. 1.**Resumen de la información obtenida en el paso anterior:** actividad que se desarrolla con el apoyo de los mapas temáticos.
- 2.2 -**Elaboración del plan de adaptación.**
- 2.3- **estructuración de una ruta de gestión.**

ANEXO C. Formato utilizado para recoger información sobre calidad de agua

ANALISIS CALIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Fecha: _____ Hora: _____

Lugar: _____

Nombre de la fuente: _____

Tipo de Fuente: _____

Análisis físico-químico: _____ Análisis Bacteriológico: _____

OBSERVACIONES: _____

ANEXO D. Formato utilizado para recoger información sobre cantidad de agua

FORMATO CANTIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Fecha: _____ Lugar: _____

Nombre de la Fuente: _____

Tipo de Fuente: _____

Número de Personas que abastece: _____

Época o Tiempo Climático: _____

METODO: Aforo volumétrico

Volumen	Tiempo	Caudal

ANEXO E. Formato de Encuesta

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA SANTA ELENA
SOBRE USO Y MANEJO DEL RECURSO HIDRICO

FECHA: _____ LUGAR: _____

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

NUMERO DE PERSONAS QUE HABITAN EN SU CASA: _____

1. ¿De qué fuente (rio, quebrada o nacimiento) llega el agua a su casa?

2. ¿Se le hace tratamiento a la fuente de abastecimiento?

SI ___ NO ___

3. ¿Tiene nacimientos de agua en su predio?

SI ___ NO ____

¿Cuántos están protegidos?

4. Estado de la fuente:

- a. Aislada
- b. No aislada

Si la fuente está aislada, ¿con que la protegen?

5. ¿Cómo llega el agua a su casa, por canal abierto, manguera o tubería de PVC?

6. ¿Llega suficiente agua a su casa siempre o en épocas de verano se presenta insuficiencia?

7. ¿Qué usos le dan al agua en su casa?

8. La fuente de abastecimiento presenta problemas de:

- c. Mal olor
- b. Mal color
- c. Mal sabor
- d. No presenta problemas

9. ¿En qué condiciones adquieres u obtienes el agua que tomas para beber?

- a. La filtramos con un dispositivo
- b. Directamente de la toma de agua
- c. Directamente de la toma de agua y se aplican gotas desinfectantes que la purifican
- d. Directamente de la toma de agua y la hervimos

10. ¿Talan Arboles para alguna actividad?

SI ___ NO___

Actividad	Arboles que utilizan

11. ¿Cuál el destino de los residuos orgánicos, afectan alguna fuente de agua?

12. ¿Las aguas residuales de su vivienda afectan alguna fuente de agua?

SI ___ NO ___

¿Cuál? _____

13. En su casa tiene:

- a. Sanitario
- b. Letrina
- c. Inodoro sin conexión a alcantarillado ni pozo séptico
- d. Inodoro con conexión a pozo séptico
- e. Inodoro con conexión alcantarillado

14. ¿Utilizas algún desparasitante en sus animales de uso productivo?

SI ___ NO ___

15. ¿Los bebederos (bebederos ecológicos) de agua para animales en sus potretos cuentan con válvulas automáticas?

SI ___ NO ___

16. ¿Utilizas insumos químicos para mejorar tus cultivos?

SI ___ NO ___

17. ¿Dejan abiertas las llaves (lavaplatos, lavamanos, lavadero) después de utilizarla?

SI ___ NO ___

ANEXO F. Caudales Obtenidos en los aforos en cada fuente antes de la bocatoma y después de la bocatoma

Resultados aforo Quebrada El Humuy			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	Caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	3.5	1.5	2
2	3.2	1.3	1.9
3	3.4	1.4	2
4	3.4	1.5	1.9
5	3.6	1.3	2.3
6	3.5	1.5	2
7	3.6	1.6	2
8	3.4	1.4	2
9	3.5	1.7	1.8
10	3.3	1.2	2.1
11	3.5	1.3	2.2
12	3.4	1.5	1.9
13	3.3	1.5	1.8
14	3.5	1.6	1.9
15	3.5	1.5	2
Media	3.44	1.45	1.99

Resultados aforo Quebrada Alto Pesares			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	Caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	0.4	0.05	0.35
2	0.5	0.04	0.46
3	0.4	0.04	0.36
4	0.6	0.05	0.55
5	0.4	0.06	0.34
6	0.5	0.04	0.46
7	0.4	0.05	0.35
8	0.5	0.05	0.45
9	0.5	0.04	0.46
10	0.4	0.06	0.34
11	0.3	0.03	0.27
12	0.6	0.04	0.56
13	0.4	0.07	0.33
14	0.3	0.06	0.24
15	0.3	0.05	0.25
Media	0.43	0.05	0.38

