	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADÉMICO</b>		<b>i(109)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	MARYETH VIVIANA CARRASCAL MORA ALEXANDRA RAMÍREZ GUTIÉRREZ		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL		
DIRECTOR	LUIS AUGUSTO JÁCOME GÓMEZ		
TÍTULO DE LA TESIS	PROGRAMA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL ACUEDUCTO DE LA CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELEN EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA LEY 373 DE 1997 “PUEAA”		
<b>RESUMEN</b> (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>EL PRESENTE TIENE COMO FIN LA FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN EFICIENTE POR PARTE DE LOS DIFERENTES ACTORES SOCIALES DEL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN DEL PROGRAMA DE USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA, EL CUAL PERMITIRÁ AUNAR ESFUERZOS EN LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO, PROTECCIÓN DE LAS FUENTES ABASTECEDORAS Y MEJORA DE LA CALIDAD DE AGUA, SIENDO ENTONCES ESTE PROGRAMA, UNA HERRAMIENTA FUNDAMENTAL PARA LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 109	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 9	CD-ROM: 1



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
[www.ufpso.edu.co](http://www.ufpso.edu.co)



**PROGRAMA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL  
ACUEDUCTO DE LA CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE  
BELEN EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER PARA DAR  
CUMPLIMIENTO A LA LEY 373 DE 1997 “PUEAA”**

**AUTORES:**

**MARYETH VIVIANA CARRASCAL MORA**

**ALEXANDRA RAMÍREZ GUTIÉRREZ**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental**

**Director**

**LUIS AUGUSTO JÁCOME GÓMEZ**

**Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Ocaña, Colombia**

**febrero de 2018**

## **DEDICATORIA**

En este presente trabajo de grado tengo el honor de brindarle participación y agradecimiento a mis padres por su gran apoyo moral y económico, por creer en mi capacidad y lograr que este triunfo sea de orgullo para ellos y toda la familia.

A mi querido hermano, por ser fuente de motivación e inspiración, que con su cariño y amor me motivaban a estar más cerca de la meta.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio día a día compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas, y a todas aquellas personas que durante este proceso de formación estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

**ALEXANDRA RAMIREZ GUTIERREZ.**

En este presente trabajo de grado primero que todo darle gracias a Dios que supo guiarme por el buen camino, tengo el honor de brindarle participación y agradecimiento a mis padres por su gran apoyo moral y económico, por creer en mi capacidad y lograr que este triunfo sea de orgullo para ellos y toda la familia.

A mis queridos hermanos, por ser mi fuente de motivación e inspiración, que con su cariño y amor me motivaban a estar mas cerca de la meta.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio día a día compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas, y a todas aquellas personas que durante este proceso de formación estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

**MARYETH VIVIANA CARRASCAL MORA.**

## Índice

Capítulo 1. Programa para el ahorro y uso eficiente del agua para el acueducto de la cabecera urbana del municipio de La Playa de Belén en el departamento Norte de Santander para dar cumplimiento a la ley 373 de 1997 “PUEAA” .....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Formulación del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Justificación .....	4
1.5 Delimitaciones .....	7
1.5.1 Delimitaciones geográficas .....	7
1.5.2 Delimitación temporal .....	8
1.5.3 Delimitación Operativa .....	8
1.5.4 Delimitación Conceptual .....	8
Capítulo 2. Marco referencial .....	10
2.1. Marco Histórico .....	10
2.2. Marco Contextual.....	14
2.3 Marco Conceptual.....	15
2.3.1 Agua.....	15
2.3.2 Conciencia social .....	16
2.3.3 Conciencia social y el ahorro en el consumo de agua doméstico .....	16
2.3.4. Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA). .....	17
2.3.5 Horizonte de planificación del programa de ahorro y uso eficiente del agua.....	17
2.3.6 Modelación Hidrológica. ....	17
2.3.7 RAS.....	18
2.3.10 Sistemas de Información Geográficos (SIG). .....	18
2.3.11 Shapefile (Shp).....	19
2.3.12 Raster. ....	19
2.4 Marco Teórico.....	19
Capítulo 3. Diseño Metodológico .....	26
3.1 Tipo de Investigación.....	26
3.2 Población.....	32
3.3 Muestra .....	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información .....	33
Capítulo 4. Presentación de resultados .....	38

4.1. Diagnóstico de carácter técnico y ambiental del estado actual de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado de acuerdo con el orden de priorización del documento RAS en su última actualización 0330 del 2017. ....	38
4.2. Diagnóstico de las fuentes abastecedoras principales del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de La Playa (Quebrada La Honda y La Tenería).....	42
4.3. Cálculo de la oferta y demanda hídrica superficial aplicando las herramientas metodológicas del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (IDEAM), teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema de acueducto y alcantarillado según el RAS 2017.....	45
4.3.1. Información General de la fuente Hídrica abastecedora.....	45
4.3.2. Topografía de la Microcuenca de la quebrada la Honda y la Piritama.....	45
4.3.3. Delimitación del área natural de drenaje y características morfométricas. ....	47
4.3.4. Relación Lluvia Escorrentía.....	49
4.3.5. Número De Curva De Escorrentía CN.....	49
4.3.6. Clasificación Hidrológica .....	50
4.3.7. Uso y tratamiento del suelo en el área de estudio.....	51
4.4. Oferta Hídrica Superficial de la Microcuenca .....	53
4.5. Formulación del programa de uso eficiente y ahorro de agua .....	54
4.5.1. Justificación. Para la elaboración del programa de uso eficiente y ahorro de agua... ..	55
4.5.2 Componentes del programa de uso eficiente y ahorro de agua .....	56
4.5.3. Reúso o reciclaje del agua.....	60
4.5.4. La medición. ....	65
4.5.5. Sistema tarifario. ....	69
4.5.6 Campañas educativas .....	70
4.5.7 Tecnología de bajo consumo. ....	76
4.5.8 Protección de las fuentes de agua. ....	78
4.6 Mejoramiento continuo, seguimiento y evaluación del programa de uso eficiente y ahorro de agua .....	82
Capítulo 5: Conclusiones .....	84
Capítulo 6: Recomendaciones.....	86
Referencias.....	87
Apéndice .....	95

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa de Localizacion General del Proyecto	15
Figura 2. Modelo digital de elevación en la zona de estudio	46
Figura 3. Resultado de Modelación topográfica 3D	46
Figura 4. Imagen Landsat para clasificación de coberturas	51
Figura 5. Coberturas de la tierra zona Ocaña, del área Natural de Drenaje	52
Figura 6. Desperdicio de Agua con el Grifo mal Cerrado	73
Figura 7. Como / Donde se pierde agua	73
Figura 8. Localización de los puntos críticos en la Microcuenca	80
Figura 9. Localización Puntos de Reforestación	81

## Lista de tablas

Tabla 1. Etapas en de la metodología según la guía de ahorro y uso eficiente de agua	23
Tabla 2. Características Morfométricas de la cuenca abastecedora	47
Tabla 3. Oferta Hidrica Superficial	53
Tabla 4. Resumen general de los recursos a utilizar	59
Tabla 5. Puntos de afectación de la cuenca	80
Tabla 6. Puntos de reforestación en la microcuenca	81

## Lista de Apéndices

Apéndice A. Análisis de aguas	96
Apéndice B. Registro fotográfico	97



# **Capítulo 1. Programa para el ahorro y uso eficiente del agua para el acueducto de la cabecera urbana del municipio de La Playa de Belén en el departamento Norte de Santander para dar cumplimiento a la ley 373 de 1997 “PUEAA”**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Las principales fuentes de abastecimiento de agua para el ser humano son las aguas lluvias, aguas superficiales y subterráneas, siendo las aguas superficiales las que más son utilizadas a nivel mundial para beneficio de la humanidad lo anterior a pesar de tener el menor porcentaje de agua disponible, pues presenta las mejores condiciones de viabilidad económica y constructiva para las poblaciones, pero en los últimos años estas fuentes superficiales se han visto reducidas por los diferentes cambios climáticos ocasionados por fenómenos naturales como el fenómeno del niño, a su vez causas antrópicas como la deforestación, los asentamientos humanos y la desmedida utilización de los recursos naturales ha ido incrementado esta situación. (pereira, 2014)

Tanto así, que nuestro país, en el año 2015 y 2016, ha presentado los porcentajes más altos de sequía, causando una reducción significativas sus fuentes superficiales en más de un 50%, afectando el crecimiento económico y social del país, así como el bienestar y la salubridad de sus habitantes (ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA , 2016)

En el caso del municipio de La Playa de Belén localizado en el departamento de Norte de Santander donde a través de los años ha quedado evidenciado el grave problema de desabastecimiento, la población se queja de la escases y de la falta de una fuente hídrica para el sistema de agua potable de la zona urbana del municipio y la nula existencia de este en las zonas rurales, esta situación que afecta notablemente el desarrollo del territorio causando el deterioro de la salud de los habitantes, y aunque la cabecera municipal cuenta con un sistema de agua potable, el cual se abastece de la quebrada la Honda esta oferta hidrica en épocas de verano no es suficiente para cubrir las necesidades de la población playera; que en época de invierno la quebrada la Honda ofrece un caudal que asciende a 8litros por segundo, mientras que en época de verano esta cifra se reduce en más de la mitad, acentuando el problema principal (EMPRESA DE ACUEDCUTO Y ALCANATRILLADO DE LA PLAYA DE BELEN, 2010)

Por la razón anterior y para dar cumplimiento a la ley 373 de 1997, la empresa prestadora de servicios de acueducto del municipio de la playa de belén debe formular el programa ahorro y uso eficiente del agua, el cual debe ser presentado a la CAR del departamento y aprobado por esta previa revisión técnica

En Colombia la ley 373 de 1997 reglamenta el “Programa para el uso eficiente y ahorro del agua” -PUEAA- y lo define como el conjunto de proyectos y acciones que deben ser elaborados y adoptado por las entidades que estén encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. (UNION EUROPEA , 2011)

El uso eficiente de agua incluye toda actividad relacionada con utilizar de una manera adecuada el recurso, hacer más o lo mismo con menos cantidad, de esta forma se deben tomar medidas que permitan reducir el uso de agua en cualquier proceso o actividad que permita la conservación y el mejoramiento del recurso (MONTAÑO, 2002)

Por lo anteriormente descrito la formulación e implementación eficiente por parte de los diferentes actores sociales del municipio de la playa de Belén del programa de uso y ahorro eficiente del agua permitirá aunar esfuerzos en la optimización del recurso hídrico, protección de las fuentes abastecedoras y mejora de la calidad de agua, siendo entonces el programa de uso y ahorro eficiente del agua una herramienta fundamental para la ordenación del territorio.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son las actividades técnicas y administrativas que deben ser desarrolladas por la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de la playa de belén para optimizar el recurso hídrico del municipio?

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo General.** Elaborar el Programa para el ahorro y uso eficiente del agua para el acueducto de la cabecera urbana del municipio de la Playa de Belén en el departamento Norte de Santander para dar cumplimiento a la ley 373 de 1997 “PUEAA”

**1.3.2 Objetivos específicos.** Desarrollar un diagnóstico de carácter técnico y ambiental del estado actual de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado de acuerdo con el orden de priorización del documento RAS en su última actualización 0330 del 2017.

Realizar un diagnóstico de las fuentes abastecedoras principales del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de la playa (quebrada la honda y la tenería)

Calcular la oferta y demanda hídrica superficial aplicando las herramientas metodológicas del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (IDEAM), teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema de acueducto y alcantarillado según el RAS 2017

Formular de las actividades del PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA haciendo énfasis en las actividades de impacto en las cuentas de abastecimiento

## **1.4 Justificación**

La poca o mala gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en el planeta enfrenta de forma dramática a los más de 6.000 millones de seres humanos del planeta a un futuro el cual no es muy alentador en cuanto a la disponibilidad y calidad del agua (NACIONES UNIDAS, 2014); esta es una verdad innegable la cual está lejos de mejorar en el futuro próximo al menos que sean tomadas las medidas técnicas y políticas necesarias por parte de los gobiernos del mundo

Dentro de los procesos básicos del ser humano y demás formas de especies, el acceso al recurso hídrico es un derecho fundamental y nace de instrumentos de gestión del recurso hídrico como lo son los programas de uso eficiente y ahorro del agua, los cuales son mecanismos claves a implementar para minimizar el riesgo de las poblaciones ante posibles situaciones de desabastecimiento del agua. entonces cabe mencionar, que la gestión del recurso hídrico no es un tema reciente en la sociedad mundial, sino que se ha venido trabajando por parte de las naciones en diferentes encuentros mundiales, pero que es hasta el año 2010, que es reconocido el derecho humano al agua de calidad por la Asamblea General de las Naciones Unidas mediante Resolución 64/292 de 3 de agosto de 2010, generando así, mayor conciencia de lo que significa conservar el recurso al adoptar medidas de protección y uso razonable ( Arenas, 2012 ).

La panorámica que se refleja en las cifras con respecto al acceso al agua por parte de la población mundial, no es muy alentador, pues se calcula que alrededor de ochocientos ochenta y cuatro millones de personas no tienen acceso al agua de calidad y que aproximadamente un millón quinientos mil niños mueren al año por causas relacionadas con el agua y que para el año 2025 dos tercios de la humanidad sufrirá escases de agua (PNUD, 2014)

En Colombia, es a partir de la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Constitución Política de 1991, la Ley 99 de 1993 y en específico la Ley 373 de 1997 “por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”, que se impulsan las medidas de carácter normativo para la gestión del recurso hídrico por parte de las diferentes autoridades y usuarios. (MARÍN, 2014)

En Colombia, la ley 373 de 1997 reglamento lo que se ha denominado “PUEAA” Programa para el uso eficiente y ahorro del agua, este es el programa que aglutina los proyectos y las acciones las cuales deben ser formuladas e implementadas por parte de cada uno de los organismos, empresas o entidades encargadas de la prestación de servicios de agua potable y saneamiento básico a nivel municipal, departamental

Entre las medidas que fueron adoptadas por el Estado Colombiano para realizar la gestión del recursos hídrico, se encuentran la elaboración y presentación de Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA a las autoridades ambientales por parte de los usuarios del recurso hídrico, entre ellos, las empresas y entidades prestadoras del servicio de acueducto; requisito que a pesar de ser regulado por la Ley 373 de 1997, ha carecido de instrumentos reglamentados que permitan a los usuarios de este sector, formular dichos programas bajo lineamientos específicos que atiendan las expectativas de las autoridades ambientales. En este sentido, al no existir tales lineamientos, la aprobación de los programas por parte de las autoridades ambientales, se convierte en un ejercicio administrativo poco eficiente que no garantiza el propósito de la Ley, la cual tiene como finalidad incentivar el uso eficiente del recurso agua (MADS , 2013 )

Para los habitantes del municipio de la Playa de Belén es clara la problemática que se presenta en su territorio sobre la oferta hídrica superficial y de las cuales se abastece el acueducto urbano, el agua que producen las partes altas y medias de las cuencas o microcuencas son usadas para diversas actividades de tipo productivo . Entre las más relevantes está el uso

agropecuario de forma extensiva e irracional y el consumo humano (Esquema de Ordenamiento territorial , 2002)

El municipio de la playa de Belén presenta la necesidad urgente que se realice la formulación e implementación del programa de uso y ahorro eficiente del uso del agua , y que este sea aplicado desde las autoridades ambientales y civiles encargadas de velar por su cumplimiento lo anterior debido a que la demanda del recuso a nivel urbano y rural ha cambiado durante los últimos 20 años, las condiciones climatológicas de las microcuencas hidrográficas abastecedoras del acueducto han cambiado al igual que el uso del suelo.

Así las cosas, el presente trabajo tiene como objetivo, presentar una propuesta para la elaboración del programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA, dirigida a la empresa prestadora del servicio de acueducto de la zona urbana del municipio de la playa de belén, con base en los lineamientos establecidos en la ley 373 de 1997 y los requeridos por las autoridades ambientales colombianas.

## **1.5 Delimitaciones**

Las delimitaciones presentes en esta investigación se centran en cuatro grupos, los cuales pueden ser insumo o recursos que permita un óptimo desarrollo durante la fase ejecución.

**1.5.1 Delimitaciones geográficas.** El proyecto de investigación será desarrollado dentro del área geográfica del municipio de la Playa de Belén en el municipio de Norte de

Santander, específicamente en el área urbana y el área de influencia de la microcuenca abastecedora de la quebrada la Honda y la tenería como fuentes abastecedoras del sistema de acueducto de la cabecera del municipio.

