



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 26 de abril de 2019.

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

Michael Javier Rivera Molina, con C.C. No. 1083904273,

Luis Jamer Rojas Vargas, con C.C. No. 1083891811,

autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado ESTUDIO TÉCNICO AMBIENTAL DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADOR EN EL MUNICIPIO DE PITALITO-HUILA, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Michael Javier Rivera Molina, EL AUTOR/ESTUDIANTE: Luis Jamer Rojas Vargas

Firma: _____

Firma: _____

Vigilada Mineducación



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ESTUDIO TÉCNICO AMBIENTAL DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADOR EN EL MUNICIPIO DE PITALITO-HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rivera Molina	Michael Javier
Rojas Vargas	Luis Jamer

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Bedoya Cardoso	Marlio

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Programa de ingeniería agrícola

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 112

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Estudio de impacto ambiental	environmental impact study		
2. Diagnostico operacional	Operational diagnosis		
3. obras hidráulicas	Hydraulic Works		
4. presión	pressure		
5. impacto	impact		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El estudio de impacto ambiental (EIA) es un instrumento o herramienta de carácter preventivo, que involucra fases y etapas desde que se solicita la licencia ambiental de un proyecto hasta la ejecución del plan del manejo ambiental respectivo, esto encaminado a identificar las consecuencias ambientales de la ejecución y funcionamiento de una actividad humana, con el objetivo de establecer las medidas de control que haga posible la evolución de la actividad sin afectar, o afectando lo menos posible al medio ambiente, a su vez se hace necesario realizar un diagnóstico operacional de las estructuras hidráulicas de la obra ejecutada con el fin de tener un conocimiento tácito tanto de las consecuencias ambientales como de la operación de dicha obras, por ello, este trabajo se realizó con el fin de determinar los impactos tanto positivos como negativos generados por la construcción y puesta en marcha del distrito de mediana escala contador del municipio de Pitalito – Huila, mediante visitas a campo y la aplicación de encuestas a los diferentes usuarios de esta obra, así como también se ejecutó el diagnostico técnico del distrito realizando las mediciones de presión en diferentes nodos del sistema.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The environmental Impact Study (EIA) is a preventive instrument or tool that involves phases and stages from the request of the environmental license of a project to the implementation of the plan of the respective environmental management, this aimed at To identify the environmental consequences of the execution and functioning of a human activity, with the aim of establishing the control measures that make possible the evolution of the activity without affecting, or affecting as little as possible the environment, in turn it It is necessary to carry out an operational diagnosis of the hydraulic structures of the work carried out in order to have a tacit knowledge of both the environmental consequences and the operation of such works, therefore, this work was carried out in order to To determine the positive and negative impacts generated by the construction and start-up of the medium-scale district accountant in the municipality of Pitalito - Huila,

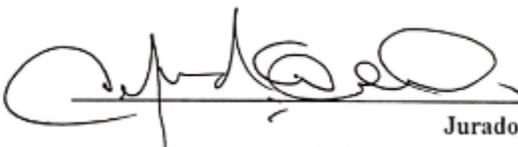


through field visits and the application of surveys to the different users of this Work, as well as the technical diagnosis of the district was carried out carrying out the pressure measurements in different nodes of the system.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Alfredo Olaya Amaya

Firma:



Jurado

Nombre Jurado: Jennifer Katiusca Castro

Firma:

Jennifer Katiusca Castro Camacho

**ESTUDIO TÉCNICO AMBIENTAL DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA
CONTADOR EN EL MUNICIPIO DE PITALITO-HUILA**

**MICHAEL JAVIER RIVERA MOLINA
LUIS JAMER ROJAS VARGA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA
PITALITO
2018**

**ESTUDIO TÉCNICO AMBIENTAL DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA
CONTADOR EN EL MUNICIPIO DE PITALITO-HUILA**

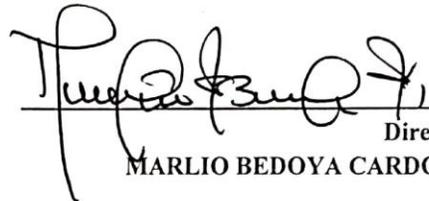
**MICHAEL JAVIER RIVERA MOLINA
LUIS JAMER ROJAS VARGA**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
INGENIERO AGRÍCOLA**

**Director
Dr. MARLIO BEDOYA CARDOSO**

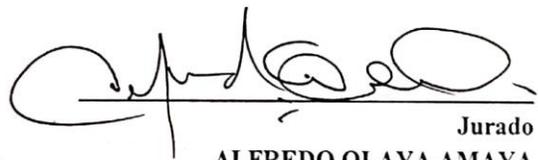
**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA
PITALITO
2018**

Nota de aceptación


Director
MARLIO BEDOYA CARDOSO

Jennifer Katiusca Castro Comacho

Jurado
JENNIFER KATIUSCA CASTRO
Magister Ingeniería y gestión
Ambiental


Jurado
ALFREDO OLAYA AMAYA
Doctorado Ingeniería área recursos hidráulicos

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Surcolombiana por brindarnos las mejores herramientas de estudio, apoyo y formación profesional en el transcurso de la carrera.

Al Doctor Marlio Bedoya Cardoso, jefe de programa de Ingeniería Agrícola, por brindarnos sus conocimientos y profesionalismo; al Magister Edison Mujica Rodríguez, concejero del programa de Ingeniería Agrícola, sede Pitalito, por toda su dedicación, colaboración y direccionamiento, los cuales fueron fundamentales para lograr la culminación de este proyecto de grado.

A los diferentes miembros de la junta directiva y asamblea general de la Asociación de Usuarios del Distrito de riego de Mediana Escala Contador, por permitir y darnos acceso a toda su información, infraestructura y redes; en especial al señor Melquisedec Achury por su colaboración y autorización en este proceso, a los señores Gentil y doña Luz Hernández por su apoyo y a todos los usuarios por dedicar parte de su tiempo en nuestras investigaciones.

A nuestros compañeros de la Universidad, porque más allá de la recocha y de los buenos momentos su colaboración, apoyo y esfuerzo fueron fundamentales en este proceso.

DEDICATORIA

MICHAEL RIVERA

Ante todo a Dios por permitirme comenzar y llevar hasta su culminación esta primera meta profesional; a mis padres Jesús Rivera y Lucy Molina por su paciencia, amor, comprensión y apoyo durante todos estos años, son la principal motivación para salir adelante; a mis abuelos Elena y Eugenio que desde el cielo sé que me está cuidando y orientando en la vida; a mis hermanas Cristina, Johana y Claudia porque siempre están a mi lado para dar una palabra de aliento durante este proceso; a mis sobrinos Vanesa, Johan, Sofía y David porque siempre con una sonrisa o una travesura alegran mi vida; a todos mis compañeros porque juntos logramos terminar esta carrera. Gracias a todos.

LUIS JAMER ROJAS VARGAS (JAMES)

*Este trabajo y título profesional lo dedico especialmente a Dios por permitir que iniciara mis estudios en la Universidad Surcolombiana sede Pitalito y culminarlos en la misma; a mis padres Norberto Rojas Y Nuvia Vargas por brindarme amor, apoyarme y ayudarme en este caminar y no desfallecer, a mi esposa Dina Ortiz por estar siempre conmigo apoyándome y brindándome mucho amor, a mi hija Sara rojas (morita) que ha sido mi motor en todo este bonito proceso que viví en mi universidad, a mis hermanas Damaris, Natalia y Sofía; a mi tío Eduardo Rojas, a mis abuelos Florencio, Lucila que siempre han estado conmigo y a mi abuela Ana Tulia que desde el cielo se ha convertido en el ángel de mi guarda; agradecerle a toda mi familia que de alguna u otra manera me ayudaron a salir adelante en este sueño de ser profesional, agradecerle a mi compañero de tesis y compañero de estudio Michael Rivera por ser un gran amigo y una excelente persona, agradecerles a todos los docentes que ayudaron a mi formación como profesional, al Ing. Agrícola y docente Fabián Ortiz (chulumbum) que siempre estuvo hay colaborándome y compartiendo sus conocimientos sin condición, al profesor Edinson Mujica, al nuestro director Marlio que nos guio en la realización de nuestra tesis; agradecerles a todos mis compañeros de estudio que compartimos y vivimos gratas experiencias en el proceso en común de aprendizaje que Dios nos ayuda a culminar en esta hermosa carrera y profesión. **Gracias Dios y a todos.***

Contenido

1) REVISIÓN DE LITERATURA	15
1.1) Conceptos básicos sobre evaluación de impacto ambiental.....	15
1.1.1) Impacto ambiental:.....	15
1.1.2) Proyecto, obra o actividad:	15
1.1.3) Área de influencia:	15
1.1.4) Evaluación de impacto ambiental (EIA):.....	16
1.1.5) Matriz DOFA:	16
1.1.6) Distrito de adecuación de tierras:	17
1.1.7) Usuarios del distrito:	17
1.1.8) Bocatoma de fondo:.....	17
1.1.9) Desarenador:	17
1.1.10) Válvulas	17
1.1.11) Red de distribución:	18
1.1.12) Riego por goteo:.....	18
1.1.13) Riego por aspersión:	18
1.1.14) Presión:.....	18
1.1.15) Manómetro:.....	18
1.1.16) Epanet:	19
1.1.17) Contaminación:.....	19
1.2) Legislación colombiana con énfasis en la gestión de recursos hídricos y licencias ambientales	19
1.2.1) Proyecto de ley del 20 de Julio de 2018: “POR LA CUAL SE REGULA EL SERVICIO PÚBLICO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS ADT Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES”	19
1.2.2) Decreto 1076 de 26 de Mayo de 2015.	20
1.2.3) Trámite para la obtención la licencia ambiental:	20
1.2.3.1) <i>Autoridades ambientales competentes</i>	22
1.2.4) Disposiciones legales sobre recursos hídricos y otras normas relacionadas con la gestión de sistemas de riego y drenaje	24
2) DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	26
2.1) Justificación	26
2.2) Objetivos	26
2.2.1) Objetivo General.....	26

2.2.2) Objetivos Específicos	26
2.3) Localización geográfica del distrito de riego	27
2.4) Fuente de agua.....	27
2.4.1) Características morfológicas de la cuenca.....	27
2.5) Área de riego, predios y usuarios	28
3) METODOLOGÍA	30
3.1) Estudio de impacto ambiental.	30
3.1.1) METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	30
3.1.2) METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	30
3.2) Diagnóstico operacional	32
3.3) Diseño de bocatoma	32
3.3.1) Vertedero rectangular con doble contracción	33
3.3.2) Corrección de la longitud de vertimiento:	33
3.3.3) Velocidad del agua al pasar por la rejilla:.....	33
3.3.4) Diseño de la Rejilla y del Canal de Aducción:	33
3.3.5) Diseño de la Cámara de recolección:	35
3.3.6) Desagüe del caudal de excesos T:	35
3.4) Aforo con trazadores fluorescentes o colorantes.....	35
3.4.1) Requerimientos de los trazadores.....	36
3.5) Verificación de las obras hidráulicas.....	36
3.6) Medición de presiones y georreferenciación.....	36
3.7) Simulación de la red hidráulica en Epanet 2.0.	37
3.7.1) Simulación de la red y evaluación de los escenarios.....	37
4) ÁREA DE INFLUENCIA.....	38
4.1) DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	38
4.2) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	38
4.2.1) Geología	38
4.2.2) Humedad relativa	38
4.2.3) Brillo solar.....	38
5) IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS, RECURSOS Y OPORTUNIDADES, Y RESTRICCIONES O AMENAZAS AMBIENTALES.....	39
5.1) Identificación de impactos, oportunidades y amenazas ambientales	39

6) Impactos preseleccionados según los métodos de diagramas de redes y de encuesta.	43
7) COMPARACIÓN DE IMPACTOS Y ESCENARIOS AMBIENTALES	51
7.1) Ponderación de los impactos ambientales	51
7.2) Comparación de impactos en distintos escenarios ambientales	54
7.3) Identificación de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas según el método de la matriz DOFA.	60
7.4) Descripción de impactos, oportunidades y amenazas ambientales	61
7.4.1) Impactos positivos	61
7.4.2) Impactos negativos	63
7.4.3) Oportunidades	65
7.4.4) Amenazas	66
8) PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	67
8.1) Objetivos del plan de manejo	67
8.2) Descripción de programas y proyectos ambientales	68
8.2.1) Programa de Administración del Minidistrito	68
Programa de educación y transferencia de tecnología	70
8.2.2) Programa de desarrollo comunitario	71
8.2.3) Programa para el uso eficiente y ahorro de agua	72
9) MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADOR.	73
10) ESQUEMA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	87
11) DIAGNOSTICO OPERACIONAL	92
11.1) Componentes básicos del distrito:	92
11.1.1) DISEÑO DE BOCATOMA	92
11.1.2) Aducción:	94
11.1.3) Desarenador.	94
11.1.4) Conducción y redes de distribución.	95
11.1.5) Conducción principal.	95
11.1.6) Válvulas	95
11.2) Aforo con trazadores fluorescentes o colorantes	95
12) Simulación de la red hidráulica en Epanet 2.0.	96
12.1) Características del distrito de riego.	97
12.2) Esquematación de la red en Epanet.	98

12.3) Modelación del escenario base.	99
12.4) Calibración del modelo hidráulico.....	99
12.5) Perfil longitudinal de presiones en la red de distribución.....	102
13) Conclusiones.....	104
14) BIBLIOGRAFÍA	105
15) Anexos.....	108