Resultados aforo Quebrada Canchoncho			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	Caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	5.3	2.4	2.9
2	5	2.2	2.8
3	5.4	2	3.4
4	5.3	2.1	3.2
5	5.5	2.6	2.9
6	5.6	2.3	3.3
7	5.4	2.4	3
8	5.4	2.3	3.1
9	5.6	2.3	3.3
10	5.5	2.5	3
11	5.3	2.5	2.8
12	5.2	2.6	2.6
13	5	2.4	2.6
14	5.5	2.7	2.8
15	5.4	2.6	2.8
Media	5.36	2.39	2.97

Resultados aforo Nacimiento Bosque Santa Teresa			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	Caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	1.33	0.8	0.53
2	1	0.7	0.3
3	1.35	1	0.35
4	1.36	0.7	0.66
5	1.4	0.6	0.8
6	1.5	0.9	0.6
7	1.3	0.8	0.5
8	1.3	0.8	0.5
9	1.4	1.2	0.2
10	1.6	1	0.6
11	1.7	0.9	0.8
12	1.5	0.8	0.7
13	1.4	0.9	0.5
14	1.2	0.7	0.5
15	1.4	0.6	0.8
Media	1.38	0.83	0.56

Resultados aforo Quebrada Flandes			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	Caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	4.24	1	3.24
2	4.01	1.5	2.51
3	4.13	0.8	3.33
4	4.3	0.7	3.6
5	4.21	1.3	2.91
6	4.17	1.2	2.97
7	4.12	0.9	3.22
8	4.06	0.8	3.26
9	4.25	0.7	3.55
10	4.31	1.4	2.91
11	4.61	1.3	3.31
12	4.31	1	3.31
13	4.58	1.1	3.48
14	4.24	1.3	2.94
15	4.22	0.8	3.42
Media	4.25	1.05	3.20

Resultados aforo Quebrada Incora			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	Caudal Después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	2.82	0.5	2.32
2	2.74	0.3	2.44
3	3.01	0.4	2.61
4	2.98	0.6	2.38
5	2.65	0.4	2.25
6	2.76	0.7	2.06
7	2.84	0.5	2.34
8	2.76	0.5	2.26
9	2.96	0.6	2.36
10	2.54	0.7	1.84
11	2.79	0.8	1.99
12	2.79	0.4	2.39
13	3.21	0.3	2.91
14	2.98	0.6	2.38
15	2.71	0.5	2.21
Media	2.84	0.52	2.32

Resultados aforo Quebrada La Cumbre			
Días	Caudal que antes de la bocatoma (L/s)	caudal después de la bocatoma (L/s)	Caudal que ingresa al sistema (L/s)
1	3.21	1.2	2.01
2	3	1.4	1.6
3	3.56	1.6	1.96
4	3.48	1.1	2.38
5	3.43	1	2.43
6	3.01	1.4	1.61
7	3.28	1.3	1.98
8	3.19	1.5	1.69
9	3.09	1.4	1.69
10	3.41	1.2	2.21
11	3.11	1.3	1.81
12	3.24	1.1	2.14
13	3.61	1.5	2.11
14	3.31	1.1	2.21
15	3.12	1.3	1.82
Media	3.27	1.29	1.98