La Localización por coordenadas del municipio según el EOT vigente está entre los 8° 11" y 8°23" de latitud norte, y los 73° 03" y 73° 14" de longitud oeste; dado su tamaño planimetría, La Playa es el municipio más pequeño de la Provincia de Ocaña con un total de 241.25 kilómetros cuadrados<sup>2</sup>, equivalentes al 0.88% de la superficie del departamento. Su extensión está por encima de 14 municipios del Norte de Santander, cabe 11 veces en el Municipio de Tibú ó 5.5 veces en Abrego, el municipio vecino más grande. Puerto Santander, el municipio más pequeño, cabe cerca de 6 veces en el Municipio de La Playa. (EOT, 2002)

**1.5.2 Delimitación temporal.** Se tiene presupuestado desarrollar el proyecto en un total de 6 meses teniendo como fecha de inicio el día de la aprobación de esta propuesta por parte del comité académico

**1.5.3 Delimitación Operativa.** Para el desarrollo de la propuesta a nivel operativo se enmarcará en la ley 373 de 1997, para el estudio hidrológico el RAS 2017 (resolución 03330 del 2017) y la guía para la formulación del programa para el uso eficiente y ahorro del agua - PUEAA

**1.5.4 Delimitación Conceptual.** La formulación del programa de uso y ahorro eficiente del agua está enmarcado en los conceptos de microcuenca hidrográfica, recurso hídrico, oferta



y demanda del recurso agua, servicios públicos, saneamiento básico, estructuras hidráulicas, caracterización y diagnóstico ambiental, cartografía temática, balance hídrico, áreas estratégicas , modelación, sistema de captación y conducción dotacion neta

## Capítulo 2. Marco referencial

### 2.1. Marco Histórico

En el año 2012 las Naciones Unidas publicó en el artículo titulado. Eficiencia en el uso del agua y la energía en el cual argumenta que la eficiencia en el uso del agua es un concepto de múltiples facetas. Significa "hacer más y mejor con menos" mediante la obtención de más valor con los recursos disponibles, reduciendo el consumo de recursos y la contaminación y el impacto ambiental del uso del agua para la producción de bienes y servicios en cada etapa de la cadena de valor y de la prestación de servicios de agua. (ONU, 2012). El documento también argumenta que la mejora de la eficiencia en el uso del agua hace referencia a lograr aumentar la productividad del recurso hídrico; es decir, reducir la intensidad de uso del agua y de la contaminación causada por las actividades socio-económicas a través de la maximización del valor de los usos del agua, mejorar la asignación del agua entre los diferentes usos a fin de obtener un mayor valor socioeconómico por gota de agua – garantizando los usos ambientales, y mejorar la eficiencia técnica de los servicios de agua y la eficiencia en la gestión de su prestación durante todo el ciclo de vida completo. (ONU, 2012)

Para el año (2015), se publica el informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo denominado AGUA PARA UN MUNDO SOSTENIBLE

DATOS Y CIFRAS, el cual cita que la población mundial crece a un ritmo de unos 80 millones de personas al año (UNDESA, 2013), Según el mismo documento El producto interior bruto mundial aumentó un promedio de un 3,5% anual de 1960 a 2012 (Economics, 2014), lo

cual implica que Gran parte de este crecimiento económico ha tenido un costo social y ambiental significativo, el documento presenta el siguiente argumento El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor.

Para el año 2011 se publica el informe de la investigación desarrollada en convenio de prácticas en la Agencia de Ecología de Barcelona esta investigación argumenta que España casi había agotado las posibilidades de aprovechamiento sostenible de su potencial hídrico. Esta circunstancia, unida a los efectos negativos que se presentaran por el cambio climático, conduciría a un déficit creciente e inevitable de agua de fácil acceso. Entre las actuaciones obligadas que son planteadas en el documento para enfrentar esta situación en el futuro, está la reducción de los consumos, medida que no depende solo de la disponibilidad de medios técnicos e infraestructuras adecuadas, sino, y en un alto grado, de una conciencia social de ahorro globalizada que haga posible la introducción y uso efectivo de estas tecnologías. La investigación, cuyos resultados se exponen en este informe, se desarrolló sobre el impacto de la conciencia social de ahorro sobre las tasas de consumo doméstico de agua, según las diferentes tipologías edificatorias.

Para el 2007 es sustentada y publicada le tesis AHORRO Y USO EFICIENTE DEL RECURSO AGUA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES elaborada por la estudiante ANDREA LUCÍA HERNÁNDEZ MATIZ de la universidad de la Salle, este documento académico de carácter investigativo tomo como objeto de estudio una empresa la cual se encuentra dentro del sector industrial de oleaginosos buscando implementar un programa de uso y ahorro eficiente del agua en cada uno de sus procesos

industriales. Se estableció como primera medida, realizar el control y seguimiento a los 16 contadores de agua ubicados en distintas áreas de la planta, para con ello determinar las zonas o puntos críticos del consumo de este recurso. En simultánea se realizaron capacitaciones, con el fin de concientizar al personal de la empresa en el uso eficiente, logrando una participación activa en el desarrollo de las estrategias implementadas dentro del proceso. También se hizo el levantamiento de planos, para conocer la distribución del sistema y encontrar las zonas donde no se realiza la recuperación de condensados.

En el año 2014 se publicó la tesis de grado ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA–PUEAA EN EMPRESAS PRESTADORAS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN COLOMBIA autoría del estudiante OMAR LEONARDO ESPINOSA MARÍN, con el cual obtaba para el título de Especialista en planeación ambiental y manejo integral de recursos naturales en la universidad militar nueva granada. En el trabajo de investigación , se pretendía dar conocer la situación actual y problemática asociada a la elaboración e implementación de Programas de Uso Eficiente y Ahorro de Agua - PUEAA por parte de los usuarios prestadores del servicio de acueducto en Colombia y la respectiva aprobación de los mismos por las autoridades ambientales; Entre los resultados obtenidos, se logró establecer el no cumplimiento del objetivo pretendido por la ley 373 de 1997, el cual buscaba incentivar el uso eficiente del agua; esto, debido a la falta de reglamentación en el tema y de interés por parte de las autoridades ambientales y usuarios frente a la obligación de implementar los PUEA.

En el año 2015 la universidad de córdoba por medio de un convenio interadministrativo con el estado Colombiano específicamente el MINISTERIO DE MINAS Y

ENERGÍA - UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICO, elaboro la GUIA PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN LA MINERÍA DE METALES PRECIOSOS Y CARBÓN; contrato interadministrativo GGC 223, (UPME) CI-002-2015 como justificación para la elaboración de la guía es que dentro de las mayores preocupaciones expresadas durante la Cumbre del Agua realizada en Budapest en 2013, el IDEAM (2015) expone para Colombia la preocupación global sobre el recurso hídrico, en particular la manifestación de que el problema de escasez hídrica ya se está trasladando de áreas secas a zonas consideradas como con abundancia relativa (IDEAM, 2015, pág. 233). Por otro lado, el IDEAM (2015) indico que la demanda del sector minero representa el 1.8 % del total nacional, una cifra que parece baja pero que exige el desarrollo de herramientas que reduzcan el uso consuntivo y no consuntivo en los procesos de extracción, beneficio y transformación principalmente. De acuerdo con (IDEAM , 2015) la demanda del sector minero representa el 1.8% de la demanda del país, pero este es un sector al que aún no se le ha controlado el uso de este recurso, generando que sea usado inadecuadamente y de manera desmedida. A pesar de esto, “el Código de Minas en su artículo primero, en uno de sus apartes establece... que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país”.

En Colombia, es a partir de la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, que la Constitución Política de 1991, la Ley 99 de 1993 y en específico la Ley 373 de 1997 “por la cual se establece el programa para el uso

eficiente y ahorro del agua”, se impulsan las medidas de carácter normativo para la gestión del recurso hídrico por parte de las diferentes autoridades y usuarios

## **2.2. Marco Contextual**

El municipio de la playa de Belén se encuentra localizado en el departamento de norte de Santander según el EOT del año 2002. Está ubicado en la periferia nororiental de la Región, sobre la vertiente de oriental de la cordillera del mismo nombre, concretamente en la cuenca alta del río Catatumbo (mesa de Ocaña). En el marco de la Región Andina, La Playa integra la Subregión Santandereana, de la cual hacen parte los departamentos de Santander y Norte de Santander, espacio geográfico y cultural suficientemente reconocido en el ámbito nacional. (EOT , 2002 )

Según el (EOT 2002), La Playa es uno de los cuarenta municipios que conforman el Departamento de Norte de Santander. En las unidades de análisis territorial definidas en e Plan de Desarrollo Departamental 1998-2000, “Gestión para el Desarrollo”, La Playa integra la subregión Occidental junto a los municipios de Abrego, Cáchira, Convención, El Carmen, Hacarí, La Esperanza, Ocaña, San Calixto y Teorama. Es como una nueva versión de la Provincia de Ocaña por cuanto excluye a los municipios de El Tarra y Villa caro, territorios tradicionalmente ligados a la región

Por tamaño, La Playa es el municipio más pequeño de la Provincia de Ocaña con un total de 241.25 kilómetros cuadrados<sup>2</sup>, equivalentes al 0.88% de la superficie departamental. Su

extensión está por encima de 14 municipios del Norte de Santander, cabe 11 veces en el Municipio de Tibú ó 5.5 veces en Abrego, el municipio vecino más grande. Puerto Santander, el municipio más pequeño, cabe cerca de 6 veces en el Municipio de La Playa (EOT , 2002 )

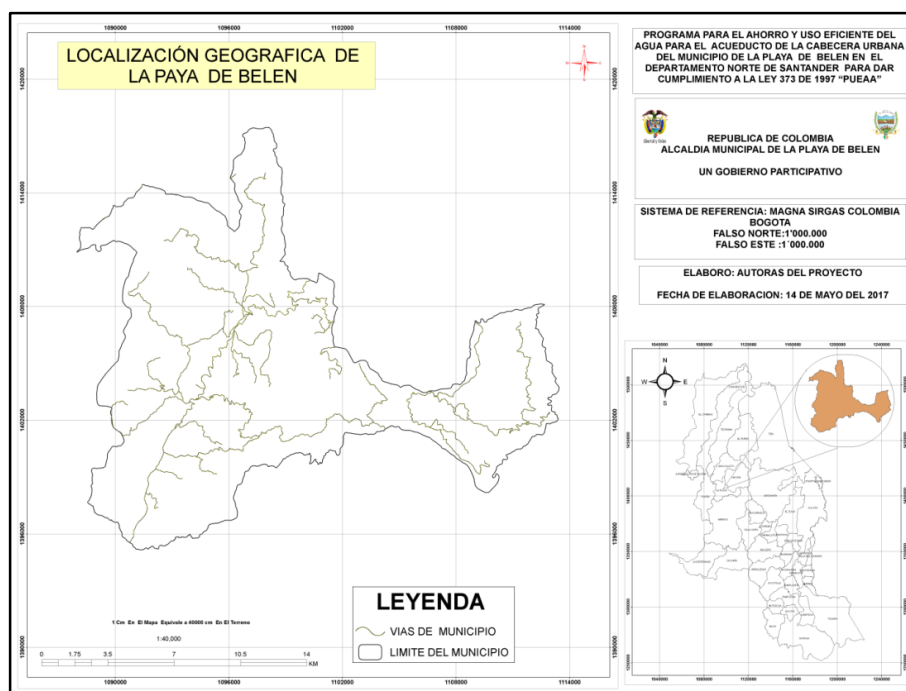


Figura 1. Mapa de Localización General del Proyecto

Fuente. Autoras 2017

## 2.3 Marco Conceptual

**2.3.1 Agua.** Este es un líquido incoloro, no presenta olor y es insípido el cual está compuesto por dos átomos de Hidrogeno y uno de Oxigeno su fórmula química es ( $H_2O$ ), a una presión atmosférica normal (760mm de mercurio) el punto de congelación del agua es de  $0^{\circ}C$  y su punto de ebullición  $100^{\circ}C$  sus propiedades físicas son usadas como patrones para

poder definir por ejemplo las escalas de temperaturas, dado que todas las sustancias son de alguna forma solubles en agua se le conoce como el disolvente universal, el agua al combinarse con ciertas sales forman hidratos, reacciona con los ácidos y también actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes

**2.3.2 Conciencia social.** Según Myshele Goldberg (University of Strathclyde and the Centre for Human Ecology., 2012) , la conciencia puede ser descrita como la interiorización de valores: una persona intuitiva, “brújula moral”. A pesar de que los argumentos racionales, filosóficos o religiosos a menudo se utilizan como justificativa, la conciencia en sí misma es principalmente emocional: asociamos los sentimientos de placer y orgullo con la acción correcta, y los sentimientos de culpa y la vergüenza con la acción equivocada. Estas emociones ayudan a motivar las decisiones y el comportamiento, jugando un papel importante en el mantenimiento y transformación de las normas sociales. En muchos sentidos, las normas de la sociedad son la suma de nuestros valores colectivos y prioridades – tal como la sociedad nos forma, damos forma a la sociedad. Además del sentido de lo correcto y lo incorrecto de una acción personal, los individuos poseen un sentido de lo correcto e incorrecto para la acción colectiva, a lo que podríamos llamar “conciencia social”. La conciencia individual nos obliga a actuar moralmente en nuestro cotidiano.

**2.3.3 Conciencia social y el ahorro en el consumo de agua doméstico.** El enfoque alternativo a la toma de decisiones en lo referente a la de gestión del agua se enfrenta a un conjunto de dificultades, como pueden ser la escasa tradición participativa del país, la relativa falta de profesionales especializados en esta materia y la naturaleza conflictiva que caracteriza la planificación y gestión de este recurso. Además, existen pocos estudios que incidan en los



procesos de evaluación, decisión y comunicación de actitudes, intereses y estrategias de los agentes sociales en el ámbito de los recursos hídricos, especialmente ante situaciones de riesgo e incertidumbre (Salvi, 2011)

**2.3.4. Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA).** Es el Conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico(Artículo 1 Ley 373 de 1997).

**2.3.5 Horizonte de planificación del programa de ahorro y uso eficiente del agua.** Según lo establecido en el párrafo 1 del artículo 3 de la Ley 373 de 1997, las entidades responsables de la ejecución del Programa para Uso Eficiente y Ahorro del Agua deberán presentar el primer programa para un período que cubra hasta la aprobación del siguiente plan de desarrollo de las entidades territoriales de que trata el artículo 31 de la Ley 152 de 1994. El siguiente programa tendrá un horizonte de cinco (5) años como plazo mínimo, articulado a las concesiones de agua otorgadas por la Corporación Autónoma regional

**2.3.6 Modelación Hidrológica.** Se debe entender La modelación hidrológica es una herramienta de gran importancia para el estudio de avenidas que se ha extendido por todo el mundo, fundamentalmente en países desarrollados. En la actualidad, con el empleo de estos modelos, se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsibles que ofrezcan un cierto grado de confianza para la

toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias (Dueñas, 2014)

**2.3.7 RAS.** Este es el documento técnico normativo y el cual señala los requisitos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias. Se expidió en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 142 de 1.994; Esta ley le asignó al Ministerio de Desarrollo Económico la responsabilidad de determinar el alcance de los requisitos técnicos una vez que la Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico señaló esta necesidad, teniendo en cuenta que su aplicación no conlleva restricción indebida a la competencia (RAS, 2017)

**2.3.10 Sistemas de Información Geográficos (SIG).** Un sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de hardware, software, datos geográficos y personal capacitado organizados para capturar, manejar, manipular, almacenar, consultar, transformar, analizar, modalizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Puerta, Rengifo y Bravo (2011), mencionan que los SIG proveen información real acerca de una región, se instauran como la herramienta más usada al momento de construcción de mapas de coberturas, procesos de ordenación de cuencas, entre otros permitiendo la separación de información en distintas capas temáticas y almacenarlas de manera independiente (Acuña, 2010). Por otro lado, Mullo (2001) plantea que los SIG en el tratamiento de la geoinformación, permiten

realizar varios procesos como transferir información, codificar y digitalizar unidades del paisaje por medio de la geomorfología, geología, usos del suelo y coberturas, facilitando la representación cartográfica de la realidad de acuerdo a escalas específicas según el detalle de análisis que se quiera obtener.

**2.3.11 Shapefile (Shp).** Un Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos, conformado por tres archivos de extensión; (I) SHP se refiere a las características geométricas del objeto, (II) SHX se refiere al índice de datos espaciales, (III) DBF se refiere al almacenamiento de atributos (Puerta *et al.*, 2011).

**2.3.12 Raster.** Los formatos RASTER son fotografías satelitales que resultan más convenientes al momento de realizar análisis espaciales, poseen información geográfica digital en celdas o mallas, formando una cuadrícula en la cual el tamaño de la celda define el detalle de la información guardada en píxeles mientras más pequeño sea el pixel más precisa es la información (Puerta *et al.*, 2011).

## 2.4 Marco Teórico

**Usos globales de Agua.** El sector agrícola consume cerca del 65% del recurso hídrico, seguido por el sector industrial con 24%, requerimientos municipales 7% y finalmente reservorios el 4%. En Colombia de acuerdo con el balance hídrico realizado por el IDEAM el

sector agropecuario consumo el 63% del recurso hídrico en Colombia seguido por el sector energético 32%, consumo humano 5%. (Alemán , 2014)

Según el informe de 2011 de la Superintendencia de Servicios Públicos, de un total de 231 municipios, únicamente el 18% cuenta con agua apta para el consumo humano, esto significa que 189 municipios recibieron agua no potable, lo que representa un 82%. De un total de 23.908.989 de habitantes en Colombia que recibieron agua a 8.187.542 se les suministro agua no potable lo que representa un 34% del total de la población. La población más afectada con los anteriores indicadores son la población infantil y las personas que viven en condiciones de extrema pobreza.