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. IMPACTOS IDENTIFICADOS Y PRESELECCIONADOS SEGÚN EL MÉTODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD.	40
CUADRO 2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN MÉTODO DIAGRAMAS DE REDES.	42
CUADRO 3. IMPACTOS PRESELECCIONADOS SEGÚN MÉTODOS DE DIAGRAMA DE REDES Y ENCUESTA.	43
CUADRO 4. IMPACTOS POSITIVOS SELECCIONADOS SEGÚN VARIOS MÉTODOS	46
CUADRO 5. IMPACTOS NEGATIVOS SELECCIONADOS SEGÚN VARIOS MÉTODOS	48
CUADRO 6. PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR EL MÉTODO DE BATELLE COLUMBUS	53
CUADRO 7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS SEGÚN EL MÉTODO DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL DE ARBOLEDA	58
CUADRO 8. UNIDADES DE IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN EL MÉTODO DE BATELLE COLUMBUS A1: CON PROYECTO. A2: SIN PROYECTO. A3: CON PROYECTO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.	59
CUADRO 9. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS IDENTIFICADAS EN EL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADOR.	60
CUADRO 10. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	69
CUADRO 11. MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS (IPI – INI), OPORTUNIDADES (OI) Y AMENAZAS (AI) DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADOR.	74
CUADRO 12. MEDIDAS DE OPTIMIZACIÓN, MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN PARA LOS DIFERENTES IMPACTOS AMBIENTALES.	81
CUADRO 13. MEDIDAS DE OPTIMIZACIÓN, MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES (OI), Y MEDIDAS DE CORRECCIÓN DE LAS AMENAZAS (AI)	84
CUADRO 14. SÍNTESIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE MEDIDAS POR IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES	86
CUADRO 15. ESQUEMA BÁSICO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.	88
CUADRO 16. CRONOGRAMA DE PROYECTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.	90
CUADRO 17. PRESUPUESTO DE LOS PROYECTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.	91

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS RELEVANTES DE LA CUENCA DEL RIO GUACHICOS	27
TABLA 2. CULTIVOS DEL PROYECTO.	62
TABLA 3. PARÁMETROS DE DISEÑO.	92
TABLA 4. DATOS AFORO.	96
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS TUBERÍA.	97
TABLA 6. DATOS CALIBRACIÓN.	100
TABLA 7. DATOS COMPARATIVOS DE PRESIONES.	101

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADORFUENTE: GOBERNACIÓN DEL HUILA, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MINERÍA	29
FIGURA 2. CONVENCIONES DEL CRONOGRAMA.	90
FIGURA 3. ESQUEMA BÁSICO REJILLA (SIN ESCALA).	94
FIGURA 4. PLANTA GENERAL DESARENADOR.	94
FIGURA 5. ESQUEMATIZACIÓN DE LA RED DEL DISTRITO DE MEDIANA IRRIGACIÓN CONTADOR.	98
FIGURA 6. PATRÓN DE CONSUMO.	99
FIGURA 7. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN.	100
FIGURA 8. PERFIL LONGITUDINAL DE PRESIÓN.	102
FIGURA 9. PRESIONES HORA 2:00 (PATRÓN 0,3).	102
FIGURA 10. PRESIONES HORA 7:00 (PATRON 0,75).	103
FIGURA 11. PRESIONES HORA 12:00 (PATRÓN 1).	103

INTRODUCCIÓN

Según Arboleda G. (2008), muchas de las actividades que se realizan cotidianamente, están relacionadas con la producción de bienes y servicios, afines al lugar donde se producen, Por ejemplo, se consumen recursos naturales, remueven vegetación, utilizan suelos productivos, modifican el paisaje, desplazan personas, producen residuos o emisiones, etc.; provocando cambio en las condiciones ambientales que pueden ser muy variables en cuanto a su significancia, magnitud, duración, extensión, etc.

Todo proyecto de desarrollo, incluyendo los de adecuación de tierras están diseñados para generar beneficios económicos, y sociales a una comunidad, sin embargo, estos proyectos son susceptibles de generar impactos positivos, impactos negativos que afectan directamente a los recursos naturales e igualmente a la población humana (Ramirez & Palacios,2004).

Hay que tener en cuenta que todo proyecto, obra o actividad de alguna u otra manera altera de forma significativa el ambiente, pero esto no significa que el proyecto no sea favorable ambientalmente, ya que no se mide debido a la generación de impactos positivos y negativos si no a la capacidad del ambiente de recuperarse, implementando medidas que mitiguen los impactos negativos y medidas que maximicen los impactos positivos ejecutadas por los promotores del proyecto realizando un manejo adecuado de los impactos; de tal manera que se garantice un equilibrio proyecto-ambiente mejorando las condiciones del ambiente afectado.

Los distritos de riego son proyectos que tienen como objetivo elevar la productividad del sector agropecuario, a través de la captación, distribución y entrega de agua a los beneficiarios, por ejemplo el distrito de mediana escala Contador, llevo a la comunidad a organizarse como asociación de usuarios gestionando de manera organizada los recursos necesarios para la construcción y puesta en marcha del proyecto, beneficiando a nueve veredas del municipio de Pitalito-Huila y de igual manera aproximadamente a 300 familias.

La fuente de abastecimiento del distrito de mediana escala Contador es el Río Guachicos, importante fuente hídrica de la región; que contribuye de manera significativa a mejorar y aumentar la productividad agropecuaria de la zona mejorando de forma positiva la calidad de vida de la población beneficiada con este proyecto.

Teniendo en cuenta que los recursos naturales se vieron afectados directamente por la puesta en marcha del proyecto la realización de la evaluación de impacto ambiental (EIA) del distrito de mediana escala Contador se realiza con el fin de identificar las oportunidades y amenazas del proyecto, de igual manera los impactos positivos y negativos generados por el mismo, determinando si han favorecido o desfavorecido los recursos naturales de la zona y de igual manera a la comunidad.

Por otro lado, la posibilidad de generar impactos negativos al medio ambiente limita la ejecución de proyectos, por parte de las autoridades competentes que emiten las licencias ambientales para el desarrollo de proyectos. Por esto se hace necesario que todo gran proyecto cuente con su respectivo plan de manejo ambiental (PMA) que contemple de manera detallada las acciones necesarias para prevenir, mitigar, compensar o corregir los efectos o impactos ambientales negativos causados.

De igual manera se hace de vital importancia que se haga un correcto uso y gestión del recurso hídrico para así poder elevar la producción y productividad de los diferentes cultivos empleados en la región. Convirtiéndose dicho recurso en un factor esencial para aprovechar el potencial de la tierra y así permitir que las plantas utilicen plenamente los factores de producción que eleven los rendimientos.

Elevar la productividad y garantizar el uso sostenible del recurso agua requiere del uso de tecnologías, la creación de prototipos, la puesta en marcha y la verificación de los sistemas de riego y almacenamiento que en conjunto con una buena operación puede conllevar a diferentes beneficios para las comunidades que favorezcan a un mejoramiento de la calidad de vida en cuestión de generación de empleo, disminución de efectos de las heladas sobre los cultivos, reducción de la inestabilidad en los precios, entre otros (Narváez, 2016).

Noriega Saltarín & Ahumada Arenas (2006) afirman que Las redes hidráulicas de tubería son sistemas muy comunes e importantes para la implementación de distritos de riegos, tan importante como su adecuada selección e instalación. El análisis de redes simples de distribución puede ser realizado por métodos manuales, sin embargo, cuando son redes con cierto grado de complejidad, esto no es posible, por tanto, se hace necesaria la implementación de métodos computacionales iterativos a fin de que sea posible obtener resultados confiables acerca del funcionamiento de dichas redes.

1) REVISIÓN DE LITERATURA

1.1) Conceptos básicos sobre evaluación de impacto ambiental

1.1.1) Impacto ambiental:

Según el decreto 1076 de 2015, impacto ambiental es cualquier cambio medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que pueda generar un cambio adverso o beneficioso que pueda ser atribuido a un proyecto, obra o actividad.

Para Arboleda G. (2008) impacto ambiental es cierta modificación que se ocasiona sobre una condición o característica del ambiente por efecto de un proyecto, obra o actividad y que esto pueda repercutir a un cambio benéfico o perjudicial, puede presentarse en diferentes etapas del ciclo del proyecto y tener diferentes niveles de importancia.

Según Rincón & Trujillo (2009) impacto ambiental es la alteración y modificación o cambio en el ambiente o en alguno de sus componentes, con cierta magnitud originado por los efectos de las acciones humanas en la ejecución de un proyecto de ingeniería.

1.1.2) Proyecto, obra o actividad:

Según el decreto 1076 de 2015 “Un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionados y asociados con su desarrollo”. (p.2).

1.1.3) Área de influencia:

Según Arboleda G. (2008) el área de influencia es un espacio geográfico que se va a ver afectado por el proyecto y es uno de los productos del EIA y es diferente de la componente ambiental y que se esté evaluando, esto hace referencia, a la afectación sobre los suelos que se da en espacios muy diferentes a la afectación sobre lo social.

Ampliando el concepto de área de influencia Arboleda G. (2008) hace referencia al área hasta donde se extiende las consecuencias de los impactos y los califica de tres maneras diferentes: puntual, describe a impactos muy localizados que no se extiende más allá de donde se producen y que no exceden los límites del área afectada, estos impactos se dan en las áreas de construcción y operación de la planta; local, es cuando el impacto se expande fuera de los límites de donde se origina la acción y que puede afectar a una localidad, vereda, el casco urbano y municipio; regional es cuando se afecta otras poblaciones aledañas a los

alrededores del proyecto, e inclusive puede verse afectado la estructuras económicas regionales y departamentales.

1.1.4) Evaluación de impacto ambiental (EIA):

Es un mecanismo de gestión para la aplicación de políticas ambientales que incorporan la variable ambiental para el proceso de toma de decisiones de un proyecto específico, para planes nacionales de desarrollo pasando por planes regionales, sectoriales y programas de actividades (Weitzenfeld,1996).

Es proceso de planificación y prevención que introduce la variable ambiental en el diseño de una actuación, para poner en servicio a lo que finalmente debe adoptar para tomar cierta decisión, ofreciendo información sobre las posibles consecuencias ambientales y sociales que puedan generarse (Peinado L.,1997).

Estevan (1977) define impacto ambiental como un estudio encaminado de identificar, interpretar, así como prevenir las consecuencias o los efectos, que acciones o proyectos determinados pueden causar a la salud y al bienestar humano e inclusive a los ecosistemas donde el hombre vive y de los cuales depende.

Arboleda G. (2008) define que evaluación de impacto ambiental es un instrumento o herramienta de carácter preventivo, encaminado a identificar las consecuencias ambientales de la ejecución y funcionamiento de una actividad humana, con el objetivo de establecer las medidas preventivas de control que haga posible la evolución de la actividad sin afectar, o afectando lo menos posible al medio ambiente.

Evaluación de impacto ambiental es un proceso que involucra fases y etapas desde que se solicita la licencia ambiental de un proyecto hasta la respectiva ejecución del plan del manejo ambiental respectivo, pasando previamente por la elaboración y presentación del EIA (Olaya, 1999).

1.1.5) Matriz DOFA:

La matriz DOFA o FODA; surge de la matriz que evalúa factores internos [Matriz de Evaluación del Factor Interno (MEFI)] para la identificación de las fortalezas y debilidades, y de las matrices que evalúan los factores externos [Matriz de Evaluación del Factor Externo (MEFE)] y de la evaluación de la situación actual de la organización con respecto a otras [Matriz del Perfil Competitivo (MPC)] a fin de detectar oportunidades y amenazas para la organización (Hernández, Aguilar, & Chávez, 2007).

De la matriz DOFA surgen combinaciones que permiten utilizar fortalezas para aprovechar oportunidades (FO), utilizar fortalezas para evitar amenazas (FA), superar debilidades al aprovechar oportunidades (DO) o reducir debilidades y evitar amenazas (DA), lo cual, mediante la generación de futuros posibles

(escenarios) orienta al desarrollo de estrategias para abrir paso y mejorar el desempeño de la organización (Hernández, Aguilar, & Chávez, 2007).

1.1.6) Distrito de adecuación de tierras:

Según la Ley 41 de enero 25 de 1993 en el artículo 4 distrito de adecuación de tierras es la delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones; para los fines de gestión y manejo, se organizará en unidades de explotación agropecuaria bajo el nombre de Distritos de adecuación de tierras.

1.1.7) Usuarios del distrito:

Según la Ley nº 41 de enero 25 de 1993 en el artículo 5 es usuario de un distrito de adecuación de tierras toda persona natural o jurídica que explote en calidad de dueño, tenedor o poseedor, acreditado con justo título, un predio en el área de dicho distrito. En tal virtud, debe someterse a las normas legales o reglamentarias que regulen la utilización de los servicios, el manejo y conservación de las obras y la protección y defensa de los recursos naturales.

1.1.8) Bocatoma de fondo:

Según Karen (2009) las bocatomas de fondo son obras hidráulicas cuya función principal es captar un determinado caudal de agua, que es suministrado constantemente ya sea para un acueducto, distrito de riego etc. Además de esto sirve para impedir el ingreso de materiales sólidos y flotantes protegiendo el sistema hidráulico. Su ubicación depende principalmente de la topografía y geología del río o quebrada donde se pretenda establecer dígase en tramos rectos y pendientes muy bajas.