ANEXO G. Resultados Análisis Fisicoquímico

Resultados Análisis Físico Químico Quebrada el Humuy												
Días	Temperatura °C	Conductividad (Microsiemens/cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)
1	14	46.6	9.5	21.2	6.8	21	36	0.05	23.3	0.019	6.8	NA
2	13	48.7	4.5	10	6.5	24	32	0.03	20.1	0.017	6.4	4
3	14	45.9	4.2	9.4	7.2	27	41	NA	25.6	NA	6.6	4
4	15	49.4	3.8	8.5	6.6	23	38	0.04	22	0.015	6.7	4
5	13	46.8	2.2	4.9	6.9	30	40	0.05	28.1	0.018	6.9	NA
6	13	47.5	4.6	10.3	7.1	25	35	0.02	24.5	0.017	6.6	NA
7	13	46.3	3.3	7.4	7.5	24	38	NA	23.9	NA	6.4	NA
8	14	47.9	2.8	6.2	6.8	28	35	0.06	25.3	0.015	6.3	NA
9	16	45.5	1.9	4.2	7.3	21	36	0.03	25.7	0.019	6.6	4
10	14	46.2	3.6	8	6.7	26	41	0.04	24.8	0.02	6.2	NA
11	14	48.8	8.8	19.6	6.9	21	32	0.05	23.5	0.019	6.9	4
12	15	49.6	5.6	12.5	7.1	22	39	0.05	20.8	0.018	6.5	4
13	13	46.5	4.3	9.6	6.5	27	42	0.04	22.2	0.019	6.7	4
14	14	47.3	2.9	6.5	6.6	31	35	0.03	23.6	0.017	6.4	4
15	14	48.5	3.5	7.8	7	23	39	0.06	25.5	0.015	6.3	4
Media	13.93	47.43	4.37	9.74	6.90	24.87	37.27	0.04	23.93	0.02	6.55	4.00
Mediana	14	47.3	3.8	8.5	6.9	24	38	0.04	23.9	0.018	6.6	4
Desviación Estándar	0.88	1.32	2.17	4.84	0.30	3.23	3.15	0.01	2.08	0.002	0.22	0.00
Varianza	0.78	1.73	4.70	23.40	0.09	10.41	9.92	0.00	4.33	0.000	0.05	0.00
Máximo	16	49.6	9.5	21.2	7.5	31	42	0.06	28.1	0.020	6.9	4
Mínimo	13	45.5	1.9	4.2	6.5	21	32	0.02	20.1	0.015	6.2	4
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	13	15	13	15	9

Resultados Análisis Físico Quebrada Alto Pesares												
Días	temperatura °C	conductividad (Microsiemens /cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)
1	13	52.2	13.3	27.5	7	24	28	0.07	26.1	0.03	6.4	NA
2	14	60.3	10.1	20.8	6.5	29	30	0.05	25.5	0.02	6.3	4
3	14	55.1	9.9	19.8	6.9	29	31	NA	25.1	NA	6.5	4
4	14	58.2	5.1	7.5	6.9	22	26	0.05	24.8	0.01	6.3	4
5	13	50.4	3.7	5.9	6.8	28	30	NA	23.5	NA	6.5	4
6	13	51.1	2.2	4.5	6.3	28	29	0.06	25.5	0.03	6.4	NA
7	14	55.5	2.5	4.6	6.5	24	29	0.05	27.1	0.05	6.3	4
8	15	59.5	2	3.4	6.6	23	27	0.07	28.4	0.04	6.5	4
9	15	57.2	2.1	3.9	6.5	25	28	0.07	23.2	0.03	6.5	4
10	13	52.3	3.8	6.1	6.3	28	27	0.05	25.7	0.05	6.4	4
11	14	53.1	3.9	6.5	6.4	26	29	NA	26.5	NA	6.5	4
12	13	53.6	2.8	4.1	6.5	29	30	0.06	24.5	0.02	6.3	4
13	14	55.7	2.1	4.6	6.5	27	30	0.07	23.8	0.04	6.6	NA
14	15	57.6	2	3.1	6.3	26	31	0.05	24.1	0.03	6.5	4
15	14	58.8	2.9	3.7	6.7	29	29	0.07	25.2	0.02	6.3	4
Media	13.87	55.37	4.56	8.40	6.58	26.47	28.93	0.06	25.27	0.03	6.42	4.00
Mediana	14	55.5	2.9	4.6	6.5	27	29	0.06	25.2	0.030	6.4	4
Desviación Estándar	0.74	3.17	3.57	7.66	0.23	2.39	1.49	0.01	1.40	0.012	0.10	0.00
Varianza	0.55	10.02	12.75	58.75	0.05	5.70	2.21	0.00	1.96	0.000	0.01	0.00
Máximo	15	60.3	13.3	27.5	7.0	29	31	0.07	28.4	0.050	6.6	4
Mínimo	13	50.4	2.0	3.1	6.3	22	26	0.05	23.2	0.010	6.3	4
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	12	15	12	15	12