**Consumo de Agua.** La dotación básica por persona en Colombia, depende de la Localización geográfica de la zona o región, el nivel del mar, el tamaño de la población y el grado social o nivel de vida de la persona en cuestión. Los diseños de redes de acueducto asumen consumos que van desde 150 hasta 400 litros por habitante por día incluyendo las pérdidas que se dan en el sistema. Esta definición del sistema se debe realizar de acuerdo a lo establecido en el RAS 2017

Según el IDEAM El sector agrícola consume cerca del 65% del recurso hídrico, seguido por el sector industrial con 24%, requerimientos municipales 7% y finalmente reservorios el 4%. En Colombia de acuerdo con el balance hídrico realizado por el IDEAM en el año 2014 el sector agropecuario consumo el 63% del recurso hídrico en Colombia seguido por el sector energético 32%, consumo humano 5%. (IDEAM, 2014). El informe de 2015 de la

Superintendencia de Servicios Públicos, de un total de 231 municipios, solo un 18% cuenta con agua apta para el consumo humano, es decir, 189 municipios recibieron agua no potable, lo que representa un 82%. De un total de 23.908.989 de colombianos que recibieron agua a 8.187.542 se les suministro agua no potable lo que representa un 34% del total de la población. La población más afectada con los anteriores indicadores son la población infantil y las personas que viven en condiciones de extrema pobreza. (SCI, 2015)

El RAS 2017, determina que la dotación básica por persona en Colombia, depende de la ubicación geográfica de la región, el nivel el mar, el tamaño de la población y el grado social o nivel de vida de la persona en cuestión. Los diseños de redes de acueducto asumen consumos que van desde 150 hasta 400 litros por habitante por día incluyendo las pérdidas que se dan en el sistema.

En cuanto a las necesidades de agua de calidad estas crecen con el aumento de la población y al mismo tiempo las fuentes disponibles se ven amenazadas por la contaminación y el desperdicio en el uso del líquido, el agua puede ser contaminada por procesos naturales y humanos y aunque la naturaleza cuente con mecanismos para contrarrestar las acciones humanas, sus actividades desmedidas se contraponen a dicha depuración (villate, 2013)

En Colombia se presentan problemas de calidad y de gobernabilidad del agua, asociada con la gestión del recurso hídrico más que con la cantidad. El país cuenta con buena disponibilidad del recurso, pero la calidad que se ofrece no es la mejor; los acueductos no

cuentan con los mejores sistemas de diseño y mantenimiento para ofrecer un buen servicio a la hora del consumo. (Acuña, 2010)

De acuerdo con lo establecido en la Ley 373 de 1997 “De ahorro y uso eficiente de agua”, y para el cumplimiento de la misma, el PUEAA, se define como el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado, con el fin de optimizar el recurso hídrico y así garantizar que las futuras generaciones puedan gozar del mismo. De tal manera, deberá estar basado en los aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales o las entidades que le competen a la jurisdicción del Municipio

En la cumbre del agua que fue realizada en el año 1998, se definió que la única forma de mitigar los efectos de la crisis de agua y compensar los desequilibrios y competencias injustas, era la de crear conciencia de que el agua tiene un alto costo pero no un precio. Las organizaciones mundiales como la OMS, OPS, UNESCO, EPA lideran programas en beneficio del medio ambiente incluyendo la protección del recurso hídrico. A nivel nacional el ente rector es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y por intermedio de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) promueven programas para la sostenibilidad de los recursos naturales fomentando los buenos hábitos ambientales.

Se calcula que antes de 50 años, unos 2.500 millones de personas sufrirán escasez de agua, actualmente aproximadamente 1.000 millones no cuentan con un servicio de agua potable en su casa y/o las fuentes naturales es escaza o se encuentra contaminada. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

**Metodología.** Para el desarrollo del presente PUEAA, se plantean diversas etapas con base en la guía de ahorro y uso eficiente de agua expedida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Cabe resaltar que las etapas fueron adaptadas a las necesidades del municipio.

Tabla 1.

*Etapas en de la metodología según la guía de ahorro y uso eficiente de agua*

ETAPA	INFORMACIÓN
Actividades del Proyecto	Identificación del contexto del proyecto y compilación de información
Diagnóstico de la situación actual de recurso hídrico en el municipio de la playa	Caracterización del sistema de acueducto y alcantarillado del casco urbano, hábitos de consumo de agua y balance general.
Formulación de estrategias	Las metodologías implementadas se basan a través de la matriz DOFA (Fortaleza, oportunidad, Debilidad, Amenazas)
Criterios de diseño	Cálculos de aforos (método racional )
Implementación	Actividades necesarias para la implementación del PUEAA
Manutención del plan	Publicidad, buzones de sugerencia e incentivos.
Resultados de la metodología	Implementación de indicadores para verificar la eficiencia del plan

Fuente: Autores del proyecto.

## 2.5. Marco Legal

Constitución Política de Colombia.

Resolución CRA 440 de junio 03 de 2008.

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Ras – 2010. Sección

II Título I. Componente Ambiental para los Sistemas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

Ley 99 de 1993. Creación de Ministerio del Medio Ambiente.

Ley 142 de 1994. Empresas de Servicios Públicos.

Decreto 3102 de 1997. Instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

Resolución 301 de 2004. CRA. Rango de consumo básico.

Decreto 1449 del 27 de junio de 1977. Conservación y Protección Ambiental

Decreto 155 de 2004. Tasas por utilización de agua.

Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Resolución No. 865 del 22 de julio de 2004 mediante la cual el MAVDT adopta la Metodología del Índice de escasez desarrollada por el IDEAM

Ley Numero 373 de 1997 (junio 6)

Art.1°-Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Art.2°-Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Art.3°-Elaboración y presentación del programa.

Art.4°-Reducción de pérdidas.

Art.5°-Rehúso obligatorio del agua.

Art.6°-De los medidores de consumo.

Art.7°-Consumos básicos y máximos.

Art.8°-Incentivos tarifarios.

Art.9°-De los nuevos proyectos.

Art.10°-De los estudios hidrológicos.

Art.11°-Actualización de información.



Art.12°-Campañas educativas a los usuarios.

Art.13°-Programas docentes.

Resolución 0330 del 2017 “RAS 2017”

## Capítulo 3. Diseño Metodológico

### 3.1 Tipo de Investigación

En la historia de la Ciencia se han desarrollado diversas corrientes de pensamiento tales como el empirismo, el materialismo dialectico, el positivismo, la fenomenología, el estructuralismo, también como diversos marcos interpretativos tales como la etnografía y el constructivismo, los cuales han desembocado en diferentes rutas hacia la búsqueda del conocimiento (samperi, 2010 ); Sin embargo, y debido a las diferentes premisas que las sustentan, más o menos desde la segunda mitad del siglo xx estas corrientes se han venido polarizando en dos enfoques principales o también conocidas como aproximaciones al conocimiento: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de la investigación.

En términos generales, estos dos enfoques (cuantitativo y cualitativo) son denominados paradigmas de la investigación científica, ya que ambos emplean procesos detallados, sistematicos o sistémicos y empíricos en su intención por llevar a cabo la generación conocimiento y utilizan, en general, cinco fases singulares y las cuales están relacionadas entre si (Grinnell, 2008)

Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos científicos.

Establecen supuestos o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas

Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento

Revisan estas suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis

Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o también para generar otras.

**Definición del enfoque cuantitativo:** según (samperi, 2010 ), el enfoque cuantitativo Usa la recolección de datos como insumo básico que permitan probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para poder establecer patrones de comportamiento y probar teorías; Para obtener estos resultados el investigador debe recolectar datos numéricos de los objetos, fenómenos o sujetos participantes, estos datos se estudian y analizan mediante procedimientos estadísticos. De este conjunto de pasos el cual es denominado proceso de **investigación cuantitativo** se pueden otras características del enfoque cuantitativo que son enunciadas continuación:

Las hipótesis o las que también pueden ser denominadas creencias deben ser formuladas antes de recolectar y analizar los datos. Por esto es necesario que las hipótesis se establezcan previamente.

La recolección de los datos está fundamentada en la medición (se miden variables o los conceptos que se encuentran contenidos en cada una de las hipótesis). Esta recolección o medición se lleva a cabo al utilizar aquellos procedimientos que se encuentren estandarizados y aceptados por una comunidad científica. Para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que fueron seguidos tales procedimientos (samperi, 2010

). Debido a que los datos son un producto de mediciones, los cuales se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar a través de métodos denominados estadísticos. Dicho de otra manera, las mediciones se deben transformar en valores numéricos (datos cuantificables) los cuales se analizan por medio de la estadística.

Según (Creswell, 2005) Los análisis cuantitativos debe fragmentar los datos en partes para poder responder al planteamiento del problema. Tales análisis se deben interpretar a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría).

La investigación con enfoque cuantitativa debe procurar ser lo más "objetiva" posible. Entonces los fenómenos que se observan y/o miden no deben ser afectados de ninguna forma por el investigador. Este debe evitar que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros (Unrau, Grinnell y Williams, 2005). En pocas palabras, este enfoque busca minimizar las preferencias personales.

Los estudios cuantitativos deben seguir un patrón predecible y estructurado (el proceso) y se debe tener en cuenta que las decisiones críticas son efectuadas antes de recolectar los datos. Una investigación con enfoque cuantitativo se generalizan los resultados encontrados en un grupo (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan ser replicados (Creswell, 2005)

Según (samperi, 2010 ) Para este enfoque, si debe seguir de forma rigurosa el proceso y, de acuerdo con ciertas reglas lógicas, los datos generados poseen los estándares de validez y confiabilidad, las conclusiones obtenidas contribuirán a la generación de conocimiento

**La investigación con enfoque cualitativo.** Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, es conocido también como investigación naturalista, fenomenológica, interpretativa o etnográfica , es una especie de "paraguas" en el cual se incluye una variedad de concepciones, visiones, técnicas y estudios no cuantitativos (Creswell, 2005)

Sus características más importantes o de mayor relevancia son:

El investigador plantea un problema, pero no sigue un proceso claramente definido. Sus planteamientos no son tan específicos como sí lo son en el enfoque cuantitativo.

Se utiliza primero para poder descubrir y refinar preguntas de investigación.

Bajo la búsqueda cualitativa, en lugar de iniciar con la formulación de una teoría en particular y luego "voltar" al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los hechos, el investigador debe iniciar examinando el mundo social y en este proceso desarrolla una teoría coherente con lo que observa con frecuencia es denominada teoría fundamentada(Esterberg, 2002)

Para decirlo de otra manera, las investigaciones con enfoque cualitativo son fundamentadas más en un proceso inductivo es decir (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas). Entonces estos enfoques Van de lo particular a lo general. Por ejemplo, en un típico estudio cualitativo, el investigador entrevista a una persona, analiza los datos que obtuvo y saca algunas conclusiones; posteriormente, entrevista a otra persona, analiza esta nueva información y revisa sus resultados y conclusiones; del mismo modo, efectúa y analiza más entrevistas para comprender poder comprender lo que busca. Es decir, procede caso por caso, dato por dato, hasta llegar a una perspectiva más general. (samperi, 2010 )

En la mayoría de los estudios cualitativos no se prueban hipótesis, estas se generan durante el proceso y van refinándose conforme se recaban más datos o estas hipótesis son un resultado del estudio. (Esterberg, 2002)

El enfoque cualitativo se basa en métodos de recolección de datos que no se encuentran estandarizados. No se lleva a cabo una medición numérica, por lo cual el análisis no es estadístico y la recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los distintos participantes (sus emociones, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos). También resultan de interés las interacciones entre diversos individuos, grupos y colectividades

En el enfoque cualitativo el investigador o investigadores se hace preguntas cuestiones generales y abiertas, recaba o colecta datos expresados a través del lenguaje escrito, verbal y no verbal, así como visual, los cuales describe y analiza y los convierte en temas, esto es, conduce la

indagación de una manera subjetiva y reconoce sus tendencias personales (Todd, 2004), Debido a ello, la preocupación directa del investigador se concentra en las vivencias de los participantes tal como fueron (o son) sentidas y experimentadas (Sherman & Webb, 2008)

Basado en lo anteriormente descrito una investigación según (samperi, 2010 ) se define como un conjunto de procesos sistematicos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno de particular interés, esta definición es válida tanto para el enfoque cuantitativo como para el cualitativo, dado que los dos enfoques constituyen un proceso que, a su vez, integra diversos procesos

**EI proceso cuantitativo** es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede eludir pasos, el orden debe ser riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna de las fases. EI proceso cualitativo es "en espiral" o circular, las etapas a realizar interactúan entre ellas y no siguen una secuencia de tipo riguroso; el proceso cuantitativo parte de una idea, que va acotándose y, una vez se encuentre delimitada, estas se derivan por objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica (samperi, 2010 ); De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas (diseño ); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos y se establece una serie de conclusiones en torno de la(s) hipótesis (Esterberg, 2002)

EI proceso cualitativo también se debe guiar por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e

hipótesis que le precedan (como en la mayoría de los estudios cuantitativos) a la recolección y el análisis de los datos, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos.

**El proceso cuantitativo.** A diferencia del proceso anterior, el cualitativo es circular y no siempre la secuencia es la misma, varía de acuerdo con cada estudio en específico, en cuanto a la revisión de la literatura esta puede ser realizada en cualquier etapa del estudio y se puede apoyar desde el planteamiento del problema hasta la elaboración del reporte de resultados). Algunos autores pueden solo considerar la revisión de la literatura después de la interpretación de resultados. Es decir, se mantienen durante la investigación al margen de la teoría. Es una fase permanente o ausente, de acuerdo con el criterio de cada investigador (Sherman & Webb, 2008)

Una vez argumentado los tres enfoques fundamentales de la metodología de la investigación se determinó por parte de los autores de esta es una investigación cuantitativa y cualitativa

### **3.2 Población**

La presente investigación orienta a determinar las actividades que se deben aplicar por parte de la empresa prestadora de servicio de acueducto en el casco urbano del municipio de la Playa de Belén La población tomada para esta investigación son los habitantes del casco urbano de la playa departamento de Norte de Santander que viven y desarrollan sus actividades productivas dentro del área delimitada de las microcuencas abastecedoras del sistema de acueducto urbano municipal



### 3.3 Muestra

Como muestra en esta investigación se tomarán los (habitantes) familias las cuales se encuentran interconectadas a la red de distribución actual del sistema de acueducto urbano en las primeras manzanas del casco urbano en sentido norte sur del mismo desde el tanque de almacenamiento y distribución hasta el sitio geográfico donde se localiza el parque central y la sede de la alcaldía municipal, según la información facilitada por la empresa prestadora del servicio de acueducto y aseo este número de habitantes ascienden a 280 personas las cuales integran núcleos familiares compuestos por 4 personas

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

**Primer objetivo:** formular un diagnóstico de carácter técnico y ambiental del estado actual de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado de acuerdo con el orden de priorización del documento RAS en su última actualización 0330 del 2017.

El cumplimiento de este objetivo permitirá contextualizar el estado actual de operación de cada componente del saneamiento básico en la zona urbana del Municipio, se realizarán visitas técnicas a campo (desde la estructura de captación) para reunir información de cada componente del sistema de acueducto, compuesto por infraestructura de captación, transporte, procesamiento, almacenamiento, y distribución del recurso hídrico con los respectivos componentes de macro y micromedición

**Segundo objetivo:**

Realizar un diagnóstico de las fuentes abastecedoras principales del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de la playa (quebrada la honda y la tenería)

Para dar cumplimiento a las generalidades de este objetivo específico se gestionara (adquisición y análisis de información secundaria oficial), por medio de la cual se generara una línea base temática que contendrá la siguiente información:

Nombre, ubicación geográfica y tipo de fuente o fuentes donde captan las aguas.

Caudal promedio diario anual en litros por segundo de la fuente de captación y de la fuente receptora de los efluentes.

Caudal promedio diario anual captado por la entidad usuaria.

Número de usuarios del sistema

Caudal promedio diario en litros por segundo, en épocas secas y de lluvia, en las fuentes de abastecimiento y en las receptoras de los efluentes. (Información disponible o datos obtenidos por el prestador de servicios).

Para determinar la calidad del agua de la fuente abastecedora: serán realizados monitoreo de la fuente de abastecimiento que incluirán los siguientes parámetros

% de saturación de oxígeno disuelto.

NMP de Coliformes fecales/100ml

Conteo de mesófilos

pH.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Nitratos

Fosfatos totales

Desviación de la temperatura de equilibrio (Variación sustancial en países con estaciones).

Turbiedad

Sólidos Totales

Sólidos Disueltos Totales (SDT).

Color Verdadero

Olor y Sabor

Conductividad

Sustancias Flotantes

Metales y/o sustancias de interés sanitario (definir según las condiciones propias de la cuenca y las actividades identificadas en la misma).

Se realizara un análisis para determinar el Índice de Calidad Ambiental (en español, ICA). El cual está basado en la propuesta de un índice para calificar el estado de calidad de una fuente de agua, que fue inicialmente efectuado por Brown, McClelland, Deininger y Tozer y posteriormente fue respaldado por la National Sanitation Foundation (NSF) y dio como resultado el índice conocido como NSF-WQI o ICA, el cual combina los parámetros expuestos anteriormente de la siguiente manera:

$$\mathbf{WQI (ICA) = \Sigma Q_i W_i}$$

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua, un numero entre 0 y 100.

Qi: Calidad del iésimo parámetro obtenido del respectivo grafico de calidad, en función de su concentración o medida (curvas construidas para el índice).