1.1.9) Desarenador:

“Es un tanque sedimentador cuyas dimensiones van relacionadas principalmente con el caudal de diseño, de la distribución granulométrica de los sedimentos en suspensión que transporta la corriente natural y la eficiencia de remoción. En el fondo tiene un espacio disponible para captar sedimentos en suspensión que son retenidos; estos sedimentos son removidos periódicamente debido a un lavado hidráulico o extracción manual” (Arango, 2002).

1.1.10) Válvulas

Según (González et al.,2005) las válvulas son empleadas básicamente para el cierre y la estrangulación, el tipo de válvula depende de la función que se requiera ya sea para el cierre, estrangulación o para impedir el flujo inverso. Una vez determinada la función y características del fluido se determina el tipo de válvula a utilizar; las válvulas más utilizadas para los servicios de cierre son:

- Válvula de compuerta.

- Válvula de macho.
- Válvula de bola.
- Válvula de mariposa.

1.1.11) Red de distribución:

“Una red de distribución está constituida por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conduce agua desde un tanque de almacenamiento o de distribución hasta las acometidas domiciliarias; su finalidad es proporcionar un flujo constante, cantidad suficiente y presión adecuada para el óptimo funcionamiento y satisfaciendo las necesidades en sectores como el agropecuario o industrial” (Agua, 2007).

1.1.12) Riego por goteo:

El riego por goteo es mantener un alto potencial mátrico del agua en un espacio reducido del suelo, lo que se obtiene mediante la aplicación constante de agua proporcionando el agua consumida por la planta el día anterior, la regularidad de un potencial hídrico del suelo elevado es una de las ventajas del riego por goteo, lo que se refleja a una mayor producción, este sistema de riego es perfecto para suelos de texturas gruesas, de baja retención de humedad y buenas condiciones de aireación. Sellés, Ferreyra, Contreras, Ahumada, Valenzuela, & Bravo (2003).

1.1.13) Riego por aspersión:

El sistema de riego por aspersión es una práctica de riego donde el agua es suministrada a los cultivos en forma de lluvia sobre la superficie a regar, esparciéndose por el aire en forma de chorros de agua que produce un círculo en el suelo humedecido por el ángulo de cada aspersor. Este método de riego es utilizado en diversos cultivos y bajo diferentes condiciones del suelo y topografía (Holzapfel, 2007).

1.1.14) Presión:

Es la fuerza ejercida por unidad de área o la relación de una fuerza y el área sobre la cual actúa, comúnmente la presión esta medida en Pascales Pa (N/m²) o psi (libras por pulgada cuadrada). Presión barométrica es el nivel de la presión atmosférica por encima del vacío perfecto, la presión atmosférica normalizada es de 1.01325 bar (14.696 psi) o 760mmHg, la presión manométrica es la presión medida por encima de la atmosférica, mientras que la presión absoluta se refiere siempre al vacío perfecto (Ramírez, 2017).

1.1.15) Manómetro:

Los manómetros son dispositivos que se utilizan para medir la presión. Existen diferentes dispositivos para medir la presión entre los cuales es conveniente mencionar el medidor de Bourdon y los manómetros de columna de líquido.

El medidor de Bourdon es un dispositivo mecánico, de tipo metálico, que en general se encuentra comercialmente y que basa su principio de funcionamiento en la capacidad para medir la diferencia de presión entre el exterior y el interior de un tubo elíptico, conectado a una aguja por medio de un resorte, encargándose la aguja de señalar en una caratula la presión registrada para cada situación particular.

Los manómetros de columna líquida, miden diferencias de presión más pequeñas, referidas a la presión atmosférica, al determinar la longitud de una columna de líquido (Díaz, 2006).

1.1.16) Epanet:

Es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses, Epanet efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en la tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación desratizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el envejecimiento del agua en la red (o tiempo de permanencia) y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro (Rossman, 2001).

1.1.17) Contaminación:

Según la ley 23 de 1973 Se entiende por contaminación a la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la Nación o de particulares.

1.2) Legislación colombiana con énfasis en la gestión de recursos hídricos y licencias ambientales.

1.2.1) Proyecto de ley del 20 de Julio de 2018: “POR LA CUAL SE REGULA EL SERVICIO PÚBLICO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS ADT Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES”

Según el artículo dos (2) de la presente ley la adecuación de tierras es el servicio público que contribuye al desarrollo rural integral, mediante la implementación de infraestructura física para riego, drenaje y/o protección contra inundaciones, con actividades para mejorar la productividad agropecuaria, conforme al ordenamiento

territorial, ambiental, productivo y social de la propiedad, teniendo como fundamento la gestión integral del recurso hídrico.

La composición del subsector de adecuación de tierras en el artículo tres (3) se da de la siguiente manera: El Subsector de Adecuación de Tierras estará conformado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, en su calidad de organismo rector de la política pública en la materia; el Consejo Nacional de Adecuación de Tierras, CONAT, como organismo intersectorial, consultivo y asesor de dichas políticas; la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios, UPRA, en su calidad de organismo orientador de la política de gestión del territorio para usos agropecuarios; la Agencia de Desarrollo Rural, ADR, en su calidad de ejecutor público de la Política de desarrollo rural integral y agropecuario con enfoque territorial; y la Agencia Nacional de Tierras, ANT, en su calidad de autoridad de tierras de la Nación.

1.2.2) Decreto 1076 de 26 de Mayo de 2015.

1.2.2.1) Concepto y alcance de la licencia ambiental:

según el decreto (Decreto 1076, 2015) La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

1.2.3) Trámite para la obtención la licencia ambiental:

En la sección 6 artículos 2.2.2.3.6.1 y 2.2.2.3.6.2 del decreto 1076 de 2015 se contempla el siguiente procedimiento:

El interesado en obtener licencia ambiental deberá formular petición por escrito dirigida a la autoridad ambiental competente, en la cual solicitará que se determine si el proyecto, obra o actividad requiere o no de la elaboración y presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), adjuntando para el efecto, la

descripción, el objetivo y alcance del proyecto y su localización mediante coordenadas y planos.

Dentro de los quince (15) días hábiles siguientes a la radicación de la solicitud, la autoridad ambiental se pronunciará, mediante oficio acerca de la necesidad de presentar o no DAA, adjuntando los términos de referencia para elaboración del DAA o del EIA según el caso.

En los casos en que no se requiera pronunciamiento sobre la exigibilidad del diagnóstico ambiental de alternativas (DM) o una vez surtido dicho procedimiento, el interesado en obtener licencia ambiental deberá radicar ante la autoridad ambiental competente, el estudio de impacto ambiental de que trata el artículo 21 del presente decreto y anexar la siguiente documentación:

1. Formulario Único de Licencia Ambiental.
2. Planos que soporten el EIA, de conformidad con lo dispuesto en la Resolución 1415 de 2012, que modifica y actualiza el Modelo de Almacenamiento Geográfico (Geodatabase) o la que la sustituya, modifique o derogue.
3. Costo estimado de inversión y operación del proyecto. DECRETO NÚMERO DE 2014 HOJA No. 26 Continuación del Decreto. "Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales".
4. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
5. Constancia de pago para la prestación del servicio de evaluación de la licencia ambiental. Para las solicitudes radicadas ante la ANLA, se deberá realizar la autoliquidación previo a la presentación de la solicitud de licencia ambiental. En caso de que el usuario requiera para efectos del pago del servicio de evaluación la liquidación realizada por la autoridad ambiental competente, ésta deberá ser solicitada por lo menos con quince (15) días hábiles de antelación a la presentación de la solicitud de licenciamiento ambiental.
6. Documento de identificación o certificado de existencia y representación legal, en caso de personas jurídicas.
7. Certificado del Ministerio del Interior sobre presencia o no de comunidades étnicas y de existencia de territorios colectivos en el área del proyecto de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 2613 de 2013.
8. Copia de la radicación del documento exigido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), a través del cual se da cumplimiento a lo establecido en la Ley 1185 de 2008.
9. Formato aprobado por la autoridad ambiental competente, para la verificación preliminar de la documentación que conforma la solicitud de licencia ambiental.

10. Certificación de la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Tierras Despojadas, en la que se indique si sobre el área de influencia del proyecto se sobrepone un área macrofocalizada y/o microfocalizada por dicha Unidad, o si se ha solicitado por un particular inclusión en el registro de tierras despojadas o abandonadas forzosamente, que afecte alguno de los predios.

1.2.3.1) Autoridades ambientales competentes.

Según el artículo 2.2.2.3.1.2 del decreto 1076 de 2015 “Son autoridades competentes para otorgar o negar licencia ambiental, conforme a la ley y al presente decreto, las siguientes:”

1. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).
2. Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible.
Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible podrán delegar el ejercicio de esta competencia en las entidades territoriales, para lo cual deberán tener en cuenta especialmente la capacidad técnica, económica, administrativa y operativa de tales entidades para ejercer las funciones delegadas.
3. Los municipios, distritos y áreas metropolitanas cuya población urbana sea superior a un millón (1.000.000) de habitantes dentro de su perímetro urbano en los términos del artículo 66 de la Ley 99 de 1993.
4. Las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002.

1.2.3.2) Estudio de impacto ambiental (EIA).

Según el artículo 2.2.2.3.5.1 (decreto 1076 de 2015), El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto, el cual deberá incluir como mínimo lo siguiente:

1. Información del proyecto, relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto y demás información que se considere pertinente.
2. Caracterización del área de influencia del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto; se presenta la información requerida para la solicitud de permisos relacionados con la captación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces,

aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales, emisiones atmosféricas, gestión de residuos sólidos, exploración y explotación de aguas subterráneas.

4. Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos.
5. Zonificación de manejo ambiental, definida para el proyecto, obra o actividad para la cual se identifican las áreas de exclusión, las áreas de intervención con restricciones y las áreas de intervención.
6. Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto.
7. Plan de manejo ambiental del proyecto, expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación.
8. Programa de seguimiento y monitoreo, para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
9. Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto. que incluya la actuación para derrames, incendios, fugas, emisiones y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos.
10. Plan de desmantelamiento y abandono, en el que se define el uso final del suelo, las principales medidas de manejo, restauración y reconfiguración morfológica.
11. Plan de inversión del 1 %, en el cual se incluyen los elementos y costos considerados para estimar la inversión y la propuesta de proyectos de inversión, de conformidad con lo dispuesto en el *Decreto 1900 de 2006* o la norma que lo modifique, sustituya o derogue.
12. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012 o la que modifique, sustituya o derogue.

1.2.3.3) Plan de manejo ambiental:

Según el artículo 2.2.2.3.1.1 del decreto 1076 de 2015 un plan de manejo ambiental es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

1.2.4) Disposiciones legales sobre recursos hídricos y otras normas relacionadas con la gestión de sistemas de riego y drenaje

1.2.4.1) Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974.

Según el decreto 2811 en el artículo dos (2) el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.
2. Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.
3. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.

1.2.4.2) Decreto 1681 de 1978.

Artículo 1. Con el fin de lograr los objetivos establecidos por el artículo 2 del Decreto Ley 2811 de 1974 y especialmente para asegurar la conservación, el fomento y el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos y del medio acuático, su disponibilidad permanente y su manejo racional, según técnicas ecológicas, económicas y sociales, este decreto reglamenta: El manejo de las especies hidrobiológicas y su aprovechamiento, La protección y fomento de los recursos hidrobiológicos y de su medio ambiente y las funciones del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, y la coordinación interinstitucional.

1.2.4.3) Decreto 1594 de 1984

Reglamenta los usos del agua y residuos líquidos. Según este decreto las EMAR corresponden a las Entidades encargadas del Manejo y Administración del Recurso. Las EMAR deben desarrollar un plan de ordenamiento del recurso, para destinar las aguas en forma genérica o diferentes usos.

Los usos del agua están consignados en el Artículo veintinueve (29) y son los siguientes: consumo humano y doméstico, preservación de la flora y la fauna, agrícola, pecuaria, recreativo industrial y transporte, además en el artículo setenta y uno (71) están las disposiciones para el control de la contaminación del agua por agroquímicos.

1.2.4.4) Ley 373 del 6 de Junio de 1997

Esta ley en el artículo uno (1) reglamenta que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua 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.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

2) DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente capítulo comprende los siguientes aspectos: justificación, objetivos, localización geográfica, fuentes de agua, cultivos.

2.1) Justificación

El cuidado del medio ambiente se ha convertido en un tema de vital importancia en la ejecución de proyectos de diferentes magnitudes y objetivos. Puesto que todo proyecto provoca cambios irreversibles en el entorno aledaño, es así que se hace necesario un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que permita medir los impactos generados por las diferentes obras implementadas en la ejecución del proyecto (Coria, 2008). Por ende en el presente trabajo se analizan cuatro metodologías para la realización del EIA, que a su vez nos proporciona un parámetro claro de los impactos tanto positivos como negativos generados por la construcción y puesta en marcha del distrito de mediana escala Contador.

No obstante también es necesario realizar un diagnóstico técnico que permita verificar el funcionamiento real de la red de distribución para así poder garantizar el suministro de agua a la totalidad de los usuarios en el proyecto, para esto es de vital importancia el correcto diseño de los sistemas para que cumplan con los requisitos exigidos por la demanda y las normatividades vigentes, por tal motivo en este documento se realizó el análisis de la red de distribución de agua del distrito de mediana escala Contador, y el estudio de impacto ambiental para poder generar un conocimiento tácito de las condiciones de funcionamiento de dicha obra que cuenta con aproximadamente 300 usuarios que abarcan un total de 600 Hectáreas.