Resultados Análisis Físico Químico Quebrada Canchoncho												
Días	Temperatura °C	Conductividad (Microsiemens/cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)
1	13	103	8.4	7.6	6.6	49	58	NA	51.5	NA	6.6	4
2	13	98.8	7.5	6.7	6.4	52	62	0.01	48.6	0.015	6.8	4
3	14	101	5	4.5	6.7	48	55	0.03	50.2	0.011	6.5	4
4	13	85.2	5.3	4.8	6.2	49	57	0.03	49.7	0.013	6.9	4
5	14	79.1	4.8	4.3	6.8	50	61	0.02	47.9	0.02	6.8	4
6	15	95.4	7.2	6.5	6.5	51	55	NA	48.2	NA	6.6	NA
7	14	92.1	4.5	4.1	6.6	49	61	NA	51.8	NA	6.7	NA
8	14	88.5	4.3	3.9	7	48	58	0.03	50.5	0.011	6.4	4
9	15	92.6	4.5	4.1	6.6	45	56	0.02	48.8	0.02	6.5	4
10	13	75.6	4.2	3.8	6.8	50	55	0.03	47.6	0.012	6.9	NA
11	14	99.7	5	4.5	7	49	57	0.04	49.2	0.015	6.6	4
12	15	87.4	8.1	7.3	6.9	47	61	0.02	49.9	0.012	6.8	4
13	13	101.2	4.9	4.4	6.5	51	63		48.1	NA	6.4	4
14	13	99.1	4.3	3.9	6.3	48	57	0.05	51.1	0.013	6.2	4
15	14	86.3	4.5	4.1	6.5	49	58	0.03	50.5	0.015	6.8	4
Media	13.80	92.33	5.50	4.97	6.63	49.00	58.27	0.03	49.57	0.01	6.63	4.00
Mediana	14	92.6	4.9	4.4	6.6	49	58	0.03	49.7	0.013	6.6	4
Desviación Estándar	0.77	8.45	1.49	1.33	0.24	1.73	2.69	0.01	1.35	0.003	0.21	0.00
Varianza	0.60	71.45	2.22	1.78	0.06	3.00	7.21	0.00	1.83	0.000	0.04	0.00
Máximo	15	103.0	8.4	7.6	7.0	52	63	0.05	51.8	0.020	6.9	4
Mínimo	13	75.6	4.2	3.8	6.2	45	55	0.01	47.6	0.011	6.2	4
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	11	15	11	15	12

Resultados Análisis Físico Químico Nacimiento Bosque Santa Teresa												
Días	Temperatura °C	Conductividad (Microsiemens/cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)
1	13	69.8	2	3.5	5.7	30	34	NA	34.9	NA	6.5	4
2	13	65.3	2.2	3.8	5.9	31	33	0.06	33.5	0.01	6.3	4
3	14	66.7	1.9	3.3	6	29	31	0.05	35.1	0.015	6.8	NA
4	14	68.5	2.1	3.7	6	30	34	0.06	34.7	0.012	6.9	4
5	15	66.4	1.7	2.9	6.1	31	30	NA	33.8	NA	6.5	4
6	13	69.1	2.2	3.5	6.3	30	35	NA	35.5	NA	6.6	4
7	14	65.5	1.5	2.6	6.1	30	34	0.05	34.4	0.013	6.8	4
8	13	69.5	2	3.4	6.2	29	34	0.04	34.8	0.01	6.5	4
9	13	67.2	2.1	3.9	6.5	32	33	0.06	33.2	0.015	6.7	NA
10	13	68.1	1.8	3.1	6.3	31	31	0.05	35.7	0.012	6.6	4
11	14	69.7	1.9	3.5	6.4	30	33	NA	36.5	NA	6.5	4
12	13	68.4	1.8	3	6.1	32	32	0.07	34.5	0.018	6.8	NA
13	14	65.7	2.1	3.6	6.5	31	35	0.05	33.8	0.015	6.7	NA
14	15	67.6	2	3.1	6.3	31	34	0.05	34.1	0.015	6.5	4
15	13	68.8	1.9	3.7	6.2	29	32	NA	35.2		6.3	4
Media	13.60	67.75	1.95	3.37	6.17	30.40	33.00	0.05	34.65	0.01	6.60	4.00
Mediana	13	68.1	2.0	3.5	6.2	30	33	0.05	34.7	0.014	6.6	4
Desviación Estándar	0.74	1.55	0.19	0.37	0.22	0.99	1.51	0.01	0.89	0.003	0.18	0.00
Varianza	0.54	2.40	0.04	0.13	0.05	0.97	2.29	0.00	0.79	0.000	0.03	0.00
Máximo	15	69.8	2.2	3.9	6.5	32	35	0.07	36.5	0.018	.9	4
Mínimo	13	65.3	1.5	2.6	5.7	29	30	0.04	33.2	0.010	.3	4
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	10	15	10	15	11