Wi: Valor ponderado correspondiente al iésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1

**Tercer Objetivo:** Presentar el Cálculo de la oferta y demanda hidrica superficial aplicando las herramientas metodológicas del Instituto de Estudios Ambientales y Metereologicos (IDEAM), teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema de acueducto y alcantarillado según el RAS 2017

En este objetivo se desarrollara el modelo lluvia- escorrentía aprobado por el IDEAM mediante la resolución 865 del 2004 y el cual se aplica para cuencas menores a  $250\text{km}^2$  en su área superficial y las cuales no se encuentran debidamente instrumentadas (estaciones lignometricas)

Para el caso de la demanda hídrica se realizara la identificación de usuarios del agua en la cuenca abastecedora del acueducto. Indicando el caudal captado y el número de usuarios conectados. Proyección de la demanda por años calculada hasta el año horizonte de acuerdo al nivel de complejidad del sistema según lo estipulado por el RAS 2017

**Cuarto Objetivo.** Formulación de las actividades del PUEAA, haciendo énfasis en las actividades de impacto en las cuentes de abastecimiento

Se realizara un análisis de Actividades de impacto en la fuente de abastecimiento,  
Actividades de impacto sobre las redes de distribución

## Capítulo 4. Presentación de resultados

### **4.1. Diagnóstico de carácter técnico y ambiental del estado actual de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado de acuerdo con el orden de priorización del documento RAS en su última actualización 0330 del 2017.**

Según la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio de la playa de Belén La fuente de abastecimiento del acueducto es la quebrada La Honda, cuerpo hídrico hace parte de la cuenca de la Tenería. Su caudal en época de invierno llega a los 10 lt/seg en tanto que en época de verano suele reducirse en un 50% o más. Ya existe como antecedente el prolongado verano de 1998 que disminuyó ostensiblemente la oferta de agua al punto de disminuir severamente la presión del servicio en las viviendas más altas del pueblo.

Esto ha llevado a las diferentes administraciones municipales pensar en fuentes alternas en prevención a una nueva ocurrencia del mismo. La opción que se ha tomado más fuerza en el municipio es la de perforar un pozo profundo en las proximidades del cauce de la quebrada El Playón.

Dado que en las condiciones climáticas normales el acueducto puede estar en capacidad de atender, sin contratiempos, a un 30% adicional de usuarios

La cuenca alta de La Tenería fue declarada por el Inderena como Area de Reserva Forestal Protectora en el año 1984, a fin de sostener la producción de agua en la zona. La Administración Municipal ha comprado algunos predios, entre ellos el correspondiente al nacedero, y ha

emprendido campañas de reforestación en asocio con Corponor. La comunidad vecina, por su parte, ha sido sensibilizada frente a la urgencia de cuidar el relicto de bosque y han aceptado abandonar prácticas tan lesivas como el corte de madera.

**Bocatoma de Captación:** La captación está diseñada para recoger un caudal de diseño de 9.51 lt/seg, equivalente a tres veces el caudal medio diario demandado por el horizonte del diseño hidráulico (20 años). Actualmente funciona en condiciones normales.

**Desarenador:** El desarenador tiene una capacidad de 3.8 m<sup>3</sup> y una profundidad útil de 1.5 m. Posee estructura de entrada, canal de entrada, baffle, vertedero de excesos, cortina para sólidos flotantes y estructura de salida. Funciona bien.

Las dos estructuras de captación son inspeccionadas semanalmente por el Fontanero Municipio. De igual manera la cuenca y el sistema de bosques, labor que también acompañan los funcionarios del Area Natural Única de Los Estoraques.

**Línea De Conducción:** La línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento es en PVC y consta de dos tramos similares en longitud pero con diámetros distintos. El primero es de 3" y el segundo de 2". Suman en total 4938 metros. Fue diseñada para transportar un caudal de 3.17 lt/seg, valor que se ha podido confirmar en aforos recientes. Tiene sus válvulas de purga y aireación.

La construcción de la planta de tratamiento se inició en 1993. El sistema se denomina “Filtración en Múltiples Etapas”, FME. Sus componentes son: Un filtro grueso dinámico, un filtro grueso o pre filtro y dos módulos de filtración lenta. El efluente final del proceso es tratado con cloro granulado y se lleva luego al tanque de almacenamiento.

**Tanque de Almacenamiento:** El tanque de almacenamiento es de tipo enterrado. Se construyó en concreto reforzado a 250 metros de la red de distribución urbana. Sus dimensiones útiles son:

Largo: 10.80 m

Ancho: 6.50 m

Alto: 3.60 m

Volumen: 252.70 m<sup>3</sup>

El tanque de almacenamiento es ampliamente suficiente para almacenar y regular la demanda de agua que se presentó al final del horizonte de diseño (2015). Dicho horizonte fue utilizado para diseñar, en 1996, otros componentes del sistema tales como la línea de conducción y la red de distribución urbana. El agua lluvia se empoza en la placa superior del tanque debido a que ésta se ha deflectado (tiene forma cóncava). Esto último asociado a la humedad interna del tanque está produciendo deterioro en el acero de refuerzo principal de la misma.

El conjunto planta de tratamiento y tanque de almacenamiento viene acompañado de dos casetas suficientemente amplias y funcionales para almacenar insumos y la herramienta normal



de trabajo. También existe una pequeña caseta adicional para dosificar el cloro. Todo el sistema tiene cerramiento de seguridad en malla eslabonada. El talud occidental de la pequeña meseta donde está emplazado el sistema está muy próximo al mismo y susceptible a la erosión por aguas de escorrentía.

La red de distribución se terminó de construir en 1997. La tubería es toda en pvc de 2", RDE 21. Distribuye agua en el 100% de las viviendas del casco urbano y en algunas viviendas rurales de Rosa Blanca y El Rodeo. Todas las acometidas son en tubería pvc de ½". El servicio se presta continuamente durante las 24 horas, con buena calidad de presión. Existen micromedidores en un 90% del sistema más pero no macromedición.

Debido a la falta de sectorización de la red, toda la población queda sin servicio de agua para atender la realización de trabajos menores de fontanería, tales como el arreglo de una acometida domiciliaria. Aunque no es un problema grave, dado que los arreglos no son tan frecuentes, se recomienda la instalación de válvulas que permitan dividir la red en al menos dos sectores.

**El Alcantarillado.** El sistema de alcantarillado sanitario, al igual que la red de distribución, se construyó en año de 1997. La totalidad de la red tiene un diámetro de 8" y atiende a un total de 287 usuarios. Actualmente funciona en condiciones normales. El emisario final se conecta a una planta de tratamiento de aguas negras construida en 1998. Esta es de tipo mixto: anaerobio y aerobio. El sistema anaerobio es una planta de flujo a pistón (FAP) construida

en paralelo. El aerobio, por su parte, consiste en una laguna facultativa que recibe el efluente del sistema anaerobio, para luego entregarlo a la quebrada El Playón

El sistema anaerobio consta de los siguientes procesos:

**Retención.** Atrapa los objetos de gran tamaño a través de una rejilla.

**Desarenador.** Permite retener las arenas que transporta el sistema de alcantarillado

**Digestores tipo pistón** (son 3). Aquí es donde los sólidos biodegradables se descomponen mediante un proceso anaerobio. Se denomina también tratamiento primario. Su limpieza debe hacerse por lo menos cada seis (6) meses. Los lodos se extraen por las tuberías de desagüe y se colocan sobre el lecho de secado existente. Estos, una vez secados, pueden usarse como fertilizantes.

**Filtro anaerobio medio fijo.** Su objetivo es estabilizar mucho más el efluente

**Clarificador secundario.** Aquí se remueve un alto porcentaje de la DBO (demanda biológica de oxígeno) y los sólidos en suspensión. Se llama también tratamiento secundario.

#### **4.2. Diagnóstico de las fuentes abastecedoras principales del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de La Playa (Quebrada La Honda y La Tenería)**

La Microcuenca se ubica entre los 1200 y 2000 m.s.n.m. limitando al norte con la vereda Fátima y la divisoria de aguas de las microcuencas de las quebradas Piritama y Honda; al sur y

oeste con el camino carreteable que conduce a La Honda, y al este con el camino carreteable que conduce a las veredas Fátima y Piritama

Una sección biogeográfica de la Microcuenca de la Tenería se declaró área de reserva forestal protectora mediante acuerdo 22 de mayo 30 de 1984 por el INDERENA. Dicho acto administrativo hace énfasis en la protección de la parte alta de la misma, hecho que ha permitido la realización de prácticas de conservación, como quiera que de allí se surte de agua el acueducto de La Playa de Belén.

Presenta pendientes en su parte media entre el 25 y el 50% mientras que en su parte alta son mayores al 50%. El drenaje principal de la quebrada Tenería es alimentado por las quebradas Piritama, Caño Hondo y Caldo Huevo, las cuales forman la quebrada La Honda. En esta última se encuentra la captación de agua para el acueducto de La Playa de Belén. En época de invierno el caudal ofrecido por la quebrada la Honda asciende a 10 litros por segundo, mientras que en época de verano se reduce en un 50% o más, comprometiendo de esta manera el suministro de agua para la población, como en efecto ha ocurrido.

Ante esta situación la administración Municipal y Corponor han iniciado la compra de predios, entre ellos el correspondiente al nacedero. Así mismo se han emprendido acciones en asocio con la comunidad para el repoblamiento vegetal y para proteger los valiosos relictos de bosque que aún existen.

La Microcuenca presenta cobertura vegetal en las cabeceras de la quebrada la Honda y Piritama. Es bosque natural con árboles que alcanzan alturas de hasta de 10 metros y un diámetro 30 cm. De acuerdo al estudio de línea de base de la Microcuenca Tenería, adelantado por CORPONOR en 1993, se describe la siguiente ocupación:

**Bosques.** Los bosques aquí considerados corresponden a la vegetación con más de 3 metros de altura, los cuales son áreas muy pequeñas y por lo general ubicados en las hondonadas protegiendo las fuentes hídricas. Se estima que existen 302 hectáreas ocupadas por este tipo de vegetación.

**Rastrojos altos y bajos.** Corresponde a la vegetación arbustiva entre los 0.2 m. y 3m. De altura. Por lo general son especies agresivas de fácil adaptación a los suelos de la región. Este tipo de vegetación ocupa 242 hectáreas. Se encuentra mezclada con pastos naturales y algunas zonas de cultivos.

**Zonas degradadas desprovistas de vegetación.** Este tipo de ocupación es el de mayor preocupación por la alta susceptibilidad del suelo al arrastre. Compromete directamente la permanencia de la fuentes hídricas y por lo tanto la economía del campesino, quien depende únicamente de sus cultivos. El área ocupada por las zonas degradadas asciende 381 hectáreas, situación que motiva iniciar acciones de recuperación y manejo de suelos.

**Zonas agrícolas o de cultivos.** Se encuentra dispersa a lo largo de las redes tributarias. La parte media de la cuenca es la de mayor concentración de cultivos, ocupando 33 hectáreas. Se

ubicar especialmente en terrenos semiplanos con pendientes moderadas y a las orillas de las quebradas. Las zonas de cultivo en la subcuenca inciden desfavorablemente en la sostenibilidad de los ecosistemas existentes por el alto uso de pesticidas

### **4.3. Cálculo de la oferta y demanda hídrica superficial aplicando las herramientas metodológicas del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (IDEAM), teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema de acueducto y alcantarillado según el RAS 2017**

**4.3.1. Información General de la fuente Hídrica abastecedora.** Según la información geográfica oficial del municipio de la playa de Belén esta corriente superficial cuenta con una longitud aproximada de 1.636km desde su punto de origen en coordenadas planas X: 1090000; Y: 1402504.05347 hasta su punto de tributación a la quebrada corral viejo en la coordenada plana X : 1091388.60351 Y: 1402809.974.

**4.3.2. Topografía de la Microcuenca de la quebrada la Honda y la Piritama.** La zona de drenaje natural presentan una topografía quebrada con pendientes pronunciadas en la siguiente temática de pendientes se puede apreciar de una mejor forma los rangos de pendientes del terreno construidas a partir de un modelo digital de elevación (DEM) el cual fue gestionado a través de la página WEB del servicio geológico de los estados unidos con una resolución espacial de 30\*30mtrs y elipsoide WGS84 el cual se reprojecto al sistema Magna Sirgas Colombia Bogotá

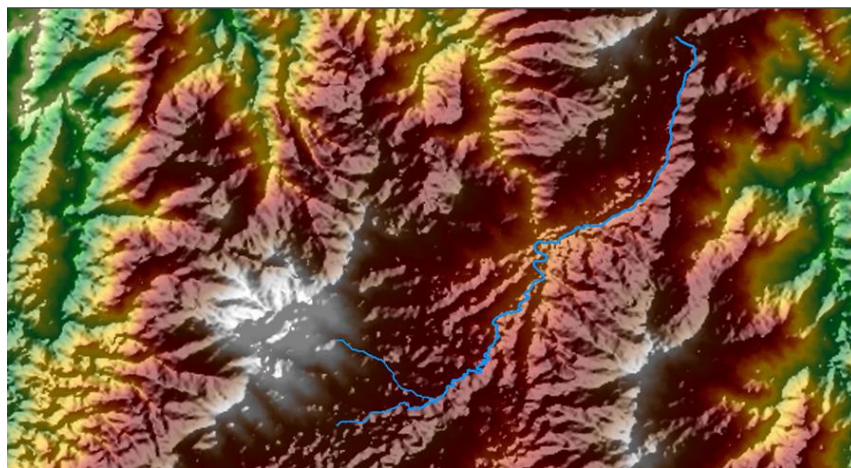
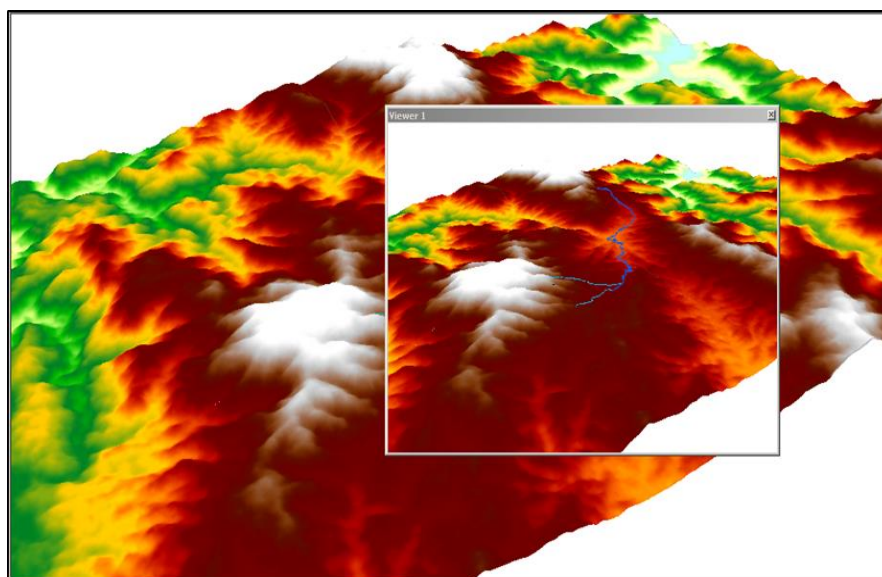


Figura 2. Modelo digital de elevación en la zona de estudio

Fuente. USGG 2018.

Mediante la construcción de un modelo tridimensional del terreno de la zona de estudio se puede apreciar la topografía quebrada de esta con zonas montañosas las cuales enmarcan las corrientes la Piritama y la Honda



**Figura 3. Resultado de Modelación topográfica 3D**

Fuente. Autoras 2018

**4.3.3. Delimitación del área natural de drenaje y características morfométricas.** Para poder desarrollar la modelación hidrológica las autoras hicieron uso de modelos matemáticos computarizados en cada una de las etapas del estudio iniciando con la delimitación de la microcuenca y determinación de sus características morfométricas

Para la primera parte de la modelación se usó la herramienta Hydrology de Arc ToolBox mediante el cual se generó el polígono del área superficial.

Tabla 2.

*Características Morfométricas de la cuenca abastecedora*

<b>Característica Morfométrica</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Resultado</b>	<b>Descripción</b>
Área superficial	Ha	9069.036438	Calculo de la medida a partir del polígono generado con la herramienta hydrology
	Km <sup>2</sup>	90.690364	Esta es una cuenca hidrográfica pequeña ya que no supera los 250km <sup>2</sup>
Perímetro	Km	43.842685	una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la Cuenca de las cuencas vecinas.

Tabla 2. (continuación)

Tipo de cuenca	N.A	Exorreica	su punto de salida está en los límites de las cuencas y está en otra corriente o mar
Índice de Gravelius (Kc)	Kc	0.8	Cuando Kc es cercano a 1.0 indica que la forma es casi una circunferencia. Kc mayores que 1.0 indica menor circular la cuenca. Cuencas con Kc cercano a 1.0 tienen más problemas de crecientes (gastos muy grandes, Inundaciones).
Orden de las corrientes de agua		De Primer orden para la quebrada piritama , y segundo orden para la Qbda la Honda	corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen Tributario.  Corrientes de segundo orden: dos corrientes de primer orden se unen
Longitud total de drenajes	Km	255.53	Es la sumatoria de las longitudes de todas las corrientes superficiales en el área de drenaje
Pendiente Media De La cuenca	%	30	Esta es la media aritmética de las pendientes complejas del terreno

Fuente. Autores del proyecto, 2018



**4.3.4. Relación Lluvia Escorrentía** El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service, SCS), desarrolló un método para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración denominada número de curva de escorrentía. (Resolución 865-2004)

Según la resolución 865 del año 2004, la escorrentía es función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía o CN. Este método es aplicable para cuencas menores a 250 km<sup>2</sup> y se puede aplicar para conocer la escorrentía mensual y generar mapas de Isolneas de escorrentía como ayuda para el cálculo de la oferta hídrica superficial.