2.2) Objetivos

2.2.1) Objetivo General

Realizar el diagnóstico operacional y plan ambiental del distrito de mediana escala Contador en el municipio de Pitalito Huila.

2.2.2) Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico operacional del distrito de mediana escala Contador.
- Identificar y valorar los impactos ambientales positivos y negativos generados por el distrito de mediana escala Contador.
- Establecer y valorar las amenazas naturales que afectan al distrito de riego.
- Determinar el área de influencia del distrito de mediana escala Contador.

2.3) Localización geográfica del distrito de riego

El distrito de mediana escala Contador se encuentra ubicado en la zona sur del departamento del Huila en la parte suroccidente del municipio de Pitalito vía al centro Poblado de Bruselas, por carretera pavimentada, a 14 kilómetros; se encuentra ubicada en la vereda Cabeceras la obra de captación y desde allí sale por la vía veredal Holanda - Cabeceras, para dicho proyecto fue necesario contar con el respectivo permiso de la secretaria de vías e infraestructura municipal; irrigando predios de las veredas La Palma, Cabuyal del Cedro, Santa Inés, San Francisco, Camberos, Hacienda Laboyos, Contador, Rincón de Contador y Llano Grande.

2.4) Fuente de agua

La fuente de agua principal para el proyecto es el Río Guachicos, en la que desembocan algunas quebradas pequeñas y drenajes naturales. La licencia fue adquirida por la CAM, el 17 de agosto de 2012 y cuenta con un caudal medio en la zona de captación de 300 litros por segundo (l/s). Los afluentes más importantes del Río Guachicos son:

- Quebrada el cedro.
- Quebrada el cerro.
- Quebrada la criolla.

2.4.1) Características morfométricas de la cuenca

Tabla 1. Características morfométricas relevantes de la cuenca del río Guachicos

Características morfométricas	
Área cuenca hidrográfica	248,216 Km ²
Longitud de la corriente	41,913 Kilómetros
Índice de Gravelius (G)	1,44
Factor de forma (KF)	0,21
Pendiente media de la cuenca	20,95%
Sinuosidad de la corriente	1,92

Fuente: POMCH río Guachicos, 2007.

La forma de la cuenca se relaciona con el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de esta. La superficie que

encierra la divisoria topográfica es de 248,216 Km² y por tal razón es considerada como una Subcuenca pues el área está comprendida entre 100 y 300 Km². La subcuenca presenta un Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad de clase Kc2, por lo tanto, tienen una forma: oval redonda a oval oblonga, lo que significa que presentan moderada susceptibilidad a las crecidas y avalanchas de tipo torrencial (CAM-CONIF, 2007).

De acuerdo con la clasificación de drenajes la corriente principal de la subcuenca es considerada de orden 2, en relación con la densidad de drenaje se puede observar una importante red hídrica, medianamente bien drenada, lo que manifiesta una abundancia de escurrimiento y una respuesta rápida al flujo de la precipitación, lo cual señala a su vez la susceptibilidad del suelo a sufrir procesos erosivos y arrastre de materiales, mayor velocidad de desplazamiento del agua y menor infiltración.

El parámetro de sinuosidad de la corriente principal de la subcuenca con un valor de 1.92 refleja un río que no es de alineamiento recto.

La corriente del Río Guachicos comprende un caudal de 15.55 m³/s según datos tomados de POMCH Río Guachicos marzo de 2007, motivo por el cual la captación de 0,3 m³/s para el funcionamiento del distrito de mediana escala Contador, no afecta significativamente el caudal del río aguas abajo, haciendo posible la irrigación y por ende ampliación de la frontera agrícola para mejorar el nivel económico de las familias benefactoras de dicho proyecto.

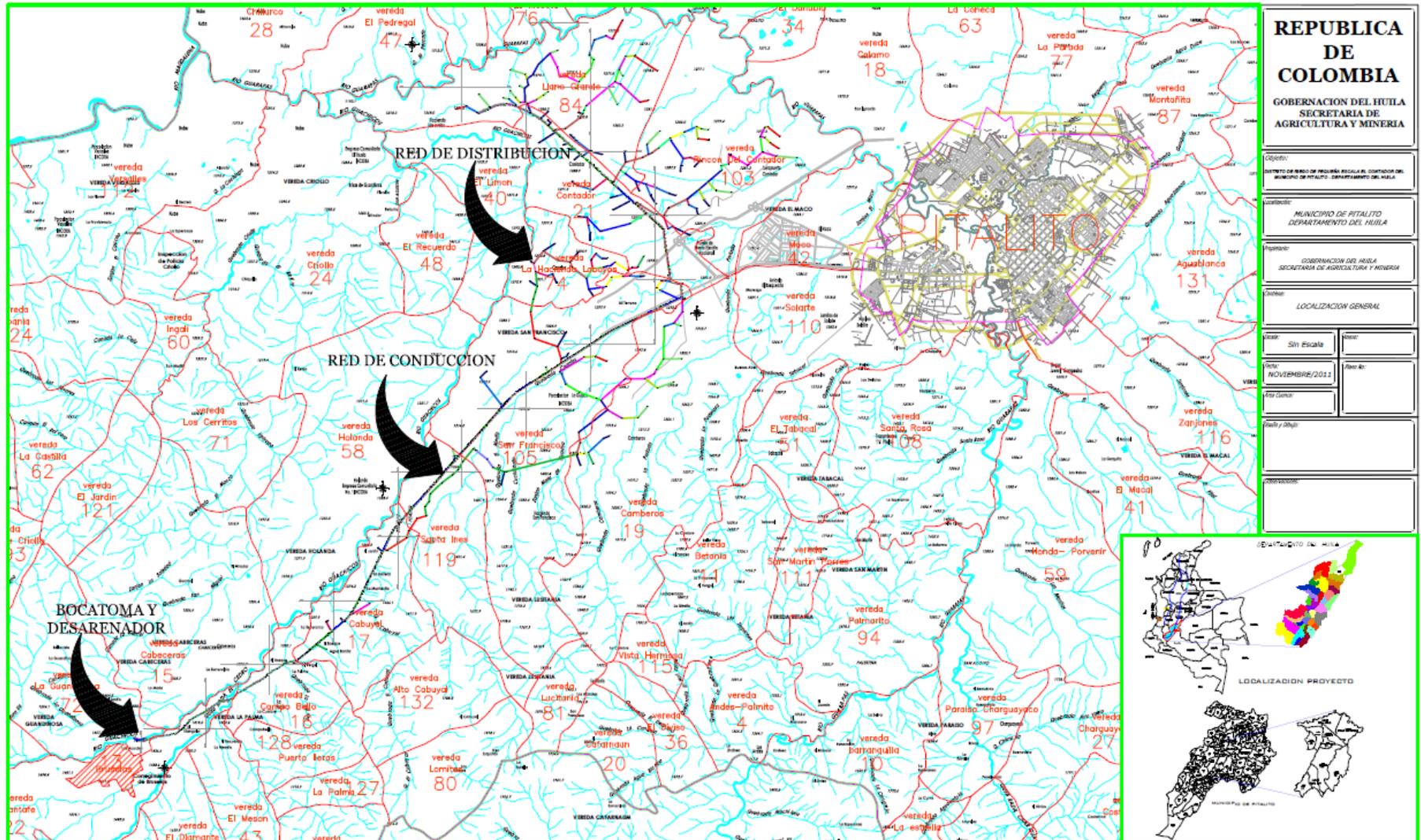
2.5) Área de riego, predios y usuarios

El total de usuarios del Distrito de mediana escala Contador es de doscientos noventa y seis (296) comprendidos en once (11) veredas La Palma, Cabuyal del Cedro, Santa Inés, San Francisco, Camberos, Hacienda Laboyos, Valle Verde, Contador, Rincón de Contador y Llano Grande en las cuales se hace uso del recurso para el desarrollo de la agricultura y en menor medida para la ganadería.

El proyecto tiene un área de riego de 600 ha, convirtiéndose así en un distrito de riego de mediana escala (distrito de riego de mediana escala Contador) como lo clasifica la resolución 1399 de 2005 en el artículo 31.

Se hace necesario realizar el EIA debido que el Decreto 1180 de mayo de 2003 establece la exigibilidad de la licencia ambiental para proyectos de irrigación mayores a 500 ha.

Figura 1. Localización del distrito de Mediana Escala Contador



Fuente: Gobernación del Huila, Secretaría de Agricultura y Minería.

3) METODOLOGÍA

3.1) Estudio de impacto ambiental.

3.1.1) METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

Para la delimitación y cálculo de la superficie del área de influencia se aplicaron los métodos de área de influencia hipotética y de área de influencia real de acuerdo con la metodología desarrollada por Olaya (2003).

Para poder determinar el área de influencia se realizó reconocimiento de campo y toda la información fue trabajada en escala 1:25000 a partir de la cartografía suministrada por la constructora VAESOLI del municipio de Pitalito Huila.

3.1.2) METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Los métodos empleados para la identificación de los impactos ambientales generados a partir de la construcción del distrito de mediana escala Contador son los siguientes: reconocimiento de campo con listas de comprobación propuesto por Olaya (2003), encuesta, matriz de Leopold y diagramas de redes, y para su ponderación se empleó el método de Battelle Columbus.

3.1.2.1) *Matriz de Leopold.*

Para emplear la matriz de Leopold se realizó una adaptación y reducción específica al distrito de mediana escala Contador dando como resultado 15 filas y 19 columnas. Según la matriz original de Leopold las acciones se ubican en el eje horizontal formando las columnas y en el eje vertical los elementos que a su vez forman las filas.

Las interacciones de los dos ejes forman una casilla la cual representa un impacto ambiental. En la derecha y en el punto inferior de la matriz hay tres columnas y tres filas, las cuales corresponden al resumen de las interacciones de la columna y la fila; y son denominados en el caso de las columnas de mayor magnitud, mayor importancia y la acción en la categoría con mayores impactos; en el caso de las filas son denominados números de impactos, la característica con mayor impacto en las categorías y factores beneficios (Fonseca, 1993).

3.1.2.2) Diagramas de redes.

En este método se integró las causas de los impactos y sus consecuencias a través de la identificación de las interrelaciones que existe entre las acciones causales y los factores ambientales que reciben el impacto, incluyendo aquellos que representan sus efectos secundarios y terciarios (Canter, 1998). Dicha interrelación se presenta a través de la elaboración de esquemas que ilustran cuales son los impactos directos e indirectos.

3.1.2.3) Método de la encuesta.

Se realizaron 67 en total, las cuales fueron aplicadas a los usuarios del distrito de mediana escala contador, personas y profesionales vinculados con el área del proyecto. Para el desarrollo de esta actividad se adaptó un formato de encuesta que facilitó la recopilación de la información necesaria sobre los posibles impactos, oportunidades y amenazas que generados por el proyecto. En los anexos 1 y 2 se encuentran el formato de la encuesta y la lista de personas entrevistadas respectivamente.

3.1.2.4) Reconocimiento de campo con listas de comprobación.

En este método se implementó una lista con una serie de impactos tanto positivos como negativos con su respectivo código, para que mediante la visita y recorrido a campo se fueran reconociendo los diferentes ítems de la lista para así poder ir descartando y seleccionando los impactos reconocidos.

3.1.2.5) Selección de impactos ambientales.

Para seleccionar los impactos generados por la construcción y puesta en marcha del distrito de mediana escala Contador se eligieron los impactos que cumplieron con los ítems de los siguientes métodos:

3.1.2.6) Método de ponderación de Battelle Columbus.

Este método Permite evaluar de forma sistemática los impactos ambientales de un proyecto, mediante el empleo de indicadores homogéneos, que puedan ser fácilmente medibles. Al ser valores correspondientes a unidades conmensurables y por lo tanto comparables, el impacto se determina por medio de la suma de esos valores obtenidos (Dellavedova, 2011).

Para la comparación de escenarios por el método de Battelle Columbus se organizaron los impactos ambientales en categorías medio ambientales de la siguiente forma: ecológico, económico y social subdividiendo cada impacto en

diferentes parámetros que permitieron su medición; para los valores de ponderación se tomaron como base 1000 puntos repartidos en las tres categorías mencionadas anteriormente y dentro de las cuales se distribuyó el valor asignado entre los diferentes impactos de acuerdo a su probabilidad e importancia dentro del proyecto.

3.1.2.7) Método de arboleda.

El desarrollo de este método se llevó a cabo mediante la identificación y posterior evaluación individual de los impactos generados por el proyecto con base en cinco factores o criterios característicos de cada impacto, los cuales son: clase (C), presencia (P), evolución (E), magnitud (M) Y duración (D). La evaluación ambiental se realizó luego, utilizando la ecuación de calificación ambiental ($Ca = [P (a E M + b D)]$), desarrollada por las Empresas Públicas de Medellín, individualmente a cada criterio. El valor absoluto de Ca obtenido en dicha ecuación, será mayor que cero y menor o igual a 10, cuyo valor numérico se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto (muy alta, alta, media, baja y muy baja), asignándole unos rangos y valores que pueden diferir según el tipo de proyecto y que definen el orden de viabilidad (Ramirez & Palacios, 2004).

3.1.2.8) METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Con los impactos ya seleccionados a partir de las metodologías expuestas anteriormente, se plantearon objetivos que en conjunto minimicen los impactos negativos y maximicen impactos positivos. Para esto se propusieron una serie de programas los cuales contienen diversos proyectos que buscan medidas para los impactos positivos generados por el distrito de riego.