Resultados Análisis Físico Químico Quebrada Flandes												
Días	Temperatura °C	Conductividad (Microsiemens/cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)
1	14	54.2	2.2	8.3	7.2	24	34	0.03	27.1	0.012	6.7	4
2	14	54.8	2.1	7.9	7	26	37	0.03	25.5	0.011	6.9	4
3	15	55.1	2.2	8.1	7	24	35	0.02	27.6	0.012	6.7	4
4	13	53.9	2	7.7	7.1	22	34	0.01	27.9	0.013	6.7	4
5	14	55.6	2.1	7.8	7.2	25	37	0.05	26.5	0.011	6.6	4
6	15	54.5	2.2	8.8	7.2	24	34	NA	28.2	NA	6.5	4
7	13	53.8	2	7.9	7	24	34	0.02	28.9	0.011	6.9	NA
8	14	54.3	2.1	8	7.1	27	35	0.02	27.5	0.012	6.7	4
9	14	54.9	2.3	8.2	7.1	26	36	0.05	25.9	0.012	6.5	4
10	14	55.8	2.5	8.9	7.2	26	35	NA	25.4	NA	6.5	4
11	15	55.2	2.1	7.7	7	23	34	NA	26.6	NA	6.8	4
12	15	53.9	2.4	8.5	7	24	37	NA	27.8	NA	6.9	NA
13	13	55.7	2	7.6	7.3	25	33	0.01	26.7	0.013	6.7	4
14	14	56.1	2.2	8.2	7.1	24	34	0.03	25.8	0.012	6.9	4
15	14	54.3	2.2	8.3	7.1	24	34	0.03		0.012	6.8	4
Media	14.07	54.81	2.17	8.13	7.11	24.53	34.87	0.03	26.96	0.01	6.72	4.00
Mediana	14	54.8	2.2	8.1	7.1	24	34	0.03	26.9	0.012	6.7	4
Desviación Estándar	0.70	0.75	0.14	0.39	0.10	1.30	1.30	0.01	1.08	0.001	0.15	0.00
Varianza	0.50	0.57	0.02	0.15	0.01	1.70	1.70	0.00	1.16	0.000	0.02	0.00
Máximo	15	56.1	2.5	8.9	7.3	27	37	0.05	28.9	0.013	6.9	4
Mínimo	13	53.8	2.0	7.6	7.0	22	33	0.01	25.4	0.011	6.5	4
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	11	14	11	15	13

Resultados Análisis Físico Químico Quebrada Incora													
Días	Temperatura °C	Conductividad (Microsiemens/cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)	
1	14	78	1	4.7	7	40	64	0.01	39	0.013	6.9	NA	
2	14	75	0.9	4.1	7	38	61	0.02	41.1	0.01	6.7	4	
3	14	78	1.2	4.5	7.1	40	63	0.04	39.5	0.02	6.6	NA	
4	15	77	1.1	4.7	6.8	40	64	0.02	38	0.03	6.5	NA	
5	15	81	1.5	4.7	6.9	40	64	0.03	39	0.012	6.7	4	
6	14	79	1.2	4.5	6.8	39	63	0.05	40.5	0.01	6.8	4	
7	15	69	1	4.1	7	37	62	NA	38.2	NA	6.6	4	
8	14	80	1	4.3	7	39	60	NA	39.1	NA	6.6	4	
9	15	78	0.8	4.1	7.1	38	61	0.01	41.3	0.02	6.7	4	
10	13	73	1.3	4.2	6.7	40	64	0.03	41.1	0.03	6.9	4	
11	14	80	1.1	4.4	6.8	41	63	0.01	40	0.02	6.6	4	
12	14	81	1.3	4.7	6.9	40	61	NA	39	NA	6.8	NA	
13	15	78	1.2	4.5	6.9	38	62	0.03	39.1	0.01	6.8	4	
14	15	79	1	4.7	7	40	64	0.01	38.5	0.01	6.7	4	
15	14	79	9	4.2	7.1	39	63	0.04	37.9	0.01	6.6	4	
Media	14.33	77.67	1.64	4.43	6.94	39.27	62.60	0.03	39.42	0.02	6.70	4.00	
Mediana	14	78.0	1.1	4.5	7.0	40	63	0.03	39.1	0.013	6.7	4	
Desviación Estándar	0.62	3.20	2.04	0.24	0.12	1.10	1.35	0.01	1.14	0.008	0.12	0.00	
Varianza	0.38	10.24	4.18	0.06	0.02	1.21	1.83	0.00	1.29	0.000	0.01	0.00	
Máximo	15	81.0	9.0	4.7	7.1	41	64	0.05	41.3	0.030	6.9	4	
Mínimo	13	69.0	0.8	4.1	6.7	37	60	0.01	37.9	0.010	6.5	4	
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	12	15	12	15	11	