Para el caso puntual del presente estudio hidrológico el área natural de drenaje que fue delimitada cuenta con una superficie de 9069.0390 km<sup>2</sup>, y por esta razón técnica las autoras de la investigación tomaron la decisión de implementar este método para el cálculo de la oferta hídrica superficial

**4.3.5. Número De Curva De Escorrentía CN.** El número de curva de escorrentía CN del Soil Conservation Service, SCS, fue desarrollado como un índice que representa la combinación de los grupos hidrológicos del suelo, el uso y la clase de tratamiento de la tierra. Análisis empíricos condujeron a deducir que el CN es función de tres factores: Clase de suelo, la cobertura y las condiciones de humedad antecedente (5 días). (Resolución 865-2004).

**4.3.6. Clasificación Hidrológica De Los Suelos Del Área En Estudio.** A partir de la metodología del SCS ( Servicio de conservación de suelos de los estados unidos) se clasificó hidrológicamente más de 4.000 suelos basándose en su potencial de escurrimiento para lo cual se encuentran reunidos en cuatro grupos de suelos hidrológicos, los cuales se identifican con las letras A, B, C y D.

**Suelo tipo A:** Potencial de escurrimiento bajo. Suelos con altas capacidades de infiltración cuando están completamente húmedos, principalmente arenas y gravas muy bien ordenadas. Suelos con alta transmisión de agua.

**Suelo tipo B:** Suelos con capacidades de infiltración moderadas cuando están completamente húmedos, principalmente suelos medianamente profundos y drenados, con textura de sus agregados variando entre moderada y muy fina. Tiene velocidades medias de transmisión de agua.

**Suelo tipo C:** Suelos con capacidades de infiltración baja cuando están completamente húmedos, principalmente suelos que contienen una capa que impide el movimiento hacia abajo o suelos con textura fina o moderadamente fina. Estos suelos tienen baja transmisión de agua.

**Suelos tipo D:** Suelos con capacidades de infiltración muy bajas cuando están completamente húmedos. Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos. Suelos con transmisión del agua muy baja.

**4.3.7. Uso y tratamiento del suelo en el área de estudio.** Según lo indica la resolución 865 del año 2004 La condición superficial en la cuenca hidrográfica se refleja en el uso del suelo y las clases de tratamiento. El uso del suelo está asociado a las coberturas forestales y vegetales de la cuenca como son el tipo de vegetación, los usos agrícolas, tierras en descanso, superficies impermeables y áreas urbanas.

En suelos cultivados se identifican: tierras en descanso, praderas, cultivos de hilera, cultivos de granos, rotaciones (pobre, aceptable, buena), cultivos en hileras rectas, vegetales sembrados cercanamente, campos sembrados a lo largo de la curva de nivel y cultivos en terrazas. Para determinar las coberturas de la tierra de la microcuenca se descargó una imagen multiespectral del satélite Landsat con fecha de escena de diciembre del 2016 , sistema de referencia internación WGS84 Y 4 bandas de color por medio del método de reclasificación asistida se identificaron las firmas espectrales de la imagen

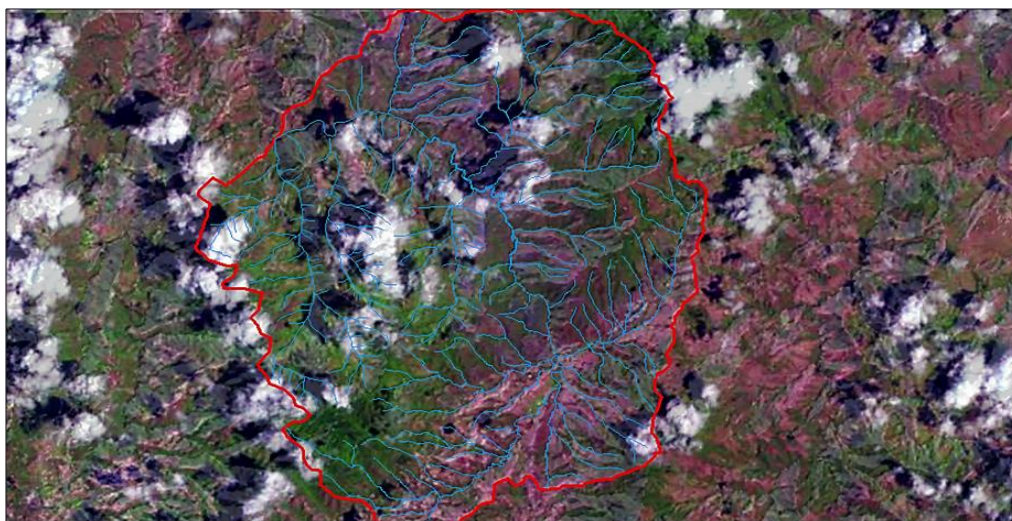


Figura 4. Imagen Landsat para clasificación de coberturas

Fuente. Autores del proyecto, 2018

GRAN_GRUPO	GRUPO	DEFINICION	HECTARES
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	6.645
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	0.199
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	2.976
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	45.001
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	16.235
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	46.686
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	55.979
Bosques	Bosque natural	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO	819.658
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	5.521
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	15.198
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	8.038
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	8.535
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	34.541
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	13.325
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	26.609
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	CULTIVO PASTO RASTROJO	7.123
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	42.221
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	11.042
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	16.732
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	12.927
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	1.376
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	11.298
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	39.549
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	0.857
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	0.045
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	0.389
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	12.944
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	1.203
Tierras eriales	Erial natural	EROSION	2.276
Tierras agropecuarias	Potreros abiertos	PASTOS NATURALES	32.934
Tierras agropecuarias	Potreros abiertos	PASTOS NATURALES	15.601
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	11.789
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	31.987
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	46.971
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	11.97
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	8.51
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	21.386
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	13.023
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	12.841
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	16.94
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	13.338
Tierras agropecuarias	Tierras agropecuarias mixtas	RASTROJO	728.732

Figura 5. Coberturas de la tierra zona Ocaña, del área Natural de Drenaje

Fuente. Autores del proyecto, 2018

#### 4.4. Oferta Hídrica Superficial de la Microcuenca

Para calcular la oferta hídrica superficial neta disponible según la resolución 865 del 2004 al caudal calculado mediante el método de lluvia escurriente se aplica una reducción de caudal ecológico el cual es el agua necesaria para el funcionamiento óptimo del ecosistema, esta reducción asciende al 25% estimado según el IDEAM, posterior a esto se descuenta el caudal por calidad el cual también es del 25% independientemente de resultados de laboratorio

Tabla 3.

##### *Oferta Hídrica Superficial*

<b>Corriente Hídrica</b>	<b>Caudal calculado lps</b>	<b>Descuento estimado (50%)</b>	<b>Oferta hídrica (lps)</b>
<b>La Honda</b>	13	6.5	6.5
<b>La piritama</b>	10.2	5.1	5.1

Fuente: Autores del proyecto, 2018

La longitud del periodo hidrológico considerado para todas las estaciones fue de 25 años, abarcando los registros desde el año 1992 al 2017 de igual manera, la ubicación de las estaciones en el área natural de drenaje, permitió distribuir el peso del fenómeno de precipitación

#### 4.5. Formulación del programa de uso eficiente y ahorro de agua

El programa de uso eficiente y ahorro de agua está enmarcado dentro de la Política ambiental de las Empresas prestadora de servicios públicos del municipio de la playa; su misión, visión, valores y objetivos institucionales:

**Política Ambiental.** En la empresa de servicios públicos del municipio de la playa de belén prestamos con transparencia los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo y Servicios especiales y/o Complementarios, buscando la satisfacción de nuestros usuarios y clientes mediante el Mejoramiento continuo de nuestros procesos, procedimientos y prácticas. Apuntándole a Una mayor eficiencia, eficacia y efectividad en coherencia con el plan sectorial; con Compromiso de cumplimiento con la legislación Colombiana aplicable y controlando los Riesgos que puedan entorpecer la operación. Todo esto apoyado en un equipo humano Comprometido y competente

**Misión.** La empresa presta los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo y actividades complementarios, buscando cumplir con los más altos índices de calidad, eficacia, eficiencia y sostenibilidad ambiental, para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de sus usuarios y de la comunidad en general, contando para ello con un equipo multidisciplinario en constante aprendizaje, honesto y comprometido con la Empresa y la Comunidad

**Visión.** La empresa busca que en el año 2020 sea reconocida a nivel nacional como una organización eficiente en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo y actividades complementarias, ambientalmente responsables, socialmente comprometida y orientadas a la educación ciudadana, cumpliendo con altos indicadores de gestión, calidad y productividad, así como generando una razonable rentabilidad económica, con responsabilidad social”

### **Valores Empresariales.**

#### **SOMOS EMPRESA – SOMOS USUARIOS**

Porque conocemos las necesidades y expectativas de quienes se benefician de nuestros servicios, porque actuamos con transparencia, trabajamos con responsabilidad y respeto

#### **4.5.1. Justificación.** Para la elaboración del programa de uso eficiente y ahorro de agua

La creciente y constante demanda del recurso hídrico debida al crecimiento de la población, sumada a los cambios en los patrones de consumo, generación de ciclos climatológicos extremos, la contaminación de ríos y lagos y la falta de controles ambientales, estima para los próximos años una escasez cada vez más fuerte de este preciado líquido en calidad y cantidad para satisfacer las necesidades humanas y medioambientales, convirtiéndose en un factor de amenaza mundial para todos los seres vivos.

Sumado a lo anterior, para darle cumplimiento a la Ley 373 de 1997 la empresa de servicios públicos del municipio de la playa de belén plantea la necesidad de iniciar

actividades y proyectos encaminados al mejoramiento, conservación del recurso hídrico a través de la sensibilización y educación dirigida a los pobladores del Municipio (usuarios a nivel domiciliario, comercial, industrial y turístico) y a los funcionarios de la Empresa, estableciendo el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua para crear una cultura de ahorro de agua

#### **4.5.2 Componentes del programa de uso eficiente y ahorro de agua**

**Las reducciones por pérdidas.** Las Pérdidas que se pueden presentar en un sistema suelen ser de tipo comercial y de tipo técnico. En las pérdidas de tipo comercial encontramos las que se denominan fugas en las redes y estas pueden ser visibles y no visibles; las primeras emergen de la tierra o del pavimento, las segunda no son detectadas a simple vista, dado que el agua puede ir al sistema de drenaje. Las fugas no visibles son las responsables del mayor porcentaje de pérdida de agua. Los factores que influyen en las pérdidas en las redes son la edad y material de las tuberías, las cargas actuantes (tráfico, sismos, etc.), la calidad y presión del agua, el tipo de suelo, el acatamiento a las normas de construcción y el mantenimiento. Las pérdidas en los sistemas de agua potable y alcantarillado se deben a la evaporación y filtración en los vasos de almacenamiento y regulación, a las fugas en las redes y en las tomas domiciliarias; a la imprecisión de la medición o a la ausencia de ella y, en consecuencia, a la mala estimación, a las tomas clandestinas y al agua no contabilizada que se usa en los servicios municipales, como el riego de áreas verdes o para el control de incendios. Las pérdidas técnicas son las ocasionadas por la operación y mantenimiento de la infraestructura de captación, aducción, pre tratamiento, conducción, tratamiento y distribución, siendo estas de menor significancia debido a que son por necesidad para la prestación del servicio y su porcentaje es mucho menor al de pérdidas comerciales



**Objetivos Específicos del programa de reducción por pérdidas.** Implementar un programa de reducción de pérdidas de agua, teniendo como meta un porcentaje de pérdidas no mayor al 25% anual, y luego de haber cumplido el objetivo mantenernos en un máximo de pérdidas de agua de un 20 % mensual.

Capacitar a los Funcionarios de Acueducto (Fontaneros y Operarios de Planta de Tratamiento de Agua Potable) en la identificación de pérdidas en el Sistema

**Alcance.** Con el aumento de demanda del recurso hídrico justificado por el crecimiento de la población, ciclos climatológicos extremos se pronostica una fuerte escasez de agua en los próximos años, es por esto que la Empresa implementará medidas efectivas para combatir la pérdida de agua, estableciendo la metodología más apropiada para detectar, localizar y corregir fugas visibles y no visibles, asegurando la reducción constante de pérdidas de agua del Sistema y contribuyendo a un mayor ahorro de agua. Adicional a lo anterior se capacitará a los usuarios para que puedan detectar fugas domiciliarias mediante un método sencillo y eficaz.

**Metodología.** Capacitación sobre identificación y disminución de pérdidas de agua.

El programa de capacitación de identificación y reducción de pérdidas debe incluir los siguientes aspectos:

Capacitación a los funcionarios: la cual debe estar orientada a establecer conceptos importantes en cuanto a detección de fugas y control de pérdida de agua mediante la explicación de las causas más comunes de las fugas, detección de fugas, estrategias de reparación, beneficios

de la detección de fugas y reparación, registros a tener en cuenta para control de fugas en la Empresa, Acciones de control de pérdidas de agua.

Capacitación a los usuarios para detección de fugas Domiciliarias: Capacitar a todos los usuarios implantando una conciencia de ahorro y uso eficiente de agua, de tal manera que se cree una disciplina de verificación de fugas mediante un método fácil que nos indique la posibilidad de fugas domiciliarias.

**Evaluación y Seguimiento:** Se realizará una evaluación y seguimiento del programa de reducción de pérdidas de agua para garantizar el buen cumplimiento de los objetivos, entregar recomendaciones y formular acciones de mantenimiento y/o mejoramiento, sí es el caso.

**Recursos.** Para la capacitación de los funcionarios de acueducto en el tema de detección de fugas y control de pérdidas de agua se contará con las herramientas las cuales serán facilitadas por la Empresa como Salón de conferencias, Videobind, papelografo, marcadores. La Capacitación será dictada por personal idóneo en el tema una vez al año.

Para la divulgación del método de detección de fugas intradomiciliarias a los usuarios, se contará como medio de comunicación el reverso de la factura dos veces al año.

Para las acciones contempladas para la detección de fugas, la Subgerencia Técnico Operativa adelantará las siguientes labores en conjunto con los funcionarios de acueducto: actualización de planos del sistema de distribución, inspección de tuberías, limpieza,

revestimiento y otros esfuerzos de mantenimiento para mejorar los sistemas de distribución y prevenir la ocurrencia de fugas y rupturas (estas actividades serán incluidas en el cronograma oficial de actividades y mantenimientos del Sistema de Acueducto);

A continuación, se encuentra un cuadro de resumen general de los recursos a utilizar para adelantar las acciones del programa de detección de fugas y control de pérdidas de agua.

**Tabla 4.**

*Resumen general de los recursos a utilizar*

Recursos	Descripción	Función
<b>FISICOS</b>	Instalaciones de la empresa	Capacitar a los Funcionarios de Acueducto (Fontaneros y Operarios de Planta de Tratamiento de Agua Potable) en la identificación de pérdidas en el Sistema
	Equipo para verificación de presiones en red de distribución.	Hacer un control estricto de las presiones en red de distribución y de esta manera evitar daños en la red a causa de altas presiones.
	Geófono	Mantener un control estricto de las fugas no visibles por medio del geófono, tanto en las redes matrices como al interior de las acometidas, brindando así un mejor servicio a los usuarios.

Tabla 4. (continuación)

	Herramientas varias y los repuestos (tubos, abrazaderas, etc.)	Inspección de tuberías, limpieza, revestimiento y otros esfuerzos de mantenimiento para mejorar
--	----------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

		los sistemas de distribución y prevenir la ocurrencia de fugas y rupturas
<b>TECNOLÓGICOS</b>	Videobind	Medio de divulgación de la información a los funcionarios de la Empresa
<b>HUMANOS</b>	Subgerente Técnico Operativo Funcionarios de Acueducto	Ejecutarán, vigilarán y controlarán las acciones implementadas en el programa de detección de fugas y control de pérdidas de agua establecido por la Empresa.
	Usuarios	Implementarán el mecanismo de detección de fugas a nivel intradomiciliarias como parte de concientización por el ahorro de agua

Fuente. Autores del proyecto, 2017

**4.5.3. Reúso o reciclaje del agua.** El agua es uno de los factores importantes para el desarrollo sostenible de nuestras sociedades. Es nuestra la responsabilidad de hacer un buen consumo de este recurso natural. Ahorrar, aprovechar y reutilizar el agua son tres conceptos básicos cada vez más presentes en nuestras vidas.

El principal objetivo es proteger el ciclo del agua, de esta manera, para cada actividad que requiera de un consumo de agua necesitamos de destinar la cantidad y calidad que corresponda con el uso que deseemos darle.

**Recolección aguas pluviales:** Las aguas pluviales se pueden destinar para el riego de los jardines y uso doméstico. Estos sistemas consisten básicamente en la canalización del agua del tejado de la cubierta y un depósito colector.