Posteriormente se realizó el planteamiento de las diferentes medidas para los impactos positivos y negativos, así como para las amenazas y oportunidades ambientales, teniendo en cuenta que cada uno de estos tuviera por lo menos una medida que lo previniera, mitigara, corrigiera o compensara en el caso de los impactos negativos y que maximizara los impactos positivos y oportunidades.

3.2) Diagnóstico operacional

3.3) Diseño de bocatoma

Según López (1993) el primer paso para el diseño de la bocatoma es conocer el caudal de diseño el cual obedece a un previo análisis de datos de medición del caudal de la fuente, a mediciones directas o al estudio hidrológico de la cuenca.

3.3.1) Vertedero rectangular con doble contracción

$$Q = 1.84 L H^{3/2} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Con el fin de determinar el valor de la lámina de agua para las condiciones de diseño y para las condiciones máximas y mínimas del río así:

$$H = ((Q)/(1.84L))^{2/3} \quad \text{Ecuación 2.}$$

3.3.2) Corrección de la longitud de vertimiento:

$$Ll = L - 0.2H \quad \text{Ecuación 3.}$$

3.3.3) Velocidad del agua al pasar por la rejilla:

$$Vr = \{(Q)/(Ll * H)\} \quad \text{Ecuación 4.}$$

Esta debe comprendida entre 0.3 m/s y 3.0 m/s, de manera que puedan ser aplicables las ecuaciones del alcance del chorro para determinar el ancho del canal de aducción.

3.3.4) Diseño de la Rejilla y del Canal de Aducción:

3.3.4.1) Ancho del canal de aducción:

$$x_s = 0.36(V)^{2/3} + 0.60(H)^{4/7} \quad \text{Ecuación 5.}$$

$$x_i = 0.18(V)^{4/7} + 0.74(H)^{3/4} \quad \text{Ecuación 6.}$$

$$B: x_s + 0.30 \quad \text{Ecuación 7.}$$

En donde:

x_s = alcance filo superior (m)

x_i = alcance filo inferior (m)

V_r = velocidad del río (m/s)

H = profundidad de la lámina de agua sobre la presa (m)

B = ancho del canal de aducción (m)

3.3.4.2) Rejilla:

Si se utiliza una rejilla con barrotes en la dirección del flujo, el área neta de la rejilla se determina según la siguiente expresión:

$$A_{neta}: a * B * N \quad \text{Ecuación 8.}$$

Siendo:

A_n = área neta de la rejilla (m^2)

a = separación entre barrotes (m)

N = número de orificios entre barrotes

Siendo b el diámetro de cada barrote, la superficie total de la rejilla es aproximadamente:

$$A_{total}: (a + b) * B * N \quad \text{Ecuación 9.}$$

Entonces haciendo la relación entre área neta y el área total, se obtiene:

$$A_{neta}: \left\{ \left(\frac{a}{a + b} \right) * (BLr) \right\} \quad \text{Ecuación 10.}$$

3.3.4.3) Niveles en el canal de aducción

Suponiendo que todo el volumen de agua se capta al inicio del canal, el nivel de la lámina aguas arriba se obtiene por medio del análisis de cantidad de movimiento en el canal:

$$h_o = \left\{ (2he^2) + (he - (iLc/3))^2 \right\}^{1/2} - (2/3iLc) \quad \text{Ecuación 11.}$$

Para que la entrega a la cámara de recolección se haga en descarga libre, se debe cumplir que: $h_e = h_c$

$$h_c = \left\{ (Q)^2 / (g * B^2) \right\}^{1/3} \quad \text{Ecuación 12.}$$

Dónde:

h_o = profundidad aguas arriba (m)

h_e = profundidad aguas abajo (m)

i = pendiente del fondo del canal (m/m)

g = aceleración de la gravedad

L_c = longitud del canal. Longitud de rejilla más espesor del muro (m)

Para que la ecuación de dimensionamiento de la cámara, sea válida, la velocidad a la entrega de la cámara de recolección, debe ser mayor de 0.3 m/s y menor de 3.0 m/s.

3.3.5) Diseño de la Cámara de recolección:

Se aplican las ecuaciones 4, 5 y 6 las ecuaciones del alcance de un chorro de agua, reemplazando los términos por los de la condición de entrada a la cámara.

Se debe tener en cuenta que, aunque se requieran los cálculos hidráulicos para establecer las condiciones mínimas de la cámara de recolección, es importante que las dimensiones de la cámara sean las mínimas necesarias para realizar un adecuado mantenimiento de esta.

La profundidad H debe ser tal que cubra las pérdidas por entrada y fricción de la tubería de conducción entre bocatoma y desarenador.

3.3.6) Desagüe del caudal de excesos T:

El caudal de excesos se determina teniendo en cuenta que sobre la rejilla de la bocatoma pasará un caudal mayor que el caudal de diseño. Se producirá entonces una lámina superior a la de diseño. La capacidad máxima de captación de la rejilla se puede aproximar al caudal a través de un orificio, cuya ecuación es:

$$Q_{\text{captado}}: C_d * A_{\text{neta}} * \sqrt{(2gH)} \quad \text{Ecuación 13.}$$

Dónde:

Q_{captado} : caudal a través de la rejilla (m^3/s)

C_d : coeficiente de descarga = 0.121

A_{neta} : área neta de la rejilla (m^2)

H = altura de la lámina de agua sobre la rejilla (m)

Este caudal llega a la cámara de recolección a través del canal en donde se coloca un vertedero sin contracciones laterales que servirá para separar el caudal de diseño del caudal de excesos.

En resumen el caudal de excesos será la diferencia entre el caudal captado a través de la rejilla y el caudal de diseño:

$$Q_{\text{excesos}}: Q_{\text{captado}} * Q_{\text{diseño}} \quad \text{Ecuación 14.}$$

3.4) Aforo con trazadores fluorescentes o colorantes.

Puede definirse como trazador a toda sustancia que incorporada a un proceso físico o químico permita estudiar su comportamiento y evolución. Entre los trazadores empleados pueden citarse los. Sólidos en suspensión, los trazadores

químicos solubles en el medio bajo estudio, los colorantes y los elementos radioactivos (Luengas , 1990).

3.4.1) Requerimientos de los trazadores.

Según (Luengas , 1990) los trazadores deben cumplir los siguientes parámetros:

1. Su comportamiento debe ser idéntico al del medio a medir, en este caso agua, siendo necesario que se desplace a igual velocidad, esto implica que no debe efectuar intercambio iónico y no debe tampoco sufrir absorción - química o física, además de no alterar las propiedades y condiciones del agua; tales como densidad, viscosidad y temperatura.
2. Si la sustancia trazadora se inyecta artificialmente al flujo este no debe contener cantidades apreciables de la sustancia inyectada.
3. Si se utiliza como trazador alguna sustancia existente en el medio a medir su concentración no debe modificarse durante la realización de la experiencia.
4. Es conveniente que sea fácilmente soluble en agua y no se precipite, permitiendo marcar grandes cantidades de fluido con una pequeña masa de trazador.
5. Es importante que pueda ser medido "in situ".
6. No debería, en general, contaminar el medio durante períodos prolongados ni afectar a seres vivos.
7. Es importante que su costo sea reducido.

$$Q = A * V$$

Ecuación 15.

3.5) Verificación de las obras hidráulicas.

Mediante visitas a campo se realizaron las mediciones de las diferentes obras hidráulicas construidas en el distrito de riego con el fin de comparar dichas obras con los diseños realizados y así verificar que estas se hayan construido con los parámetros inicialmente establecidos.

3.6) Medición de presiones y georreferenciación.

Para la obtención de los datos se realizó la recolección directa en campo, además se tomaron como fuentes de información los datos que se pueda recolectar a través de lo siguiente:

- ✓ La Asociación de usuarios del distrito de mediana escala Contador.

En el chequeo de presiones del sistema se utilizaron los manómetros que fueron suministrados por la Universidad Surcolombiana como lo son el manómetro RITEHM KL. 1,6 y el Digital pressure Gauge a su vez se hizo la georreferenciación de los puntos de medición con la ayuda del GPS Oregon 550t.

3.7) Simulación de la red hidráulica en Epanet 2.0.

El software Epanet fue desarrollado por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA). Actualmente Epanet es uno de los paquetes informáticos más completo que existe en el campo de la simulación de sistemas hidráulicos, hecho que unido a su distribución libre hace que sea el software más difundido a nivel mundial.

Epanet permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, válvulas, tuberías, utilizando una interfaz gráfica sencilla. Este software permite además realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes puntos de la red de distribución (Narváez, 2016).

3.7.1) Simulación de la red y evaluación de los escenarios.

Según la metodología propuesta por (Narváez, 2016) Una vez se obtuvieron los datos de la esquematización de la red en Epanet, se procedió a asignar las demandas de los nodos del sistema. Considerando, la demanda estimada por hectárea el cual corresponde a 053 l/s, posteriormente, se asignaron factores de pérdidas, coeficientes de consumo en el tiempo y se realizó la simulación.

4) ÁREA DE INFLUENCIA

4.1) DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para la delimitación del área de influencia se empleó la metodología de (Olaya, 2003) en la cual se utiliza dos métodos de comparación, estos métodos son: el método del área de influencia hipotética y el método del área de influencia real. Para la identificación del área de influencia se utilizó la cartografía suministrada por la constructora VAESOLI del municipio de Pitalito.

Una vez aplicada dicha metodología se obtuvo como resultado un área de influencia hipotética de 24750 Ha. y un área de influencia real de 23087.5 Ha; presentando un bajo porcentaje de diferencia entre los dos métodos empleados con un 6,7 % significando que la metodología es aceptable.

4.2) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

4.2.1) Geología

La geología está representada en el área por rocas sedimentarias, Vulcano-sedimentarias, ígneas y depósitos cuaternarios, siendo las rocas Vulcano-sedimentarias las que cubren la mayor parte del área de estudio (CAM, 2007).

4.2.2) Humedad relativa

El porcentaje promedio de humedad relativa en la microcuenca es de 81,27%, una humedad alta. Los meses más húmedos corresponden a junio con 83% y julio con 84% y el menos húmedo es febrero con 79%, relacionándose directamente con los meses de mayores y menores lluvias respectivamente. Este parámetro climático tiene una importante influencia en la descomposición de la materia orgánica y en la proliferación de plagas y enfermedades que afectan tanto a humanos como a los animales y plantas (CAM, 2007).

4.2.3) Brillo solar

El número de horas promedio anual del área de la cuenca es de 1462,9 horas luz/año, lo cual representa un promedio diario de 4 horas de brillo solar. Los meses que registra mayor brillo solar son enero con 141.4 horas/mes y diciembre con 145,9 horas/mes, cuando el cielo está despejado de nubosidad y el menor es junio con 71,6 horas/mes, que corresponde a uno de los meses más lluvioso del año (CAM, 2007).

5) IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS, RECURSOS Y OPORTUNIDADES, Y RESTRICCIONES O AMENAZAS AMBIENTALES

Los métodos empleados para la identificación de los impactos ambientales generados a partir de la construcción del distrito de mediana escala Contador son los siguientes: reconocimiento de campo con listas de comprobación propuesto por Olaya (2003), encuesta, matriz de Leopold y diagramas de redes, y para su ponderación se empleó el método de Battelle Columbus. Para la determinación de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas se empleó el método de la matriz DOFA.

5.1) Identificación de impactos, oportunidades y amenazas ambientales

Impactos positivos y negativos

En los cuadros que a continuación se exponen, se encuentran el desarrollo y los resultados obtenidos según la aplicación de los métodos indicados anteriormente.

Una vez desarrollada la metodología de la matriz de Leopold se clasificaron las obras y acciones, factores ambientales e impactos positivos y negativos, según el grado de afectación (Cuadro 1). En relación con lo mencionado anteriormente, las obras y acciones clasificadas como de primer grado de afectación son: limpieza y desbroce, excavación y explanaciones, adecuación de vías de acceso, preparación mecánica del suelo, siembra de cultivos comerciales, control de maleza y vegetación terrestre y fertilización. Los factores ambientales pertenecientes al primer grado de afectación son: microclima, cultivos tradicionales, cultivos comerciales, zona urbana y zona rural. Los impactos positivos potenciales, seleccionados como de primer grado de afectación son: aumento de ingresos económicos, ampliación del área cultivada, aumento de empleo, aumento del precio de la tierra, aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras, mejoramiento en servicios básicos y aumento de la diversificación agrícola. Entre los impactos negativos posibles, de primer orden de afectación están: pérdida de cobertura vegetal, desplazamiento de fauna, erosión del suelo, deterioro del paisaje natural, compactación del suelo, uso excesivo de agroquímicos, destrucción de flora y remoción en masa.