Resultados Análisis Físico Químico Quebrada la Cumbre												
Días	Temperatura °C	Conductividad (Microsiemens/cm)	Turbiedad (N.T.U)	Color aparente (Pt.Co)	pH (unidades)	Alcalinidad Total (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	S.D.T (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Cloruros (mg/L)
1	14	14.1	1.2	6.3	6.8	16	29	0.04	20.7	0.02	6.6	NA
2	14	16.2	1.4	6.8	7	18	32	0.05	22.1	0.01	6.8	4
3	14	14.5	1.2	6.1	7.1	17	28	0.04	20.9	0.02	6.6	NA
4	14	15.8	1.3	6.7	6.9	16	31	0.04	20.5	0.02	6.5	4
5	14	15.5	1.5	7.1	6.8	16	30	0.03	22.8	0.01	6.9	4
6	14	14.9	1.2	6.5	6.8	19	31	0.05	23.1	0.01	6.8	4
7	15	16.8	1.4	6.9	7.1	19	29	NA	23.5	NA	6.6	4
8	14	14.2	1.4	6.8	7	18	29	NA	21.9	NA	6.6	4
9	15	15.7	1.2	6.2	7.1	17	28	0.05	21.6	0.01	6.7	4
10	13	14.4	1.3	6.8	6.9	17	29	0.03	22.6	0.03	6.9	4
11	14	16.5	1.5	7.2	6.8	18	31	0.05	20.4	0.02	6.5	4
12	14	15.1	1.3	6.9	6.8	18	31	NA	20.7	NA	6.8	NA
13	15	14.4	1.4	6.9	6.9	19	28	0.04	23.7	0.03	6.8	NA
14	15	15.3	1.4	7.1	7.1	16	32	0.04	20.8	0.01	6.7	4
15	13	15.9	1.2	6.3	7	16	30	0.05	21.1	0.01	6.6	4
Media	14.13	15.29	1.33	6.71	6.94	17.33	29.87	0.04	21.76	0.02	6.69	4.00
Mediana	14	15.3	1.3	6.8	6.9	17	30	0.04	21.6	0.015	6.7	4
Desviación Estándar	0.64	0.86	0.11	0.35	0.12	1.18	1.41	0.01	1.14	0.008	0.13	0.00
Varianza	0.41	0.74	0.01	0.12	0.02	1.38	1.98	0.00	1.31	0.000	0.02	0.00
Máximo	15	16.8	1.5	7.2	7.1	19	32	0.05	23.7	0.030	6.9	4
Mínimo	13	14.1	1.2	6.1	6.8	16	28	0.03	20.4	0.010	6.5	4
Numero de datos	15	15	15	15	15	15	15	12	15	12	15	11

ANEXO H. Resultados Análisis Bacteriológico

Resultados Análisis bacteriológico Quebrada Humuy			
Días	Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL
1	12	689.3	21.1
2	9.8	655.2	19.8
3	9.5	591.3	20.5
4	12.1	675.1	23.7
5	11.6	682.4	21.9
6	10.5	661.5	20.8
7	12.7	687.9	19.7
8	9.9	693.9	22.4
9	9.3	598.4	18.9
10	12.3	664.5	21.5
11	11.4	645.3	20.3
12	10.1	623.8	22.3
13	9.8	684.5	19.1
14	12.5	691.6	20.3
15	10.8	625.7	18.5
Media	10.95	658.03	20.72
Mediana	11	664.5	20.5
Desviación Estándar	1.19	34.14	1.45
Varianza	1.42	1165.65	2.11
Máximo	13	693.9	23.7
Mínimo	9	591.3	18.5
Numero de datos	15	15	15

Resultados Análisis bacteriológico Quebrada Alto Pesares				
Días	Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL	
1	1000	1011.2	3.1	
2	998.1	1015.9	3.6	
3	895.6	1028.5	3.2	
4	977.9	1010.9	3.5	
5	830.4	1021.1	3.3	
6	927.4	1018.3	2.8	
7	967.8	1009.5	3	
8	891.8	1011.9	2.6	
9	978.5	1016.6	2.9	
10	880.1	1018.4	3.1	
11	989.9	1022.6	3.4	
12	885.4	1011.3	3.5	
13	979.8	1010.7	3.2	
14	855.2	1023.8	3	
15	10.8	625.7	18.5	
Media	871.25	990.43	4.18	
Mediana	927	1015.9	3.2	
Desviación Estándar	244.58	101.06	3.97	
Varianza	59819.59	10212.89	15.77	
Máximo	1000	1028.5	18.5	
Mínimo	11	625.7	2.6	
Numero de datos	15	15	15	