Reutilización de aguas grises: Las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavamanos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras, y que, con un tratamiento sencillo, pueden ser reutilizadas. El uso más común de este tipo de agua es en las cisternas de los inodoros, que no requieren aguas de gran calidad, aunque también se emplean para el riego de zonas verdes o en la limpieza de exteriores

**Objetivo Específico.** Hacer una divulgación de opciones de reciclaje del agua pluvial y aguas grises a nivel residencial, comercial e industrial

**Alcance.** El agua, como recurso, puede y debe ser utilizada, reutilizada y reciclada y dada la creciente demanda del recurso hídrico y el pronóstico de la fuerte escasez para los próximos años, es imprescindible que la Empresa divulgue medidas a todos los usuarios sobre el buen uso y reciclaje del agua. Se trabajará intensamente en el aprovechamiento del agua pluvial y aguas grises, ya que por sus características fisicoquímicas la hacen perfectamente utilizable para uso doméstico e industrial, por lo cual se promoverá su utilización implantando una cultura de uso eficiente y ahorro de agua entre los usuarios

**Metodología.** Hacer divulgación de acciones que se pueden implementar para hacer un reciclaje de aguas pluviales y aguas grises a todos nuestros usuarios utilizando como medio de información el reverso de la factura y la página institucional en Internet. A continuación son descritas las principales acciones que se pueden implementar lo cual será el documento guía para informar a los usuarios sobre el reuso del recurso hídrico

## AGUAS PLUVIALES

**En los hogares.** Las características del agua de lluvia la hacen perfectamente utilizable para uso doméstico e industrial. Las instalaciones de recogida de aguas pluviales existentes; consisten básicamente en la canalización del agua del tejado de la cubierta a un tanque o caneca de almacenamiento. Este depósito de aguas pluviales nos garantizará una reserva de agua destinada al riego del jardín, de la huerta casera, etc.

El agua potable es un agua de buena calidad que para muchos usos domésticos se podría sustituir por el agua pluvial. Es el caso del agua utilizada para lavadoras, lavavajillas y baños. Aprovechar el agua pluvial presenta otras ventajas a la hora de lavar la ropa, al ser el agua de lluvia mucho más blanda que la del grifo, estamos ahorrando hasta un 50% de detergente. En resumen, si aprovecháramos el agua de lluvia se podrían llegar a sustituir, en un hogar medio, 50.000 litros anuales de agua potable, por agua de lluvia. Esto supone una importante contribución a la sostenibilidad de nuestro medio ambiente.

Una buena instalación de recogida de agua debe ser sencilla y requerir el mínimo mantenimiento. Además se deben evitar factores que pueden alterar la calidad de nuestra agua almacenada como son: La suciedad, La luz, el exceso de calor.

La condición previa para que una instalación funcione bien, es una buena planificación, y la selección cuidadosa de los diferentes elementos constructivos. Un factor de gran importancia la cual deben tener en cuenta tanto los propietarios como los técnicos de la construcción, es decidir el lugar de recogida de dicha agua pluvial:

Techos verdes y superficies de patios no son idóneos, porque conllevan demasiada biomasa.

Techos de tela asfáltica tiñen el agua de amarillo

Techos de fibrocemento (Uralita) desprenden fibras de amianto

Cualquier otro tipo de cubierta es apto.

### **Los Elementos de la Instalación**

**Filtro.** Un buen filtro colocado delante de la entrada del depósito es indispensable para poder evitar suciedades y elementos no ajenos. No es aconsejable la recogida de agua de lluvia al aljibe o al depósito sin filtros. Si el agua es recogida sin un filtro, es desaconsejable su utilización para las instalaciones de de las casas, en todo caso podrían servir para el riego del jardín o la huerta. Debemos prestar atención contra los reflujos, a los gases de la alcantarilla y al acceso de bichos y animales a los depósitos

### **Deposito.**

**Viviendas existentes.** En el caso de instalar un sistema de recolección de agua lluvia en una vivienda ya construida, se aconseja utilizar depósitos de polietileno. Un material amigable con el medio ambiente. No se recomiendan, por razones ecológicas, los depósitos de PVC o los plásticos reforzados con fibra de vidrio. El depósito, en ningún caso, debería dejar pasar la luz, ya que ésta podría producir crecimiento de algas. Es importante considerar la ubicación del mismo, ya que situarlo cerca de fuentes de calor (calefacción, caldera, etc.) aumentaría

considerablemente el riesgo de proliferación de bacterias, de manera descontrolada. La temperatura de almacenamiento ideal es por debajo de 12 °C. Una manera de conseguir esta temperatura es con un depósito exterior enterrado o no expuesto a la luz solar.

**Viviendas de nueva construcción.** En el caso de viviendas de nueva edificación, se recomienda un depósito enterrado. Ubicar bien el depósito al comienzo de la obra nos permitirá reducir costos y aumentar la calidad de la instalación del mismo

## **AGUAS GRISES**

Las aguas grises son aquellas que provienen de la cocina, del cuarto de baño, de los lavamanos, de los fregaderos, etc. Es el agua que a primera vista puede no tener ningún valor pero que con su reutilización se está alargando su ciclo de vida útil añadiendo valor a su uso.

Reutilizar las “aguas grises” generadas en los hogares corresponde a una nueva forma de pensar en el agua, en lugar de tener un agua residual se pasa a obtener una fuente de recursos hídricos. Si se reutilizan las aguas grises, protegemos las reservas de aguas subterráneas, reducimos la carga de las aguas residuales y conseguimos una disminución importante en el gasto de agua potable.

Al reutilizar las aguas grises para las cisternas se logra un ahorro de unos 50 litros por persona día. Si se considera una familia media de 4 personas, esto supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, aproximadamente el 25 % del consumo diario de la vivienda.



Si este sistema es implantado en instalaciones deportivas, se podría hablar de cifras aún más importantes, en torno al 30% de ahorro de agua potable. Los sistemas para la reutilización de las aguas grises son muy demandados para su uso en viviendas unifamiliares, comunidades de vecinos, instalaciones deportivas como campos de fútbol o piscinas, hoteles y universidades

**Recursos.** Como medio de divulgación de las medidas aquí establecidas se utilizará:

Reverso de la factura del servicio

Boletín institucional

Funcionarios de acueducto encargados de la entrega de facturación

Página institucional en internet

**Cronograma.** A partir del 2018 iniciando en el mes de marzo se realizara la divulgación de la información en los medios mencionados realizando un recordatorio cada tres meses.

**4.5.4. La medición.** Medir es la clave en cualquier acción de uso eficiente del agua. De esta manera, de esta manera se puede conocer la realidad y así establecer modelos para predecir y planear mejor el futuro, permite inducir la reducción del consumo y hacer más justo el cobro. Esto sistemas son costosos desde la etapa de instalación hasta la de mantenimiento, por lo que conviene planear con mucho cuidado la administración de la medición.

La edad del sistema, la calidad del agua y la instalación inadecuada son algunos de los factores que influyen para que el funcionamiento de los medidores no sea el correcto

**Macromedición.**

Objetivos Específicos. Realizar un control de la lectura de los macromedidores a la salida de la Planta de Tratamiento.

Establecer valores promedios de consumos por horas y por días para detectar alteraciones en el proceso de distribución

**Alcance.** Actualmente la empresa cuenta con 2 macromedidores los cuales se encuentran instalados y en funcionamiento. Se hace un control estricto cada cuatro horas de las mediciones de consumos para la zona urbana; lo que logra anticipar las alteraciones en la distribución de agua potable que conlleven a pérdidas de agua (aumentos anormales nos indicarán posibles fugas, daños en la red, conexiones fraudulentas)

**Metodología.** Según lo establecido en el Manual de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento se tienen estipuladas las siguientes acciones para controlar y verificar el buen funcionamiento de los macromedidores:

Control diario: Verificación permanente del funcionamiento del macromedidor, informando cualquier anomalía y llevando control de la revisión en un registro como soporte de la verificación del macromedidor.

Registro de las lecturas del macromedidor de la zona urbana estableciendo un control cada cuatro horas (7:00 am, 11:00 am, 3:00 pm, 7:00 pm, 11:00 pm y 3:00 am), donde los funcionarios reportaran cualquier anomalía o aumento repentino de los consumos.

Reporte a la subgerencia Técnico Operativa un cuadro comparativo entre la cantidad de agua tratada según los datos de caudal tratado (medidos mediante canaleta Parshall instalada y aforada) comparándolos con las cifras reportadas por los macromedidores

**Recursos. Humanos:** Se contará con la labor de los Operadores Planta de Tratamiento para verificar el funcionamiento de los macromedidores, para controlar y registrar el agua suministrada a la red de distribución.

**Cronograma.** Control de los consumos cada cuatro horas, con informes consolidados de carácter mensuales.

### **Micromedición**

Objetivos Específicos. Instalar un micro medidor a cada usuario nuevo en el sistema.

Realizar monitoreo y medición constante de cada uno de los micromedidores instalados

**Alcance.** La empresa tiene una cobertura del 85 % de micromedidores instalados, lo que quiere decir que el 85% de los usuarios cuentan con su respectivo micromedidor, actualmente son pocas la quejas por daños en el micromedidor. La empresa busca mantener este porcentaje de cobertura y continuar disminuyendo las quejas por daños en los micromedidores. Adicional a

ello se mantiene un control del funcionamiento de los micromedidores mediante verificación de las lecturas (lecturas significativas) que nos ayudan a detectar medidores en mal funcionamiento, medidores estáticos, con discrepancia en las lecturas, aumentos significativos y de esta manera contribuir al control de pérdidas y detección de posibles fugas, la meta para finales del 2019 es tener el 100% de los usuarios con micromedición

**Metodología.** Para mantener la cobertura total de micromedidores, se debe continuar con la instalación cada medidor en el momento en que se inscriba un usuario nuevo al sistema, se tendrá que mantener un stock de micromedidores. Se realizará una revisión mensual en el momento de la lectura y se procederá a cambiar los medidores que no se encuentren en funcionamiento. De esta manera lograr minimizar las quejas de los usuarios por el mal funcionamiento de estos, contribuyendo al ahorro de agua mediante la detección de fugas y pérdidas de agua

**Recursos.** Humanos: Funcionarios de acueducto y de facturación

Registros de información establecidos para tal fin.

**Cronograma.** Verificación de los micromedidores mensualmente y cambio de los mismos cada vez que se requiera. Estadística mensual del tiempo de reparación de una fuga de agua. Informe mensual de Número de fugas detectadas/Número de fugas reparadas por mes.

**4.5.5. Sistema tarifario.** Las tarifas son un elemento fundamental en los programas del uso eficiente del agua. Las tarifas son fundamentales para ayudar a ahorrar agua si en su estructura reflejan el costo real, están relacionadas con los consumos, los incrementos diferenciales son elevados para que puedan inducir al ahorro del agua y los cambios de tarifas están acompañados de programas de comunicación y educación. A pesar de la buena disponibilidad del recurso, en los países de América Latina el agua no contabilizada constituye uno de los principales problemas de eficiencia de la mayoría de los servicios de agua potable, ya que una parte importante del agua se pierde, restando posibilidades de acceso al agua potable a una mayor cantidad de población, obstaculizando la optimización de las inversiones en la producción y distribución de agua, generando mayores costos de producción, conducción y pérdidas de ingresos por el volumen de agua producido pero no facturado

**Objetivos Específicos.** Socializar con los usuarios los beneficios que se tienen en el cobro a consumos de agua inferiores a 20 m<sup>3</sup>.

**Alcance.** La amenaza potencial de la escasez de agua obliga a crear una conciencia de cuidado, conservación, uso eficiente y ahorro de agua en el próximo decenio, donde se fortalezcan valores de responsabilidad y compromiso con el medio ambiente entre los usuarios mediante incentivos a través de las tarifas. La Empresa propone con un importante beneficio para todos los usuarios que consuman menos de 20 m<sup>3</sup>, donde el valor de la tarifa tendrá un subsidio de acuerdo a la clasificación socioeconómica del estrato en el que se encuentre, es así que para estratos 1 el subsidio es del 50%, estrato 2 subsidio del 40% y estrato 3 subsidio del 15%. Para aquellos excedan el consumo de los 20 m<sup>3</sup> se les aplicará la tarifa plena del servicio.

**La Metodología.** Socialización en el reverso de la factura sobre los beneficios del consumo de forma racional del recurso hídrico, alentando de esta forma a los usuarios a implementar medidas para bajar los consumos. También se utilizará como medio de divulgación el boletín institucional “Cuentagotas” el cual es suministrado a los usuarios, el reverso de la factura y la página web institucional

**Recursos.** Factura del servicio

Boletín institucional

Funcionarios de acueducto encargados de la entrega de facturación

Página institucional en internet

Cronograma

Se hará una divulgación de la información de los beneficios a que tienen derecho los usuarios por consumos moderados cada 4 meses, y de esta manera implantar la conciencia de uso racional del recurso hídrico.

**4.5.6 Campañas educativas.** Las técnicas de uso eficiente y racional del agua potable en el Municipio de la playa de Belén se lograrán mediante la comunicación y educación para buscar la participación ciudadana siendo indispensable formular las acciones de comunicación y educación. Se estima que este tipo de programas puede llegar a producir ahorros de entre un 4 y 5 % del consumo total de agua potable (Grisham y Flemming, 1989).

**Objetivos Específicos.** Implementar campañas educativas dirigidas a toda la población del Municipio de la playa zona urbana para hacer la socialización y/o divulgación de consejos para hacer un buen manejo, uso, reuso del agua potable implantando una conciencia de cuidado, uso eficiente y ahorro de agua

**Alcance.** Esta consiste en el desarrollo de diferentes actividades de tipo educativo y pedagógico tanto al personal de la empresa (Para implantar una conciencia de ahorro de agua dentro de los procesos y procedimientos que se realizan a diario), como a los usuarios (a quienes se les proporcionará recursos y bases sólidas en cuanto medidas para el ahorro de agua). Aquí se enmarcan las capacitaciones, campañas informativas y sensibilizaciones, definidas como el proceso que permitirá a nuestros usuarios generar actitudes de valoración y respeto por el recurso hídrico

**Metodología.** Los medios que logran hacer del conocimiento de los usuarios los objetivos, metas y acciones del Programa de Ahorro y Uso eficiente del agua incluye:

Reverso de la factura.

Web institucional.

Boletín Institucional

Volantes o folletos.

Con colaboración de las instituciones educativas del casco urbano y líderes comunales se formarán grupos de **“Guardianes del Agua”** los cuáles serán los beneficiarios de la

educación no formal impartida por funcionarios de la Empresa para que sean los multiplicadores de la importancia del recurso hídrico, resaltando las acciones fáciles que se pueden implementar para lograr el ahorro del recurso hídrico.

Llevar a cabo los procesos de educación no formal orientados a generar una visión integral del Programa de Uso eficiente y ahorro de agua para la formación de multiplicadores de la conciencia ambiental y con ellos llegar a los diferentes sectores que componen nuestros usuarios.

La sensibilización socializada por los “Guardianes del Agua” a los usuarios está orientada hacia la implementación de prácticas de ahorro de agua a nivel domiciliario (interno y externo), comercial e industrial, mediante la implementación y divulgación de un manual con recomendaciones para el uso eficiente y ahorro de agua. También se hará una campaña para incentivar a los usuarios al cuidado del agua a nivel domiciliario (Lavado y desinfección de tanques).

**Sensibilización a “Guardianes del Agua” y Usuarios.** A continuación se presenta la información que hará parte del documento de socialización a los usuarios:

**En las casas.** Según datos consultados ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios estima que en Colombia, del gasto diario por persona, el 36% está destinado al inodoro, el 31% a la higiene personal, el 14% en lavado de ropas y el 19% restante se reparte entre riego de jardines, lavado de automóviles, limpieza de vivienda, actividades de



esparcimiento, y para todos ellos ahí medidas que se pueden implementar para reducir estos gastos de agua.

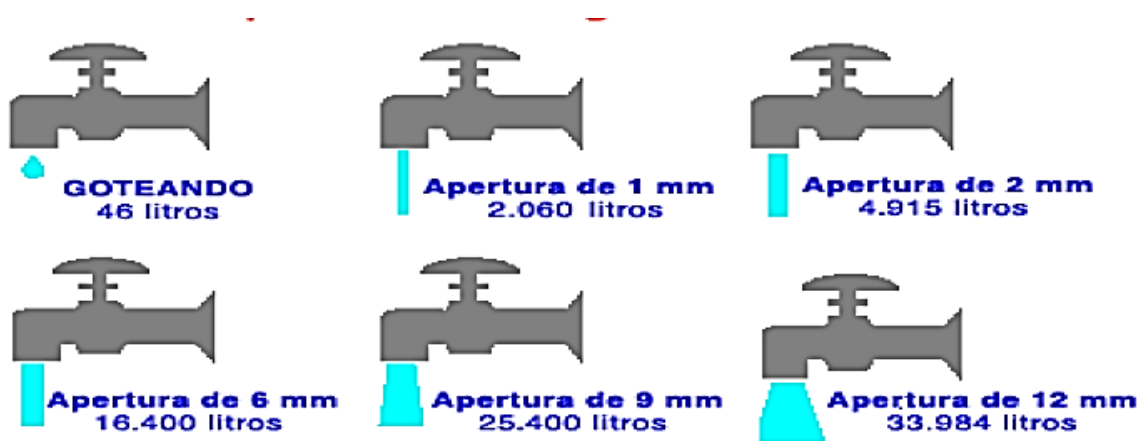


Figura 6. Desperdicio de Agua con el Grifo mal Cerrado

Fuente. Sabesp



Figura 7. Como / Donde se pierde agua

Fuente. Sabesp

**Usos interiores a la casa.** Se debe utilizar un vaso con agua para cepillarse los dientes, cerrar la llave mientras nos enjabonamos las manos o la cara y utilizar un recipiente o el tapón del lavabo para afeitarse.

Las duchas deben ser rápidas, cerrar la llave mientras nos enjabonamos, colocar un balde que recoja el agua fría mientras esperamos la caliente, es agua limpia que se puede utilizar posteriormente

En la cocina: es recomendable utilizar una tina para lavar todos los trastes y otra para enjuagarlos, nunca debajo del chorro de la llave, utilizar el agua de la bandeja con la que se lavan las frutas y verduras para regar las plantas.