		Grado de afectación		
Obras, factores ambientales e impactos		1° *	2° **	3° ***
Obras y acciones		<ul style="list-style-type: none"> -Limpieza y desbroce -Excavacion y explanaciones -Adecacion de vias de acceso -Preparacion mecanica del suelo -Siembra de cultivos comerciales -Control de malezas y vegetacion terrestre -Fertilizacion 	<ul style="list-style-type: none"> -Bocatoma -Desarenador -Tuberia de conduccio y distribucion -Operación y mantenimiento del distrito -Comercializacion de productos 	<ul style="list-style-type: none"> -Valvulas -Pasos fluviales -Movilizacion de materiales de construccion, insumos, maquinaria y equipos -Asociacion de usuarios -Junta administrativa -Junta de accion comunal -Mercadeo
Factores ambientales		<ul style="list-style-type: none"> -Microclima -Cultivos tradicionales -Cultivos comerciales -Zona urbana -Zona rural 	<ul style="list-style-type: none"> -Suelo superficial -Aguas superficiales -Pastizales -Arboles -Animales terrestres -Pecuaria -Vistas panoramicas y paisajes 	<ul style="list-style-type: none"> -Aguas subsuperficiales -Aves -Viviendas
Impactos	Positivos	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de ingresos económicos -Ampliación del área cultivada -Aumento de empleo -Aumento del precio de la tierra -Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras -Mejoramiento en servicios básicos -Aumento de la diversificación agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la actividad acuicola -Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario -Aumento de la producción agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria -Aumento de la participación comunitaria para la toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional -Aumento en la presencia institucional y de la inversión social en general
Impactos	Negativos	<ul style="list-style-type: none"> -Perdida de cobertura vegetal -Desplazamiento de la fauna -Erosión de suelo -Deterioro del paisaje natural -Compactación del suelo -Uso excesivo de agroquímicos -Remoción en masa 	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminacion de aguas superficiales por vertimiento de residuos quimicos en los cauces de ríos y quebradas -Contaminacion de aguas subsuperficiales -Contaminación de suelos -Inundación de predios por rupturas de tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> -Conflicto entre el uso del agua para riego y uso de agua para el consumo humano -Conflicto entre usuarios del distrito, en especial por el uso agua -Desviación de los cauces en ríos y quebradas

Cuadro 1. Impactos identificados y preseleccionados según el método de la matriz de Leopold.

A partir del empleo del método de diagrama de redes se obtuvieron diversos resultados plasmados en el cuadro 2. En el cual se pueden identificar tres generaciones de impactos, a saber: de primera, de segunda y de tercera generación.

Según estos resultados tabulados en el Cuadro 1 y tomando como referencia los criterios establecidos para determinar el orden de importancia de los impactos identificados por este método, teniendo claro el procedimiento a seguir se realizó el Cuadro 3 en el cual se muestran los impactos ambientales positivos y negativos preseleccionados:

- Impactos positivos: Aumento de empleo, ampliación del área cultivada, regulación del caudal, creación de asociación de usuarios, mejor comercialización del producto, aumento de ingresos económicos y aumento de la diversificación de cultivos.

- Impactos negativos: Desviación de los cauces en ríos y quebradas, remoción en masa, acumulación de sedimentos en el río, disminución del caudal del río Guachicos, disminución de cobertura vegetal, daño a la propiedad privada asociada al distrito de riego, aumento de empleo de agroquímicos, conflicto de uso de agua para riego y consumo humano, disminución de oferta hídrica para el consumo humano, deterioro de paisaje natural, erosión de suelo y contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas.

A continuación, se preseleccionan los impactos tanto positivos como negativos identificados mediante el método de la encuesta, realizada a personas vinculadas con el distrito de mediana escala Contador los impactos positivos según el porcentaje de frecuencia relativa son:

Aumento del precio de la tierra, aumento de la producción agrícola, aumento de ingresos económicos, aumento de la diversificación agrícola, ampliación del área cultivada, aumento y mejoramiento de la organización comunitaria, aumento de la acuicultura, aumento de la participación comunitaria para la toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional, aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras, mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario y aumento en la presencia institucional y de la inversión social en general.

Proyecto		Impactos de primera generación	Impactos de segunda generación	Impactos de tercera generación
Obras actividad ó acciones	Componentes			
Transformación del territorio y construcción	Bocatoma	Desviación de los cauces en ríos y quebradas	Conflicto de uso de agua para riego y consumo humano Disminución del caudal del río Guachicos	Dismunicon oferta hidrica para el consumo humano
	Pasos fluviales	Aumento de empleo	Aumento de ingresos económicos	Mejoramiento en servicios básicos
	Desarenador	Remoción en masa	Disminución de cobertura vegetal	Deterioro del paisaje natural.
	Tuberia de conducción y distribución	Acumulación de sedimentos en el río	Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas	Erosión de suelo
	Válvulas	Regulación de caudal	Daño en propiedad privada asociada al distrito de riego	
Procesos	Agricultura	Ampliación del area cultivada	Aumento de empleo de agroquímicos Aumento en la diversificación de cultivos Implementación de nuevas tecnologías	Contaminacion de suelo Aumento del precio de la tierra
Actividades comunitarias	Organización	Crecacion de asociacion de usuarios	Aumento de la participación comunitaria en la toma de decisiones	Aumento en la presencia institucional y de la inversión social en general
Actividades economicas	Mercadeo	Mejor comercialización del producto		

Cuadro 2. Identificación de impactos ambientales según Método diagramas de redes.

6) Impactos preseleccionados según los métodos de diagramas de redes y de encuesta.

Luego de aplicar las metodologías de diagrama de redes y de encuesta se obtuvo como resultados los siguientes impactos preseleccionados.

Impactos	Nombre	Metodo diagrama de redes	Metodo de la encuesta
Impactos Positivos	Aumento de empleo	*	
	Ampliación del área cultivada	*	*
	Mejor comercialización del producto	*	
	Aumento de ingresos económicos	*	*
	Aumento de la diversificación de cultivos	*	*
	Aumento del precio de la tierra		*
	Aumento de la producción agrícola		*
	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria		*
	Aumento de la acuicultura		*
	Aumento de la participación comunitaria para la toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional		*
	Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras		*
	Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario		*
	Aumento en la presencia institucional y de la inversión social en general		*
	Impactos Negativos	Desviación de los cauces en ríos y quebradas	*
Remoción en masa		*	
Acumulación de sedimentos en el río		*	
Perdida de la cobertura vegetal		*	*
Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del Distrito		*	*
Uso excesivo de agroquímicos		*	*
Conflicto de uso de agua para riego y consumo humano		*	
Erosión de suelo		*	
Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas		*	*
Contaminación de suelos			*
Daño en vías			*
Inundación de predios por rupturas de tuberías			*
Incumplimiento del plan agropecuario del distrito, por parte de los usuarios			*

Cuadro 3. Impactos preseleccionados según métodos de diagrama de redes y encuesta.

Los impactos ambientales positivos y negativos preseleccionados de acuerdo con el método de reconocimiento de campo con lista de comprobación propuesto por Olaya (2003), están incluidos en el cuadro 3. Se preseleccionaron los impactos que consiguieron un valor de importancia mayor o igual a cinco (5.0). Los impactos positivos preseleccionados con la anterior afirmación son: aumento del precio de la tierra, aumento de la producción agrícola, aumento de ingresos económicos, aumento de la diversificación agrícola, ampliación del área cultivada, aumento y mejoramiento de la organización comunitaria, aumento de la participación comunitaria para la toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional, mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario, aumento de la presencia institucional y de inversión social en general, ahorro de agua del acueducto, aumento de empleo, aumento de comercialización progreso en la región y mejoramiento en la calidad del producto. Los impactos negativos preseleccionados son: uso excesivo de agroquímicos, contaminación de suelos, desviación de los cauces de ríos y quebradas, inundación de predios por rupturas de tuberías, contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas, desplazamiento de fauna, destrucción de flora, erosión del suelo, deterioro del paisaje natural y basuras.

En el Cuadro 4, se presentan los impactos positivos seleccionados que cumplieron uno o más de los siguientes criterios: a) impactos preseleccionados al menos por dos de los cuatro métodos aplicados; b) impactos considerados de primer grado de afectación según el método de la matriz de Leopold; c) impactos con un valor de significación (SE) mayor o igual a 5.0, según el método de reconocimiento de campo con listas de comprobación; d) los impactos considerados de primer orden de importancia según el método de diagramas de redes; e) los impactos con una frecuencia relativa mayor o igual al 70% en el método de la encuesta. De conformidad con tales criterios los impactos positivos seleccionados se mencionan a continuación.

- Aumento del precio de la tierra.
- Aumento de la producción agrícola.
- Aumento de ingresos económicos.
- Aumento de la diversificación agrícola.
- Ampliación del área cultivada.
- Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria.
- Aumento en la actividad acuícola.
- Aumento de la participación comunitaria para la toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional.
- Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras.
- Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario.
- Aumento de presencia institucional y de inversión social en general.
- Ahorro de agua del acueducto.
- Aumento de empleo.
- Aumento de comercialización.
- Mejoramiento en servicios básicos.

En el cuadro 3, se presentan los impactos ambientales negativos seleccionados con los mismos criterios mencionados anteriormente. Los impactos negativos seleccionados son:

- Uso excesivo de agroquímicos.
- Contaminación de suelos.
- Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbres del distrito.
- Desviación de los cauces de ríos y quebradas.
- Inundación de predios por rupturas de tuberías.
- Pérdida de la cobertura vegetal.
- Contaminación de aguas superficiales por vertimientos de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas.
- Desplazamiento de fauna.
- Destrucción de flora.
- Remoción en masa.
- Erosión del suelo.
- Deterioro del paisaje natural.
- Compactación del suelo.

Cuadro 4. Impactos positivos seleccionados según varios métodos

Impactos preseleccionados		Método de la matriz de Leopold (grado de afectación)	Método de redes (orden de importancia)	Método de encuesta (%)	Reconocimiento de campo - lista de comprobación (SE)	Impactos seleccionados *
Código (IPn)	Enunciado					
IP ₁	Aumento del precio de la tierra	1°		93,6	5,6	*
IP ₂	Aumento de la producción agrícola	2°		78,7	6,4	*
IP ₃	Aumento de ingresos económicos	1°	2°	63,8	6	*
IP ₄	Aumento de la diversificación agrícola	1°	2°	63,8	5,6	*
IP ₅	Ampliación del área cultivada	1°	1°	48,9	7,2	*
IP ₆	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria			42,6	6,3	*
IP ₇	Aumento en la actividad acuícola	2°		38,3		*
IP ₈	Aumento de participación comunitaria para toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional			36,2		
IP ₉	Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras	1°		31,9		*
IP ₁₀	Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario	2°		23,4	9	*

Continuación Cuadro 4. Impactos positivos seleccionados según varios métodos

Impactos preseleccionados		Método de la matriz de Leopold (grado de	Método de redes (orden de importancia)	Método de encuesta (%)	Reconocimiento de campo - lista de comprobación (SE)	Impactos seleccionados *
Código (IPn)	Enunciado					
IP ₁₁	Aumento de presencia institucional y de inversión social en general			15	5,25	*
IP ₁₂	Ahorro de agua del acueducto				7,2	
IP ₁₃	Aumento de empleo	1°	1°		7,2	*
IP ₁₄	Aumento de comercialización		1°		5,25	*
IP ₁₅	Progreso en la región				5,2	
IP ₁₆	Mejoramiento en la calidad del producto				5,25	
IP ₁₇	Empleo de huertas caseras					
IP ₁₈	Regulación caudal					
IP ₁₉	Mejoramiento en servicios básicos	1°				*

Criterios de selección: a) Impactos considerados de primer grado de afectación con el método de la matriz de Leopold. b) Los impactos considerados de primer orden de importancia según el método de diagramas de redes. c) Impactos preseleccionados por al menos dos de los cuatro métodos aplicados. d) Impacto con un SE ≥ 8.0 , según el método de reconocimiento de campo con listas de comprobación. e) Los impactos con una frecuencia relativa mayor o igual al 70% en el método de la encuesta.

Cuadro 5. Impactos negativos seleccionados según varios métodos

Impactos preseleccionados		Método de la matriz de Leopold (grado de afectación)	Método de redes (orden de importancia)	Método de encuesta (%)	Reconocimiento de campo - lista de comprobación (SE)	Impactos seleccionados *
Código (IPn)	Enunciado					
IN ₁	Uso excesivo de agroquímicos	1°	2°	52,2	7,2	*
IN ₂	Contaminación de suelos	2°		44,8	5,6	*
IN ₃	Daño en vías			34,3		
IN ₄	Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del Distrito		3°	29,9		*
IN ₅	Desviación de los cauces en ríos y quebradas		2°	26,9	5,6	*
IN ₆	Inundación de predios por rupturas de tuberías	2°		23,4	5,6	*
IN ₇	Perdida de la cobertura vegetal	1°	2°	26,9		*
IN ₈	Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas	2°	3°	23,9	6,4	*
IN ₉	Incumplimiento del plan agropecuario del distrito, por parte de los usuarios			19,1		
IN ₁₀	Daño en la propiedad privada					
IN ₁₁	Conflictos entre usuarios del distrito, en especial por el agua					
IN ₁₂	Conflicto entre el uso del agua para riego y uso de agua para consumo humano					

Continuación Cuadro 5. Impactos negativos seleccionados según varios métodos

Impactos preseleccionados		Método de la matriz de Leopold (grado de afectación)	Método de redes (orden de importancia)	Método de encuesta (%)	Reconocimiento de campo - lista de comprobación (SE)	Impactos seleccionados *
Código (IPn)	Enunciado					
IN ₁₃	Desplazamiento de fauna	1°			5,95	*
IN ₁₄	Mal empleo del recurso agua					
IN ₁₅	Destrucción de flora					
IN ₁₆	Extracción de material de arrastre					
IN ₁₇	Remoción en masa	1°	1°			*
IN ₁₈	Erosión del suelo	1°	3°		6,4	*
IN ₁₉	Empozamiento de agua en excavaciones del distrito					
IN ₂₀	Agota el agua					
IN ₂₁	Deterioro del paisaje natural	1°			6,8	*
IN ₂₂	Daño en el acueducto					
IN ₂₃	Basuras				7,2	
IN ₂₄	Acumulación de sedimentos en el río		3°			
IN ₂₅	Compactación del suelo	1°				*
IN ₂₆	Contaminación de aguas subterráneas	2°				

Criterios de selección: a) Impactos considerados de primer grado de afectación con el método de la matriz de Leopold. b) Los impactos considerados de primer orden de importancia según el método de diagramas de redes. c) Impactos preseleccionados por al menos dos de los cuatro métodos aplicados. d) Impacto con un SE ≥ 8.0 , según el método de reconocimiento de campo con listas de comprobación. e) Los impactos con una frecuencia relativa mayor o igual al 70% en el método de la encuesta.