Resultados Análisis bacteriológico Quebrada Canchoncho			
Días	Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL
1	4.4	1011.2	11.2
2	4.1	1011.9	11.6
3	4.4	1010.1	10.9
4	4.4	1009.9	11.2
5	4.5	1012.3	11.4
6	4.3	1011.8	10.2
7	4.1	1010.9	9.9
8	4.2	1008.7	11.1
9	4.1	1012.2	11.2
10	4.4	1013.9	10.1
11	4.5	1011.8	10.5
12	4.3	1011.1	11.2
13	4.1	1011.2	11.9
14	4.2	1009.8	10.9
15	4.4	1012.8	9.8
Media	4.29	1011.31	10.87
Mediana	4	1011.2	11.1
Desviación Estándar	0.15	1.32	0.63
Varianza	0.02	1.74	0.40
Máximo	5	1013.9	11.9
Mínimo	4	1008.7	9.8
Numero de datos	15	15	15

Resultados Análisis bacteriológico Nacimiento Molino				
Días		Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL
	1	2.8	143.7	3
	2	2.1	138.1	2.8
	3	2.5	144.1	2.5
	4	2.8	139.5	2.7
	5	2.7	125.8	3.1
	6	2.5	136.7	2.9
	7	2.9	140.8	2.6
	8	2.8	136.4	2.8
	9	2.6	149.8	2.9
	10	2.4	137.8	2.7
	11	2.1	134.5	3
	12	2.5	129.3	3.1
	13	2.7	142.9	2.6
	14	2.9	139.5	2.4
	15	2.8	141.2	2.5
Media		2.61	138.67	2.77
Mediana		3	139.5	2.8
Desviación Estándar		0.26	5.91	0.23
Varianza		0.07	34.99	0.05
Máximo		3	149.8	3.1
Mínimo		2	125.8	2.4
Numero de datos		15	15	15

Resultados Análisis bacteriológico Quebrada Flandes				
Días	Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL	
1	4.9	1011.2	1	
2	3.5	1010.5	0.8	
3	4.5	1015.1	1.1	
4	4.8	1015.5	0.9	
5	3.9	1010.8	1	
6	4.1	1009.9	0.8	
7	4.8	1018.1	1.2	
8	3.8	1016.2	1.1	
9	3.5	1008.9	0.9	
10	4.3	1011.7	1.2	
11	4.1	1005.8	0.8	
12	4.6	1010.1	0.9	
13	4.9	1009.9	1	
14	4.8	1013.2	1.1	
15	4.7	1004.8	1	
Media	4.35	1011.45	0.99	
Mediana	5	1010.8	1.0	
Desviación Estándar	0.50	3.69	0.14	
Varianza	0.25	13.59	0.02	
Máximo	5	1018.1	1.2	
Mínimo	4	1004.8	0.8	
Numero de datos	15	15	15	

Resultados Análisis bacteriológico Quebrada Flandes				
Días	Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL	
1	4.9	1011.2	1	
2	3.5	1010.5	0.8	
3	4.5	1015.1	1.1	
4	4.8	1015.5	0.9	
5	3.9	1010.8	1	
6	4.1	1009.9	0.8	
7	4.8	1018.1	1.2	
8	3.8	1016.2	1.1	
9	3.5	1008.9	0.9	
10	4.3	1011.7	1.2	
11	4.1	1005.8	0.8	
12	4.6	1010.1	0.9	
13	4.9	1009.9	1	
14	4.8	1013.2	1.1	
15	4.7	1004.8	1	
Media	4.35	1011.45	0.99	
Mediana	5	1010.8	1.0	
Desviación Estándar	0.50	3.69	0.14	
Varianza	0.25	13.59	0.02	
Máximo	5	1018.1	1.2	
Mínimo	4	1004.8	0.8	
Numero de datos	15	15	15	

Resultados Análisis bacteriológico Quebrada Flandes				
Días		Recuento mesofilos en 100 mL	Coliformes totales en 100 mL	Coli fecal en 100 mL
	1	4.9	1011.2	1
	2	3.5	1010.5	0.8
	3	4.5	1015.1	1.1
	4	4.8	1015.5	0.9
	5	3.9	1010.8	1
	6	4.1	1009.9	0.8
	7	4.8	1018.1	1.2
	8	3.8	1016.2	1.1
	9	3.5	1008.9	0.9
	10	4.3	1011.7	1.2
	11	4.1	1005.8	0.8
	12	4.6	1010.1	0.9
	13	4.9	1009.9	1
	14	4.8	1013.2	1.1
	15	4.7	1004.8	1
Media		4.35	1011.45	0.99
Mediana		5	1010.8	1.0
Desviación Estándar		0.50	3.69	0.14
Varianza		0.25	13.59	0.02
Máximo		5	1018.1	1.2
Mínimo		4	1004.8	0.8
Numero de datos		15	15	15

ANEXO I. Formato Ejemplo Resultado Físico Químico

A

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.

NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000 -1 SSPD

A

F.CEP.A5.005

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PARTICULARES

V 5.0

REGISTRO N°. R 151

PROCEDENCIA
FUENTE
ANÁLISIS SOLICITADO
PUNTO DE CAPTACION

ORDENADO POR
RECOLECTADO POR
FECHA DE TOMA
FECHA DE ANÁLISIS

MUNICIPIO DE POPAYAN CAUCA
EL HUMUY
FISICO - QUIMICO
AGUA CRUDA
ACUEDUCTO PRINCIPAL
DIVISION MABIENTAL
YENNY CUELLAR
30 de mayo de 2011
30 de mayo de 2011

NORMAS M.S.P.

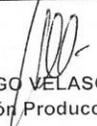
Dicto. No. 1575 de Mayo / 2007

Res. 2115 de Junio / 2007

ANALISIS	CONCENTRACION	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P.	
			H ₂ O Cruda	H ₂ O Tratada
CONDUCTIVIDAD	46,6	Microhomios/cm	<=1500	50 a 1000
TURBIEDAD	9,5	N.T.U.	<=5	<=2
COLOR APARENTE	21,2	Pt. Co.	<=25	<=15
p.H.	6,8	Unidades	6.5 / 9.0	6.5 / 9.0
ALCALINIDAD TOTAL	21,0	Mg/lit CaCo ₃	120	Hasta 200
DUREZA TOTAL	36,0	Mg/lit CaCo ₃	180	Hasta 300
HIERRO TOTAL	0,05	Mg/lit Fe.	0.5	0 / 0.3
S.D.T.	23,3	Mg/lit	<1000	<= 500
NITRITOS	0,019	NO ₂	1.0	0 / 0,1
OXIGENO DISUELTO	6,8	Mg/lit O ₂		> 6.0
D.Q.O ₅	NA	Mg/lit		
D.B.O ₅	NA	Mg/lit		
COLORO	NA	Mg/lit		0.3 / 2,0
S.S.T.	NA	Mg/lit		
CLORUROS	NA	Mg/lit		

NOTA: LA MUESTRA ANALIZADA CONTIENE CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS NORMALES.-


ARMANDO GÓNZALEZ H.
Auxiliar Laboratorio


RODRIGO VELASCO
Ing. Jefe División Producción

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 5456 del 31 de diciembre de 2009 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 64 08 Conmutador: (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com

ANEXO J. Formato Ejemplo Resultado Bacteriológico



ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. ESP.

NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000-1 SSPD



F.CEP A5 001

ANALISIS BACTERIOLOGICOS (AMBIENTAL-PARTICULARES)

V 4.0

REGISTRO N° 128

DEPARTAMENTO CAUCA
MUNICIPIO POPAYAN
REMITENTE DIVISION AMBIENTAL
FECHA DE TOMA MAYO 30 DE 2011
FECHA DE ANALISIS MAYO 31 - JUNIO - 1 - DE 2011
RECOLECTADO POR YENY CUELLAR
FUENTE QUEBRADA EL HUMUY
LUGAR DE TOMA BOCATOMA

AGUA TRATADA
FILTRACIÓN/MEMBRANA
SUSTRATO DEFINIDO
NORMA I.N.S. DCTO N°
1575 - 05/2007 RESOL.
2115

INFORME DE LABORATORIO

RECUENTO DE MESOFILOS EN 100 ml.	12.000	HASTA 100 U.F.C.
COLIFORMES TOTALES EN 100 ml.	689.3	<1 NMP
ENSAYO CONFIRMATIVO PARA COLI FECAL EN 100 ml.	21.1	<1 NMP

NOTA: LA MUESTRA ANALIZADA ES INSATISFACTORIA
PARA CONSUMO HUMANO REQUIERE DESINFECCION

ANA MYRIAM IRIGORRI DE ALVAREZ
Bacteriologa

Ing RODRIGO VELASCO
Jefe Division Produccion

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 5456 del 31 diciembre de 2009
"Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 64 08 Conmutador: (28) 32 10 00 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com.co e-mail: aadepop@emt