Lavadoras. Los ahorros se consiguen utilizando cargas adecuadas de ropa, usando los niveles de agua necesarios para una correcta operación o con lavadoras que usan menos agua. Además la reutilización de agua proveniente de ellas es también posible y se puede emplear para lavado de pisos en la casa o patio o para la circulación hacia los sanitarios

**Usos exteriores a la casa.** Riego de jardines: Las prácticas que se consideran adecuadas de riego de jardines son la mejor técnica para ahorrar agua. La hora más apropiada para regar es entre las 4 y 8 de la mañana (horas de poco sol), además que durante esas horas la presión en la red es más alta, la dispersión provocada por el viento es baja y las pérdidas por evaporación son mínimas. Sin embargo, este horario pudiera ser incómodo y se recomienda como opción regar de

las 8 a 12 de la noche, o en las primeras horas de la mañana. La cantidad de agua aplicada varía de acuerdo con el clima.

Lavado de automóviles. Uno de los mayores desperdicios que se pueden generar del agua es el que ocurre con el lavado de automóviles por medio de la manguera; se recomienda hacerlo con un balde y un trapo húmedo, también es recomendable lavar el carro en lugares en donde se emplean equipos especiales con aire y alta presión, que usan menos agua.

Reducción de presión. En aquellos lugares donde ésta sea alta, se recomienda utilizar válvulas reductoras de presión, con ellas se logran reducciones en el consumo de agua de hasta un 10%.

**Comercial.** En promedio se consume el 71% de la producción total de agua en las casas habitación, el 12% en la industria, el 15% en el comercio y el 2% en el sector servicios. La sensibilización de uso racional y ahorro de agua, la reparación de fugas, mediciones, el uso adecuado del agua en jardines, excusados, regaderas o lavados permiten tener una reducción considerable de este recurso; como en el casco urbano del municipio de la playa de belén no existen industrias por eso no se formulan estrategias para este sector

Capacitación a los empleados de las Empresas Públicas Municipales de la Playa De Belén. Esta capacitación está orientada a la detección de fugas y control de pérdidas en el sistema dictado por la gerente Técnico Operativa. De Recursos

**Cronograma.** Mensualmente durante todo el año el reverso de la factura y la página web institucional, tendrá información acerca de la concientización ambiental, detección de fugas intradomiciliarias, reuso de agua, incentivos por bajos consumos, dispositivos de bajos consumos y medidas establecidas en nuestro manual de recomendaciones para el uso eficiente y ahorro de agua.

Primer semestre de 2018: Para la creación del Grupo de “Guardianes del Agua” se hará una actividad conjunta con los colegios del Municipio de la playa de Belén y con los Presidentes de Juntas de Acción comunal.

Una vez seleccionados y capacitados serán los encargados de realizar dos sensibilizaciones al año a todos los usuarios.

**4.5.7 Tecnología de bajo consumo.** La búsqueda constante por ahorrar agua como factor de contribución a la creciente demanda de agua y a su potencial escasez ha obligado a la búsqueda de dispositivos de bajo consumo, aportando elementos accesibles que contribuyan a un ahorro eficiente del recurso hídrico.

**Objetivos Específicos.** Hacer divulgación en nuestros usuarios acerca de tecnologías aplicables para reducir los consumos de agua.

**Alcance.** Esta es un grupo de tecnologías que permiten el bajo consumo de agua dentro de la operación de la empresa de servicios público, en los diferentes entes municipales y en cada uno de los usuarios del sistema

**Metodología.** En la actualidad existen alternativas para obtener un menor consumo del agua en las diferentes actividades del diario vivir, que requieren el uso de dicha fuente.

Sanitarios de bajo consumo: Los sanitarios tradicionales utilizan de 16 a 20 litros por descarga; los de bajo consumo que funcionan con 6 litros por descarga, pueden reducirlo a 30 l diarios por habitante, por lo que puede haber un ahorro de hasta 50% de agua. También se puede mejorar la eficiencia de los sanitarios mediante la colocación de recipientes, tabiques, o represas de plástico, sin embargo en la mayoría de los casos esto resta capacidad de arrastre a la taza. Es indispensable no arrojar al sistema elementos sólidos que provoquen taponamientos en las instalaciones, dado que las conexiones están diseñadas y construidas para permitir solo el paso de líquidos o materias degradables.

Duchas: Esto puede lograrse mediante la instalación de reductores de flujo o duchas de bajo consumo. La regadera arroja 20 lt/min. Llaves de lavabos y lavaderos: Se puede bajar el consumo empleando aireadores que inyectan, aire y aumentan el chorro de agua, incrementado el área de cobertura y por la tanto mejorando la eficiencia del lavado.

Detección de fugas intradomiciliarias. En los domicilios se pierde una gran cantidad de agua, debido a las fugas de las tuberías y accesorios hidráulicos y sanitarios, un grifo que gotea desperdicia 80 litros por día; por ello es necesario ajustar las válvulas de flujo al grifo, revisar posibles fugas.

**Recursos.** Divulgación de las herramientas que se tienen para adoptar tecnologías de bajo consumo, para lograr ahorros significativos en los consumos de agua Esta divulgación se realizara mediante:

Reverso de la factura

Página web de la Empresa

Boletín Institucional.

Volantes o folletos

**Cronograma.** Se iniciará con la divulgación mediante volantes en el segundo semestre del 2017 y a partir del 2018 se continuará con divulgación cada cuatro meses mediante el reverso de la factura.

**4.5.8 Protección de las fuentes de agua.** Parte integral de este Programa de Uso eficiente y ahorro de agua son las acciones encaminadas a la Protección de nuestra fuente de agua, contribuyendo de esta manera a la sostenibilidad ambiental.

**Objetivos Específicos.** Realizar actividades de reforestación que ayuden a promover la protección de la cuenca de donde se capta para el tratamiento de potabilización.

Llevar a cabo brigadas de limpieza y mantenimiento a las microcuencas la tenería y la honda en las cuales se realiza captación de agua y jornadas de concientización de la importancia de proteger nuestra fuente de agua.

Hacer un recorrido de la cuenca identificando terrenos que necesiten protección.

**Alcance.** La conservación de las fuentes abastecedoras del municipio de la playa de Belén se lograra mediante la adquisición de terrenos “áreas estratégicas” en la parte alta de cada una de las cuencas y programas de reforestación en las áreas con las que ya cuenta el municipio, en las rondas de las quebradas la tenería y la honda

**Metodología.** Compra de Terrenos: en la actualidad la administración municipal solo cuenta con un predio elevado a la categoría de área estratégica por la falta de presupuesto no ha podido realizar el resto de las adquisiciones de los predios

**Limpieza:** Las jornadas de limpieza se deben realizar por los funcionarios de la empresa, buscando tener el menor impacto posible en la zona. Esta limpieza es necesaria realizarla con cierta frecuencia para poder garantizar la protección a la quebrada honda

**Reforestación:** Realizar convenios con la Alcaldía para que por medio del vivero Municipal se suministren árboles nativos para hacer la reforestación en los puntos identificados.

En la siguiente figura se presentan los puntos críticos de afectaciones en la microcuenca la tenería los cuales fueron identificados mediante visitas oculares en compañía de los funcionarios de la empresa prestadora de servicios públicos municipales

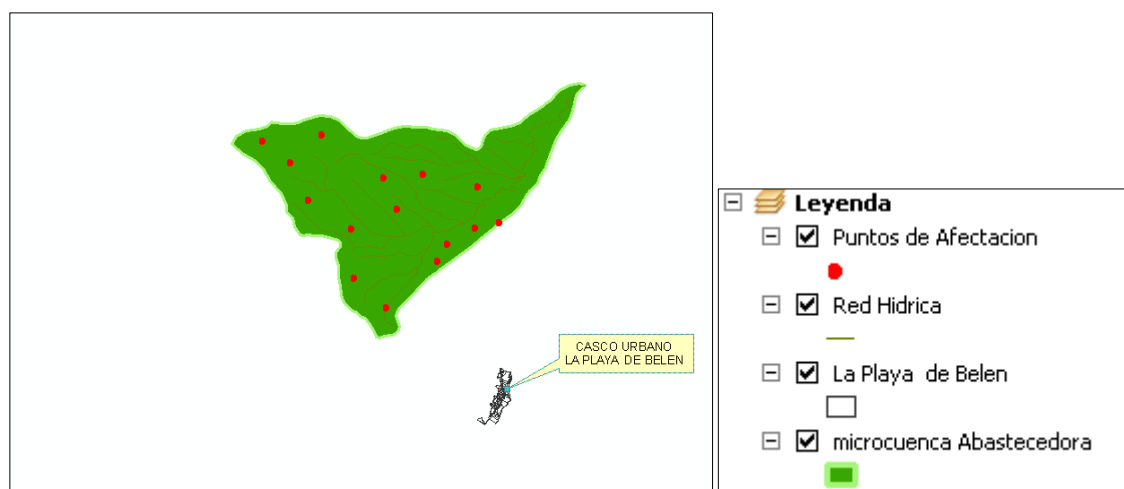


Figura 8. Localización de los puntos críticos en la Microcuenca

Fuente: Autores del proyecto, 2017

En la siguiente tabla se encuentra la descripción de la afectación en cada uno de los puntos críticos en la microcuenca; junto con las coordenadas de cada uno de estos puntos

Tabla 5.

*Puntos de afectación de la cuenca*

Descripción del Punto	Georeferenciación	Observaciones
Fuente		Quebrada la honda
Punto de interés sanitario: Vertimientos Líquidos de tipo doméstico, agropecuario.		No se encontraron puntos de vertimientos líquidos
	-73.255802 8.245944	Zona agrícola: Se encontró un terreno de cultivos a 10 metros de la quebrada
Zonas agrícolas y Pecuarias	-73.249804 8.245944	Zona pecuaria: Se encontró que hay acceso de ganado a la quebrada.
	-73.249804 8.245944	Zona pecuaria: Se encontró ganado en cercanías de la quebrada Aproximadamente a 15 metros.
Afectación de la fuentes por condiciones geológicas, sísmicas y naturales		No se encontraron puntos de afectación de la quebrada por condiciones geológicas, sísmicas o naturales



Rellenos sanitarios, botaderos municipales o regionales		No se encontraron rellenos sanitarios ni botaderos municipales o regionales
Puntos de amenaza por accidentes vehiculares, abandono clandestino y sin control de residuos y zonas de alta contaminación de aire	-73.241891 8.23832	Punto de abandono clandestino y sin control de residuos sólidos donde los que se encontraba basura doméstica y algunos frascos de herbicidas vacíos (Gramoxone: ver información toxicológica del producto)
Observación: Información levantada en visita de inspección a la fuente y a todo el trayecto de la quebrada el día 14 de octubre de 2016		

Fuente: Autores del proyecto, 2017

En total a lo largo de la fuente abastecedora se encontraron 4 puntos de reforestación los cuales son relacionados en la siguiente tabla:

Tabla 6.

*Puntos de reforestación en la microcuenca*

Ítem	Geofrenciación
1	8.240542 -73.259615
2	8.238187 -73.256961
3	8.236471 -73.253448
4	8.237745 -73.249757

Fuente: Autores del proyecto, 2017

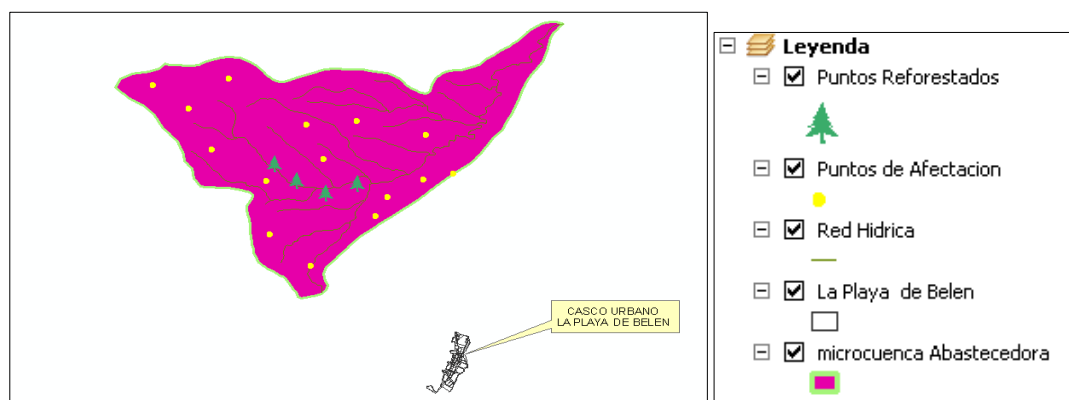


Figura 9. Localización Puntos de Reforestación

Fuente. Autoras 2017

**Recursos.** Humanos: Funcionarios de la Empresa, Alcaldía Municipal, autoras de la investigación.

Físicos: GPS, Plantas nativas de la cuenca abastecedora

**Cronograma.** Una vez realizada la visita de inspección sobre todo el trayecto de la cuenca abastecedora y detectada los puntos de afectación y de reforestación se ejecutarán las acciones de la siguiente manera:

Reforestación: Actividades de reforestación 2 veces al año

Visitas de limpieza, mantenimiento 2 veces al año

Durante el primer semestre del 2018 se gestionará el convenio inter administrativo entre Alcaldía Municipal y la empresa para compra de terrenos de manejo especial

Durante el primer semestre del 2018 se gestionara para realizar acciones para proteger la cuenca en los puntos de afectación

#### **4.6 Mejoramiento continuo, seguimiento y evaluación del programa de uso eficiente y ahorro de agua**

Para asegurar el mejoramiento continuo se evaluará el cumplimiento de las acciones contempladas en el programa. Este tipo de evaluación y seguimiento busca entregar

recomendaciones y formular acciones de mantenimiento y/o mejoramiento que sean necesarias para el buen cumplimiento de lo propuesto en el presente Programa, mediante indicadores que permitirán conocer el avance y redefinir el programa. Se analizarán los indicadores abajo expuestos semestralmente

Horas diarias de abastecimiento.

Cobertura del servicio de acueducto: Número de suscriptores/Número de medidores instalados

Efectividad en la medición: Número de medidores instalados/Número de medidores en funcionamiento

Tiempo de reparación de una fuga de agua.

Número de fugas detectadas/Número de fugas reparadas por mes

Promedio del valor de la presión en red de distribución

Estadística de consumos mensuales por días y por horas de los macromedidores

Comparativo mensual agua tratada vs medida

Comparativo mensual agua medida vs facturada

Número de campañas educativas realizadas anual (tanto a funcionarios como a usuarios), sean por el medio que fuere

Número de actividades de protección de la cuenca realizadas

## Capítulo 5: Conclusiones

Las corrientes naturales de la honda y la piritama cuentan con el caudal superficial suficiente para suministrar el caudal requerido por el acueducto del casco urbano del municipio de la playa de Belén, sin afectar la disponibilidad de agua para los habitantes de las veredas que se benefician de estas corrientes; lo anterior se puede sustentar en el presente estudio el cual se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la resolución 865 del año 2004

El área de drenaje natural de las corrientes hídricas de la piritama y la honda presenta un grado severo de deforestación (perdida de vegetación natural), como efecto de las actividades antrópicas propias de la región, lo cual ejerce una gran presión sobre el ciclo natural del agua, esto unido al innegable fenómeno del cambio climático.

El uso de programas computacionales para el desarrollo de estudios ambientales de cualquier índole, son fundamentales para el crecimiento como profesionales en la ingeniería ambiental, esto se pudo notar en el momento del cálculo de la oferta hídrica de las fuentes abastecedoras proceso en el cual se usó por parte de las autoras de la investigación e tres software los cuales pueden ser considerados como vitales para el desarrollo del proyecto de grado ( ArcGIS, CROPWAP 8.0 Y AUTOCAD)

Es fundamental para todas las empresas prestadoras de servicio de acueducto y alcantarillado, formular el plan de ahorro y uso eficiente del agua, en compañía de las

administraciones locales y de los miembros de la comunidad que se beneficia de este recurso natural en busca de optimizar el recursos y evitar su derroche

## Capítulo 6: Recomendaciones

Se hace necesario que la administración municipal auné esfuerzos con la empresa pública prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado en el instalar tecnologías ahorradoras de fácil instalación y bajo costo.

La empresa prestadora de servicios debe conformar un equipo el cual se encargue del control y veeduría del programa de ahorro y uso eficiente del agua en el municipio; también se hace indispensable el reemplazar las unidades sanitarias de mayor uso por tecnologías ahorradoras.

La administración municipal y la empresa prestadora de servicios públicos debe promover el uso de las aguas lluvia para irrigar los espacios verdes urbanos ya sean estos de carácter público y privado

Se hace necesario que el municipio desarrolle un estudio para la caracterización de las áreas protegidas y potenciales del municipio en pro de adquirir los predios estratégicos para la conservación del recurso hídrico.