Luego de realizar la tabulación en el cuadro 4, se seleccionaron los impactos ambientales positivos y negativos que hayan cumplido al menos un criterio de selección enunciado anteriormente:

Impactos ambientales positivos:

- ✓ Aumento del precio de la tierra.
- ✓ Aumento de la producción agrícola.
- ✓ Aumento de ingresos económicos.
- ✓ Aumento de la diversificación agrícola.
- ✓ Ampliación del área cultivada.
- ✓ Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria.
- ✓ Aumento en la actividad acuícola.
- ✓ Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras.
- ✓ Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario.
- ✓ Aumento de presencia institucional y de inversión social en general.
- ✓ Aumento de empleo.
- ✓ Aumento de comercialización.
- ✓ Mejoramiento en servicios básicos.

Impactos ambientales negativos:

- ✓ Uso excesivo de agroquímicos.
- ✓ Contaminación de suelos.
- ✓ Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del Distrito.
- ✓ Desviación de los cauces en ríos y quebradas.
- ✓ Inundación de predios por rupturas de tuberías.
- ✓ Pérdida de la cobertura vegetal.
- ✓ Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas.
- ✓ Desplazamiento de fauna.
- ✓ Remoción en masa.
- ✓ Erosión del suelo.
- ✓ Deterioro del paisaje natural.
- ✓ Compactación del suelo.

7) COMPARACIÓN DE IMPACTOS Y ESCENARIOS AMBIENTALES

7.1) Ponderación de los impactos ambientales

Para la ponderación de los impactos ambientales se aplicó el método de Battelle Columbus como se indica en el cuadro 4, en el cual se observa la clasificación de los impactos positivos y negativos seleccionados, especificados en categorías medio ambientales. Dichas categorías son las siguientes: ecológicas con un peso de 400 unidades (40%), económicas con un peso de 400 unidades (40%) y sociales con un peso de 200 unidades (20%) que en total tienen un peso de 1.000 unidades o 100%.

Las unidades ecológicas se distribuyeron de la siguiente forma: mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario (70), uso excesivos de agroquímicos (65), contaminación de suelos (35), desviación de los cauces en ríos y quebradas (15), inundación de predios por rupturas de tuberías (15), pérdida de la cobertura vegetal (40), contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas (50), desplazamiento de fauna (20), remoción en masa (20), erosión del suelo (20), deterioro del paisaje natural (30) y compactación del suelo (20).

A la categoría económica se le asignó los siguientes valores a los impactos: aumento del precio de la tierra (60), aumento de la producción agrícola (50), aumento de ingresos económicos (55), aumento de la diversificación agrícola (40), ampliación del área cultivada (40), aumento en la actividad acuícola (30), aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras (25), aumento de empleo (40), aumento de comercialización (35), mejoramiento en servicios básicos (25).

A factor social se le asignó un valor de 200 unidades, fraccionadas por impactos, así: daño en la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del distrito (60), aumento y mejoramiento de la organización comunitaria (80), aumento de presencia institucional y de inversión social en general (60).

Analizando la calificación de cada uno de los impactos ambientales en las diferentes categorías, se puede observar que los impactos positivos obtienen 610 unidades que equivalen a un 61% del total del peso de todas las categorías medio ambientales, mientras que los impactos negativos obtienen un peso de 390 unidades que equivalen al 39% restante.

Los impactos positivos generados por el proyecto se derivan en las tres categorías; uno en la categoría ecológica con un peso de 70 unidades que equivalen al 7%, diez en la categoría económica que tiene un peso de 400 unidades que equivalen al 40% y dos en el sector social que tienen un peso de 140 unidades que equivalen al 14%. Con este resultado, los impactos más representativos son de carácter económico y hacen énfasis al aumento del precio de la tierra (60), aumento de la producción agrícola (50), aumento de ingresos económicos (55), aumento de la diversificación agrícola (40), ampliación del

área cultivada (40), aumento en la actividad acuícola (30), aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras (25), aumento de empleo (40), aumento de comercialización (35) y mejoramiento en servicios básicos (25); los cuales en total tienen un peso de 400 unidades o el 40%.

Por otro lado, está el sector ecológico se generando un impacto positivo, pero de gran importancia que es, mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario que tiene un peso de 70 unidades que equivale al 7%. En el sector social se encontraron dos impactos positivos; aumento y mejoramiento de la organización comunitaria (80) y presencia de institucional y de inversión social en general (60); los cuales tienen un peso de 140 unidades que equivalen al 14%. Los impactos positivos de menor importancia o peso se relacionan en el sector económico con pesos de 25 unidades cada uno, estos impactos positivos son; aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras (25) y mejoramiento en servicios básicos (25).

Los impactos negativos generados por el proyecto se sitúan en las categorías ecológica y social, con mayor importancia en la categoría ecológica, la cual tiene un peso de 330 unidades o 33%, y en el sector social con un peso de 60 unidades o 6%. Con estos resultados, Los impactos negativos más representativos están ubicados en el sector ecológico; uso excesivos de agroquímicos (60), contaminación de suelos (30), desviación de los cauces en ríos y quebradas (10), inundación de predios por rupturas de tuberías (10), pérdida de la cobertura vegetal (40), contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas (50), desplazamiento de fauna (20), remoción en masa (20), erosión del suelo (20), deterioro del paisaje natural (30) y compactación del suelo (20); los cuales suman un peso de 340 unidades o 34%.

Así mismo se encontró que en el sector social se genera un impacto negativo, pero de gran importancia que es, daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del distrito (60); el cual equivale a un peso de 60 unidades o 6%. Los impactos negativos con menor importancia se encuentran ubicados en el sector ecológico con un peso de 10 unidades cada uno, estos impactos negativos son; desviación de los cauces en ríos y quebradas (10) e inundación de predios por rupturas de tuberías (10).

Cuadro 6. Ponderación de impactos ambientales por el Método de Batelle Columbus

Impactos Ambientales 1000					
Ecológico	400	Económico	400	Social	200
Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario	70	Aumento del precio de la tierra	60	Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del Distrito	60
Uso excesivo de agroquímicos	65	Aumento de la producción agrícola	50	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	80
Contaminación de suelos	35	Aumento de ingresos económicos	55	Aumento de presencia institucional y de inversión social en general	60
Desviación de los cauces en ríos y quebradas	15	Aumento de la diversificación agrícola	40		
Inundación de predios por ruptura de tuberías	15	Ampliación del área cultivada	40		
Perdida de la cobertura vegetal	40	Aumento en la actividad acuícola	30		
Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas	50	Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras	25		
Desplazamiento de fauna	20	Aumento de empleo	40		
Remoción en masa	20	Aumento de comercialización	35		
Erosión del suelo	20	Mejoramiento en servicios básicos	25		
Deterioro del paisaje natural	30				
Compactación del suelo	20				

7.2) Comparación de impactos en distintos escenarios ambientales

Para obtener la evaluación de los componentes medioambientales de cada categoría, se tuvo en cuenta los siguientes escenarios ambientales; con proyecto (A1), sin proyecto (A2) y con proyecto mas plan de manejo ambiental (A3). Para cotejar los respectivos escenarios ambientales y su respectiva calificación se ejecutó siguiendo las metodologías de Arboleda y Battelle Columbus.

Método de calificación ambiental de Arboleda

Con el método de calificación ambiental de Arboleda los impactos son evaluados según su clase, presencia, evolución, magnitud y duración; criterios que son llevados a una ecuación desarrollada por el grupo encargado de las evaluaciones ambientales de empresas públicas de Medellín (BEDOYA, 2007).

$$Ca = C(P[aEM + bd]) \quad \text{Ecuación 16.}$$

Dónde:

Ca = calificación ambiental (0.1-10.0).

Clase = Clase (-1ó 1).

P = Presencia (0.0 – 1.0).

E = Evolución (0.0 – 1.0).

M = Magnitud (0.0 – 1.0).

D = Duración (0.0 – 1.0).

a = Constante igual a 7.0.

b = Constante igual a 3.0.

Teniendo en cuenta el valor asignado (escala de 0.0 – 1.0) a cada uno de los impactos con los criterios establecidos por Arboleda para cada escenario ambiental (A1, A2 y A3) se aplica la ecuación 16. Para obtener la respectiva calificación ambiental, que puede oscilar entre 0.1 y 10; esta calificación determina la importancia ambiental de cada uno de estos impactos en cada escenario de acuerdo con los siguientes intervalos de medición:

- 8.0 – 10.0 importancia muy alta (MA).
- 6.0 – 8.0 importancia alta (A).
- 4.0 – 6.0 importancia media (M).
- 2.0 – 4.0 importancias (B).
- – 2.0 importancia muy baja (MB).

De acuerdo con el grado de importancia ambiental alcanzada para cada uno de los impactos, se estableció el orden de viabilidad ambiental, los resultados obtenidos se encuentran plasmados en el siguiente cuadro 5.

1º) Proyecto con plan de manejo ambiental A3

2º) Con proyecto A1

3º) Sin proyecto A2

La categoría A3 fue clasificada como de primer orden de viabilidad, debido a que el valor de importancia ambiental para cada uno de los 14 impactos positivos causantes de beneficios a la comunidad fue superior al de las demás categorías así; en A3, siete impactos de importancia muy alta, dos de importancia alta, cuatro de media y uno de baja; en A1, dos de importancia muy alta, dos de alta, seis de media y cuatro de importancia baja; en A2, un impacto de importancia baja y 13 impactos de importancia muy baja. Un motivo suficiente es que los impactos negativos causados por el distrito de mediana escala Contador, 13 en total; con la implementación del plan de manejo ambiental pueden tener un proceso especial que permita controlarlos, manejarlos, mitigarlos o minimizarlos. Los impactos negativos alcanzaron la siguiente importancia ambiental en cada categoría; en A3, tres impactos negativos de importancia media y diez de importancia baja; en A1, dos impactos negativos de importancia alta, diez de media y uno de importancia baja; en A2, un impacto negativo de importancia media, dos baja y diez de importancia muy baja.

Los impactos positivos de importancia ambiental muy alta en la categoría A3 son:

- Aumento del precio de la tierra.
- Aumento de la producción agrícola.
- Aumento de la diversificación agrícola.
- Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario.
- Aumento de presencia institucional y de inversión social general.
- Aumento de empleo.
- Aumento de comercialización.

Los impactos negativos de importancia media en la categoría A3- son:

- Pérdida de la cobertura vegetal.
- Remoción en masa.
- Deterioro del paisaje natural.

El segundo orden de viabilidad ambiental fue para la categoría A1; ya que el número de impactos positivos con el valor de importancia muy alta, en A1 fue inferior que el de A3 y superior al de A2, y como valor agregado hay que tener en cuenta que en este escenario no se contempla ninguna medida de control que permita manejarlos, mitigarlos o minimizarlos.

Todo proyecto busca principalmente mejorar la calidad de vida de una comunidad, y el distrito de mediana escala Contador no es la excepción. El escenario A2 fue de tercer orden de viabilidad ambiental debido a que sin proyecto no existen variaciones significativas en el área de influencia directa del distrito, siendo consecuentes con esto no se obtendrían los beneficios representados en los impactos positivos que se podrían generar por esta obra o actividad.

Método de Battelle Columbus.

Para la comparación de escenarios por Battelle Columbus se organizaron los impactos ambientales en categorías medio ambientales, así: ecológica, económica y social, subdividiendo cada impacto en diferentes parámetros que permitieron su medición; para los valores de ponderación se tomaron como base 1.000 puntos (parámetros de Battelle Columbus) distribuidos en tres categorías dentro de las cuales se distribuyó el valor asignado entre los diferentes impactos de acuerdo a su probabilidad e importancia dentro del proyecto.

Este método es una lista de chequeo que incorpora la ponderación numérica de las características ambientales y la conversión de valores en unidades convencionales a unidades de calidad ambiental, para facilitar comparaciones directas entre impactos, parámetros de impactos y escenarios ambientales del proyecto.

Seguidamente cada impacto se valoró en unidades de impacto ambiental mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$UIA = CA * UIP \qquad \text{Ecuación 17.}$$

Donde,

UIA: unidad de impacto ambiental.

CA: calidad ambiental de cada parámetro de un impacto.

UIP: peso de cada parámetro de un impacto.

Para lograr la evaluación de los componentes de cada categoría medio ambiental en unidades de impacto ambiental (UIA), se establecieron los valores de la calificación ambiental (CA) en los distintos escenarios (A1, A2 y A3) para cada parámetro, como se muestra en el cuadro 6. Con base a dicha evaluación, se calculó la sumatoria de unidades ambientales (UIA) para cada escenario de la siguiente manera:

Con proyecto + plan de manejo (A3), \sum UIA= 691

Con proyecto (A1), \sum UIA= 625

Sin proyecto (A2), \sum UIA= 233

Teniendo en cuenta el máximo valor posible de la sumatoria de las unidades ambientales ($\sum \text{UIA} = 1.000$) se estableció el orden de viabilidad ambiental de los diferentes escenarios así:

- 1º) Proyecto con plan de manejo ambiental (A3).
- 2º) Con proyecto (A1).
- 3º) Sin Proyecto (A2).