## Referencias

- Arenas. (2012 ). Resolución 64/292 de 3 de agosto de 2010.
- PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA SIBATE. (2014).
- Acuña, C. (Julio de 2010). *Identificación de áreas prioritarias de conservación enfocadas hacia la conectividad estructural del corredor Encenillo (municipios de la Calera, Guasca, Sopo, Sesquilé, Guatavita), Cundinamarca*. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/9796/1/tesis86.pdf>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2013). *Fragmentación del paisaje en Europa*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/FRAGMENTACION\\_PAISAJE\\_EUROPA\\_tcm7-306343.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/FRAGMENTACION_PAISAJE_EUROPA_tcm7-306343.pdf)
- Aguilar, C., Martínez, E., & Arraiga, L. (2000). Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *Biodiversitas*(30), 7-11.
- Alarcón Hincapié, J., & Pabón Caicedo, J. (Diciembre de 2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 171 - 185.
- Alemán , B. (2014). *Ecología del paisaje: análisis de la pérdida y fragmenación de ecosistemas boscosos en el sector noreste de la Reserva Forestal Golfo Dulce, 1979- 2013. untarenas, Costa Rica*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2055>
- Altamirano, A., Echeverría, C., & Lara, A. (2007). Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetal de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*(80), 27-42.
- Andrade, G., & Castro , L. (2012). *Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia Invitación a una interpretación socioecológica*. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Pontificia Universidad Javeriana: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/3196>
- Armesto, J., Willson, M., Díaz, I., & Reid, S. (Mayo de 2005). *Ecología del paisaje rural de la isla Chilóe: diversidad de especies de aves en fragmentos de bosques nativos*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Repositorio académico de la Universidad de Chile: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120072/Smith-Ramirez%20Cecilia-LIBRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bennet, A. (2004). *Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de Unión Mundial para la Naturaleza: [http://svsch.ceachile.cl/e-Biblioteca/Documentos/Biodiversidad/2004\\_Corredores\\_Biologicos.pdf](http://svsch.ceachile.cl/e-Biblioteca/Documentos/Biodiversidad/2004_Corredores_Biologicos.pdf)
- Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Muñoz, M., Echeverría, C., & Urrutia, R. (2011). Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX. *Revista de Geografía Norte Grande*(49), 125-138.
- Bustamante, R., & Grez, A. (Junio de 1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*, XL(2), 58-63.

- Cahuana, A., & Yugar, W. (Septiembre de 2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de Universidad Mayor de San Simón: <http://myslide.es/documents/libro-completo-de-hidrologia.html>
- Canet, L. (2007). *Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica*. Recuperado el 11 de Febrero de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1573E/A1573E.PDF>
- Chuvienco, E. (Julio de 1995). *Fundamentos de la teledetección espacial*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Geografía física: [http://geografiafisica.org/sem\\_2015\\_01/maestria\\_geom/SIG\\_p\\_GdR/fundamentos\\_de\\_teledeteccion\\_espacial\\_chuvienco\\_BUENO.pdf](http://geografiafisica.org/sem_2015_01/maestria_geom/SIG_p_GdR/fundamentos_de_teledeteccion_espacial_chuvienco_BUENO.pdf)
- Cifuentes, M. (1983). *Reservas de Biosfera: Clarificación de su marco conceptual y diseño y aplicación de una metodología para la planificación estratégica de un subsistema nacional*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1577e/A1577e00.pdf>
- Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander. (2011). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander: <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/index.shtml?apc=v-xxl-&x=2835077>
- Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres. (15 de Diciembre de 2012). *Plan de Contingencia para Incendios Forestales del Municipio de Ocaña, Norte de Santander*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander: <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/plan-de-contingencia-incendios-forestales.pdf>
- Coronado, M. (Octubre de 2014). *Análisis de la fragmentación en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar (PANACAM)*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de Zomorano : <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3320/1/IAD-2014-004.pdf>
- De Alba Ávila, A., Chapa, D., & Sosa, J. (Marzo de 2008). Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 14(1), 37-51.
- Díaz, M. (Diciembre de 2006). *La zonificación como elemento de planificación y manejo de áreas del sistema de parques nacionales naturales*. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/documentozonificacion.pdf>
- Dueñas. (2014).
- Economics, W. (2014).
- EMPRESA DE ACUEDCUTO Y ALCANATRILLADO DE LA PLAYA DE BELEN. (2010). *DIAGNOSTICO DEL RECURSO HIDRICO DEL MUNICIPIO.*, (pág. 36).
- EOT . (2002 ).
- Esquema de Ordenamiento territorial . (2002).
- ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA . (2016).
- Etter, A. (1991). *Introducción a la ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos ecológicos*. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi :



- <https://drive.google.com/file/d/0B7dPeC1rpAmhMjEwOTE0NGMtYTdhNy00MmQ0LTg5MWMtNzdiYWZjNmVhZWRI/view?pref=2&pli=1>
- EUROPARC España. (2009). *Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramienta y casos prácticos*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de EUROPARC España: <http://www.redeuroparc.org/publicaciones/monografia2.pdf>
- Ferreira, P., & Fandiño, M. (1998). *Colombia biodiversidad siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción ambiental en biodiversidad*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/169-colombia-biodiversidad-siglo-xxi-propuesta-tecnica-para-la-formulacion-de-un-plan-de-accion-ambiental-en-biodiversidad>
- Figueroa, A., & Valencia, M. (Septiembre de 2009). *Fragmentación y Coberturas Vegetales de Ecosistemas Andinos, Departamento del Cauca*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de Universidad del Cauca: <http://talos.unicauca.edu.co/gea/sites/default/files/Fragmentaci%C3%B3n%20y%20Coberturas%20Vegetales%20de%20Ecosistemas%20Andinos.pdf>
- Fundación ProAves. (s.f.). *Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Fundación ProAves: <http://www.proaves.org/rna-hormiguero-de-torcoroma/>
- Garay, L. (Junio de 2013). Minería en Colombia: Fundamentos para superar el modelo extractivista. *SciELO*, 15(28), 289-291.
- García, D. (Mayo de 2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas*, 20(2), 1-10.
- Grajales, T. (26 de Mayo de 2002). *Tipos de Investigación*. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de Investigación: <http://tgrajales.net/investigtipos.pdf>
- Gurrutxaga, M., & Lozano, P. (Julio de 2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*, LXIX(265), 519-543.
- Herrera, R., & Rincón, D. (10 de Marzo de 2014). Nuevo registro del Hormiguero Pico de Hacha (*Clytactantes alixii*) para el departamento de Santander, Colombia. *Cotinga*(36), 54-55.
- IDEAM . (2015).
- IDEAM. (2014).
- Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Recuperado el 06 de Abril de 2016, de Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana: [http://siatac.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762](http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762)
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2003). *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los Andes colombianos*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/255-informe-anual-2003-proyecto-conservacion-y-uso-sostenible-de-la-biodiversidad-de-los-andes-colombianos>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. (F.

- H. Lozano-Zambrano, Ed.) Recuperado el 02 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:  
<http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/344-herramientas-de-manejo-para-la-conservacion-de-biodiversidad-en-paisajes-rurales>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (30 de Mayo de 2006). *Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos*. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Alcaldía de Filandia - Quindío:  
[http://www.filandia-quindio.gov.co/apc-aa-files/34373838333435393431666366353030/Patrones\\_de\\_paisaje\\_en\\_paisajes\\_ganaderos.pdf](http://www.filandia-quindio.gov.co/apc-aa-files/34373838333435393431666366353030/Patrones_de_paisaje_en_paisajes_ganaderos.pdf)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2006). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras : Del Departamento de Norte de Santander*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: [http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37552&shelfbrowse\\_itemnumber=39050](http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37552&shelfbrowse_itemnumber=39050)
- Ivars, A., & Vega, C. (2008). Ejemplo teórico de aplicación de las herramientas de la ecología del paisaje en la ordenación por rodales en la Cerdaña. *Sociedad Española de Ciencias Forestales*(27), 87-94.
- Izurieta, A. (1997). *Evaluación de la eficacia del manejo de áreas protegidas: validación de una metodología aplicada a un subsistema de áreas protegidas y sus zonas de influencia, en el área de conservación Osa, Costa Rica*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria:  
<http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A0496E/A0496E.PDF>
- Kathy , M., John , M., Graham, C., & Jim, T. (Octubre de 1982). *Manejo de áreas protegidas en los trópicos*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza :  
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1986-MacK-001-Es.pdf>
- Kattan, G., & Valderrama, C. (Agosto de 2006). *Plan de Conservación de la Pava Caucana (Penelope perspicax)*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:  
<http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/293-plan-de-conservacion-de-la-pava-caucana-penelope-perspicax>
- Laverde, O., & F. Gary, S. (2007). Aportes sobre el Hormiguero Pico de Hacha (Thamnophilidae: Clytoctantes Alixii) y su relación cn un bambú en un Bosque Secundario de Colombia. *Ornitología Colombiana*(5), 83 - 90.
- Lozano, A., Rivera, P., & Sierra, P. (2012). Criterios de Zonificación Ambiental usando técnicas de participación y de Información: Estudio de caso Zona Costera del Departamento del Atlántico. *Scielo, I*(41), 61-83.
- MADS . (2013 ).
- MARÍN, E. (2014). ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA–PUEAA EN EMPRESAS PRESTADORAS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN COLOMBIA.
- Martínez, R. (Abril de 2002). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la Reserva Biológica de Yuscarán, El Paraiso, Honduras*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Zamorano: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1585/1/T1414.pdf>
- Mass, J., & Correa , J. (2000). Análisis de fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas*(43), 42-59.

- Mastropietro, D. (Agosto de 1996). *Detección de bordes de una imagen a través de la técnica de filtros B-Spline*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de International Atomic Energy Agency:  
[http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/29/050/29050366.pdf](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/050/29050366.pdf)
- McGarigal, K., Marks, B., Cushman, S., & Ene, E. (2000). *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de UMass Landscape Ecology Lab: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Recuperado el 27 de Marzo de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:  
<http://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informe-biodiversidad-2014.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:  
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/decretos#>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Indicadores de fragmentación de hábitats causado por infraestructuras lineales de transporte*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente:  
[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/sec\\_copia\\_de\\_libro\\_parques\\_nacionales\\_tcm7-165477.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/sec_copia_de_libro_parques_nacionales_tcm7-165477.pdf)
- MONTAÑO, J. G. (2002). *GUÍA DEL USO Y AHOORO EFICIENTE DEL AGUA* .
- Morera, C., Pinto, J., & Romero, M. (2007). *Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual*. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Research Gate:  
[https://www.researchgate.net/profile/Carlos\\_Morera\\_beita/publication/256495889\\_PAISAJE\\_PROCESOS\\_DE\\_FRAGMENTACION\\_Y\\_REDES\\_ECOLOGICAS\\_APROXIMACION\\_CONCEPTUAL/links/0deec5231d7ebb5356000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Morera_beita/publication/256495889_PAISAJE_PROCESOS_DE_FRAGMENTACION_Y_REDES_ECOLOGICAS_APROXIMACION_CONCEPTUAL/links/0deec5231d7ebb5356000000.pdf)
- Mullo, F. (Mayo de 2001). *Aportes de la ecología del paisaje al manejo integrado de los recursos hídricos en la microcuenca de la quebrada Ambuqui*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:  
<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwix3rXNs4nMAhUEkIMKHcboApkQFggaMAA&url=http%3A%2F%2F repositorio.puce.edu.ec%2Fbitstream%2F22000%2F3702%2F1%2FT-PUCE-3331.pdf&usq=AFQjCNG0BzTAGUWi1D74SSW6bQsRAiisgw>
- NACIONES UNIDAS . (2014).
- Naveh, Z., & Lieberman, A. (1994). *Landscape Ecology: Theory and Application*. Obtenido de Landscape Ecology.
- ONU. (2010).
- ONU. (2012).

- Ortega Gómez, S. (2009). *Propuesta de red de conectividad ecológica entre remanentes de bosque y cacaotales en dos paisajes centroamericano*. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3064E/A3064E.PDF>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (28 de Marzo de 2014). *Instructivo metodológico para evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia: [http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/GAINF\\_IN\\_09EvaluacionatributosecologicoseintegridadecologicaV1.pdf](http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/GAINF_IN_09EvaluacionatributosecologicoseintegridadecologicaV1.pdf)
- Paruelo, J., Guershman, J., Piñeiro, G., Jobbagy, E., Verón, S., Baldi, G., y otros. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay : marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, X(2), 47-61.
- pereira. (2014).
- pereira. (s.f.). Guía sobre uso.
- Pinto, J., & Ruiz de Centurión, T. (Septiembre de 2010). Patrones de deforestación y fragmentación 1976-2006 en el municipio de San Julian (Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 45(2), 101-115.
- PNUD. (2014).
- Posada, E., Ramirez, H., & Espejo, N. (2012). *Manual de prácticas de percepción remota con el programa ERDAS IMAGINE*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de United Nations Office for Outer Space Affairs: [http://www.un-spider.org/sites/default/files/ManualERDAS\\_web.pdf](http://www.un-spider.org/sites/default/files/ManualERDAS_web.pdf)
- Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2011). *ArcGis Basico 10*. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de ArcGeek: <http://arcgeek.com/descargas/MA10B.pdf>
- Ramos, Z. (2004). *Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://www.sidalc.net/repdoc/A0303e/A0303e.pdf>
- RAS . (2010).
- RAS. (2010).
- Registro de Información Catastral. (Diciembre de 2010). *Guía Metodológica para el Levantamiento Catastral en Áreas Protegidas*. Recuperado el 25 de Marzo de 2016, de Registro de Información Catastral: <http://www.ric.gob.gt/normativa/guia-metodologica-para-el-levantamiento-catastral-en-areas-protegidas>
- Renjifo, L., Franco, A., Amaya, J., Kattan, G., & López, B. (2002). *Libro rojo de aes de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: [http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0463/MMA-0463\\_CAPITULO1.pdf](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0463/MMA-0463_CAPITULO1.pdf)
- Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., & Smith, E. (29 de Septiembre de 2000). Global-Scale Patterns of Forest Fragmentation. *Ecology and Society*, 4(2), 1-15.
- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007*. Recuperado el 31 de Marzo de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/336-informe-sobre-el-estado-de-la-biodiversidad-en-colombia-2006-2007>

- Rudas, G., Armenteras, D., Polanco, R., Gómez, J., & Maldonado, J. (2006). *Deforestación y fragmentación de ecosistemas naturales en el Escudo Guayanés colombiano*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Centro de Estudios en Planificación, Políticas Públicas e Investigación Ambiental:  
<http://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Guayana/Publicacion%20Guayana.pdf>
- Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L., y otros. (2007). *Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia*. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de Metodología de la Investigación:  
[https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion\\_carlos-sabino.pdf](https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf)
- Salvi, G. (2011).
- Sánchez, R. (2006). *Establecimiento y manejo de áreas protegidas: notas básicas para la enseñanza*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional: Instituto Tecnológico de Santo Domingo:  
<https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/223?show=full>
- Sarmiento, A., Galán, F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., & Ariza, F. (18 de Julio de 2002). *Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con Índices de Presión y Respuesta Antrópica*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf>
- Sarmiento, A., Galán, F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., & Ariza, F. (18 de Julio de 2002). *Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con índices de Presión y Respuesta Antrópica*. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf>
- Sarmiento, A., Rudas, G., Marcelo, D., & Delgado, C. (Julio de 10 de 2006). *Ecosistemas de los Andes Colombianos: Conservación y degradación del bosque natural subandino*. Recuperado el 29 de Marzo de 2016, de INFOANDINA:  
[http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/ecosistemas\\_de\\_los\\_andes\\_colombianos.pdf](http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/ecosistemas_de_los_andes_colombianos.pdf)
- Saunders, D., Hobbs, R., & Margules, C. (Marzo de 1991). Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), 18-32.
- SCI. (2015).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales:  
[http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Informe\\_2012.pdf](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf)
- Soluciones Integrales en Geomática. (s.f.). *Alos*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de GeoSoluciones: <http://www.geosoluciones.cl/alos/>

- Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales. (26 de Julio de 2012). *Por medio del cual se archiva una solicitud de registro de Reserva Natural de la Sociedad Civil*. Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia:  
[http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Auto\\_0018\\_260712\\_sgm.pdf](http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Auto_0018_260712_sgm.pdf)
- Tellería, J., & Santos, T. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12.
- UNDESA. (2013 ).
- UNION EUROPEA . (2011). Guía sobre uso y ahorro eficiente del agua .
- Universidad de la Sabana. (s.f). *Comunicación Social y Periodismo Investigación aplicada*. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de Universidad de la Sabana:  
<http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada/>
- University of Strathclyde and the Centre for Human Ecology. (2012).
- Valdés, A. (Mayo de 2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*, 20(2), 11-20.
- Vélez, L., & Gómez, A. (Febrero de 2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala del paisaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXIV(729), 31-44.
- villate. (2013).

## **Apéndice**

## Apéndice A. Análisis de aguas



Corporación Colombia De Investigación Agropecuaria  
 Centro de investigación Tibaitata  
 Laboratorio de Aguas  
 Corpoica@gov .com. co  
 Tel: 72745678- 6545987. Ext. 134

LABORATORIO DE AGUAS.		
FECHA : 14-10-2017		NUMERO DE ANALISIS: 87765-3
PARAMETRO	unidades de medida	Resultados de los análisis en t90
DBO 5 días		
Promedio mensual	mg/L	3,2
Máximo diario	mg/L	
Coliformes totales		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	650
Oxígeno disuelto	mg/L	>4
PH promedio		5,2
Turbiedad	(UNT)	70
Color verdadero	(UPC)	40
Gusto y olor		Inofensivo
Cloruros	(mg/L - Cl)	170
Fluoruros	(mg/L - F)	1

Laboratorista  
 Dr. Andrés Espíndola Sarmiento  
 Ingeniero Químico.  
 M.P. 00987674898 COPNIA N.S.



Apéndice B. Registro fotográfico