Con el método de Battelle Columbus el escenario proyecto con plan de manejo ambiental (A3) se consideró de primer orden de viabilidad por haber obtenido el mayor resultado en la sumatoria de las unidades ambientales $\sum \text{UIA} = 691$. Resultado que se debe a los beneficios que reciben los usuarios del distrito de mediana escala Contador con la generación de los impactos ambientales positivos más el plan de manejo ambiental logran minimizar los impactos negativos generados por el mismo.

El escenario con proyecto (A1), por ser el segundo en la sumatoria de unidades ambientales $\sum \text{UIA} = 625$, se ubicó en el segundo orden de viabilidad ambiental; finalmente, el escenario sin proyecto (A2) fue de tercer orden con una $\sum \text{UIA} = 233$, concluyéndose que el distrito de mediana escala Contador es viable desde el punto de vista ambiental, según el método de Battelle Columbus.

Los resultados obtenidos con los métodos de calificación ambiental de Arboleda y de Battelle Columbus son afines, lo que permite deducir que el procedimiento fue satisfactorio. El escenario con proyecto mas plan de manejo ambiental (A3), fue determinado por los dos métodos anteriores como el más factible, ya que dicho plan propone maximizar los impactos positivos y minimizar, mitigar o compensar los impactos negativos generados por el proyecto. El escenario con proyecto (A1), fue clasificado en segundo orden ya que es viable ambientalmente ya que los impactos desfavorables que genera el distrito de mediana escala Contador no son de gran magnitud; por considerarse que el proyecto de riego fue construido para la modalidad de riego y para traer beneficios a la comunidad asociada al proyecto, lo que provocaría pocos problemas ambientales. Desde otro punto de vista los impactos positivos constituyen una buena alternativa de desarrollo agrícola; lo que hace que este escenario este por encima, en orden de viabilidad, del escenario sin proyecto (A2).

Cuadro 7. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Arboleda

Impactos ambientales	Clase			Presencia (P)			A	Evolucion (E)			Magnitudes (M)			b	Duracion (D)			Calificacion Ambiental			Importancia Ambiental		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3		A1	A2	A3	A1	A2	A3		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Aumento del precio de la tierra	+	+	+	1,0	0,5	1,0	7,0	0,7	0,3	1,0	1,0	0,4	1,0	3,0	0,7	0,2	1,0	7	0,72	10	A	MB	MA
Aumento de la producción agrícola	+	+	+	1,0	0,6	1,0	7,0	1,0	0,5	1,0	0,8	0,3	0,9	3,0	1,0	0,6	1,0	8,6	1,71	9,3	MA	MB	MA
Aumento de ingresos económicos	+	+	+	0,7	0,4	0,8	7,0	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6	0,8	3,0	1,0	0,7	1,0	5,04	1,76	6,43	M	MB	A
Aumento de la diversificación agrícola	+	+	+	1,0	0,7	1,0	7,0	0,7	0,5	1,0	0,8	0,5	1,0	3,0	0,8	0,8	1,0	6,32	2,91	10	A	B	MA
Ampliación del área cultivada	+	+	+	0,8	0,6	0,9	7,0	0,9	0,4	0,9	0,8	0,4	0,9	3,0	0,7	0,5	0,8	5,71	1,57	7,26	M	MB	A
Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	+	+	+	0,7	0,3	0,7	7,0	0,6	0,2	0,6	0,8	0,3	0,8	3,0	0,9	0,5	0,9	4,24	0,58	4,24	M	MB	M
Aumento en la actividad acuicola	+	+	+	0,6	0,3	0,7	7,0	0,7	0,3	0,8	0,5	0,2	0,6	3,0	0,5	0,4	0,6	2,37	0,49	3,61	B	MB	B
Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras	+	+	+	0,6	0,4	0,8	7,0	0,7	0,3	0,8	0,7	0,4	0,7	3,0	1,0	0,4	1,0	3,86	0,82	5,54	B	MB	M
Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario	+	+	+	0,8	0,3	0,9	7,0	1,0	0,4	1,0	1,0	0,4	1,0	3,0	1,0	0,4	1,0	8	0,7	9	MA	MB	MA
Aumento de presencia institucional y de inversión social en general	+	+	+	1,0	0,5	1,0	7,0	0,7	0,4	0,9	0,7	0,5	0,9	3,0	0,8	0,4	1,0	5,83	1,36	8,67	M	MB	MA
Aumento de empleo	+	+	+	0,8	0,5	0,9	7,0	0,8	0,4	0,9	0,8	0,5	1,0	3,0	1,0	0,6	1,0	5,98	1,6	8,37	M	MB	MA
Aumento de comercialización	+	+	+	0,7	0,4	0,8	7,0	0,8	0,3	1,0	0,9	0,5	1,0	3,0	1,0	0,7	1,0	5,63	1,26	8	M	MB	MA
Mejoramiento en servicios basicos	+	+	+	0,6	0,3	0,7	7,0	0,7	0,4	0,8	0,7	0,3	0,7	3,0	0,8	0,5	0,8	3,5	0,7	4,42	B	MB	M
Uso excesivo de agroquímicos	-	-	-	1,0	1,0	0,7	7,0	0,9	0,7	0,4	0,7	0,5	0,6	3,0	1,0	1,0	1,0	7,41	5,45	3,28	A	M	B
Contaminación de suelos	-	-	-	0,8	0,5	0,5	7,0	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	3,0	1,0	1,0	1,0	4,75	2,55	2,2	M	B	B
Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del Distrito	-	-	-	0,7	0,1	0,7	7,0	0,6	0,1	0,6	0,7	0,1	0,6	3,0	1,0	0,1	1,0	4,16	0,04	3,86	M	MB	B
Desviacion de los cauces en ríos y quebradas	-	-	-	0,7	0,2	0,6	7,0	0,6	0,3	0,6	0,7	0,2	0,6	3,0	1,0	0,3	1,0	4,16	0,26	3,31	M	MB	B
Inundación de predios por rupturas de tuberías	-	-	-	0,8	0,1	0,6	7,0	0,6	0,1	0,6	0,7	0,1	0,7	3,0	1,0	0,1	0,8	4,75	0,04	3,2	M	MB	B
Perdida de la cobertura vegetal	-	-	-	0,7	0,5	0,7	7,0	0,6	0,4	0,8	0,7	0,4	0,7	3,0	1,0	0,7	1,0	4,16	1,61	4,84	M	MB	M
Contaminacion de aguas superficiales por vertimiento de residuos quimicos en los cauces de ríos y quebradas	-	-	-	0,7	0,5	0,5	7,0	0,8	0,4	0,4	0,9	0,6	0,6	3,0	1,0	0,6	1,0	5,63	1,74	2,34	M	MB	B
Desplazamiento de fauna	-	-	-	0,6	0,2	0,5	7,0	0,8	0,4	0,6	0,8	0,3	0,7	3,0	1,0	0,2	0,7	4,49	0,29	2,52	M	MB	B
Remoción en masa	-	-	-	0,9	0,2	0,8	7,0	0,8	0,3	0,8	0,9	0,4	0,8	3,0	1,0	0,3	1,0	7,24	0,35	5,98	A	MB	M
Erosión del suelo	-	-	-	0,6	0,3	0,5	7,0	0,8	0,3	0,7	0,6	0,3	0,5	3,0	1,0	0,4	1,0	3,82	0,55	2,73	B	MB	B
Deterioro del paisaje natural	-	-	-	0,8	0,4	0,7	7,0	0,7	0,3	0,7	0,8	0,4	0,7	3,0	1,0	0,4	1,0	5,54	0,82	4,5	M	MB	M
Compactación del suelo	-	-	-	0,7	0,3	0,6	7,0	0,8	0,4	0,8	0,7	0,4	0,6	3,0	1,0	0,4	1,0	4,84	0,7	3,82	M	MB	B

Orden de viabilidad ambiental

2	3	1
---	---	---

A1: Con Proyecto. A2: Sin Proyecto.

A3: Con Proyecto y Plan de manejo Ambiental.

MA: Muy Alta. A: Alta. M: Media.

B: Baja. MB: Muy Baja

Cuadro 8. Unidades de impactos ambientales según el método de Batelle Columbus

CATEGORIAS MEDIO AMBIENTALES	COMPONENTES (IMPACTOS AMBIENTALES)	PARAMETRO	VALORES ORIGINALES PARA ESCENARIOS O ALTERNATIVAS				CALIDAD AMBIENTAL (CA)			PESO (UIP)	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTALE (UIA=CA*UIP)		
			UNIDAD	A1	A2	A3	A1	A2	A3		A1	A2	A3
Ecologico 400	Mayor oferta de agua en época de estiaje para el sector agropecuario	Caudal	m3/seg	1	0	1	1	0,2	1	70	70	14	70
	Uso excesivo de agroquímicos	O. disuelto	mg/l	8	4	7	0,4	0,1	0,2	65	26	6,5	13
	Contaminación de suelos	Metales pesados	ppm	8	4	6	0,6	0,4	0,5	35	21	14	17,5
	Desviación de los cauces en ríos y quebradas	Probabilidad	%	60	15	40	0,6	0,1	0,7	15	9	1,5	10,5
	Inundación de predios por ruptura de tuberías	Area afectada	%	30	0	15	0,7	0,1	0,5	15	10,5	1,5	7,5
	Perdida de la cobertura vegetal	Area afectada	%	30	10	20	0,3	0,2	0,3	40	12	8	12
	Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas	O. disuelto	mg/l	8	5	6	0,4	0,2	0,3	50	20	10	15
	Desplazamiento de fauna	N° especies	unidades	3	1	2	0,7	0,3	0,4	20	14	6	8
	Remoción en masa	Volumen	m3	10000	4000	6000	0,9	0,6	0,8	20	18	12	16
	Erosión del suelo	Volumen	ton/año	1	0,5	0,8	0,7	0,5	0,6	20	14	10	12
	Deterioro del paisaje natural	Area afectada	%	20	0	15	0,2	0,8	0,7	30	6	24	21
Compactación del suelo	Unidades	Mpa	2	1	1	0,5	0,2	0,3	20	10	4	6	
Economico 400	Aumento del precio de la tierra	Costo-Venta	\$/ha (10000)	6000	3500	7000	0,4	0,2	0,6	60	24	12	36
	Aumento de la producción agrícola	ton / ha	%	15	2	25	0,4	0,1	0,8	50	20	5	40
	Aumento de ingresos económicos	Igreso	%	40	0	40	0,7	0,3	0,9	55	38,5	16,5	49,5
	Aumento de la diversificación agrícola	Clases-cultivo	Gra. (0 - 10)	6	2	8	0,6	0,3	1	40	24	12	40
	Ampliación del área cultivada	Area	%	30	0	30	0,4	0	0,5	40	16	0	20
	Aumento en la actividad acuícola	Area	%	20	0	20	0,3	0,1	0,4	30	9	3	12
	Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras	Nivel tecnologico	Escala (0-10)	6	0	1	0,7	0,1	1	25	17,5	2,5	25
	Aumento de empleo	Empleos	jn/ha-año	110	60	150	0,8	0,2	0,9	40	32	8	36
	Aumento de comercialización	Ventas	%	30	0	40	0,8	0,2	0,9	35	28	7	31,5
Mejoramiento en servicios básicos	Ingreso	%	40	0	40	0,7	0,3	0,9	25	17,5	7,5	22,5	
Social 200	Daño de la propiedad asociada con las zonas de servidumbre del Distrito	Grado afectación	Escala (0-10)	4	0	3	0,7	0	0,5	60	42	0	30
	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	Cantidad	%	100	50	100	0,9	0,3	1	80	72	24	80
	Aumento de presencia institucional y de inversión social en general	Cantidad	%	100	20	100	0,9	0,4	1	60	54	24	60
TOTAL									1000	625	233	691	
ORDE DE VIABILIDAD AMBIENTAL										2	3	1	

A1: Con Proyecto.

A2: Sin Proyecto.

A3: Con Proyecto y Plan de manejo Ambiental.

7.3) Identificación de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas según el método de la matriz DOFA

Una vez realizada la identificación y evaluación de los diversos impactos ambientales generados a partir de la construcción y puesta en marcha del distrito de mediana escala Contador que pueden afectar potencialmente a el agua, suelo y demás factores en la cuenca del río Guachicos, se procede a efectuar un análisis con ayuda de la herramienta de planeación DOFA permitiendo identificar las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas asociadas a los impactos identificados.

Los resultados obtenidos se relacionan a continuación:

Cuadro 9. Oportunidades y Amenazas identificadas en el distrito de mediana escala Contador.

Código	Enunciado
O ₁	Apoyos financieros y de asesoría para darle valor agregado a los productos.
O ₂	Cercanía al casco urbano de Pitalito
O ₃	Comercialización de productos en el mercado regional y nacional
O ₄	Aumento de demanda de alimentos
O ₅	Generación de empresa
O ₆	Disponibilidad de mano de obra calificada en el sector agropecuario
O ₇	Implementación de nuevas tecnologías para el mejoramiento de la producción
O ₈	Oferta hídrica apta para el desarrollo de actividades agropecuarias
O ₉	Facilidad de transporte para la comercialización de los productos
Amenazas	
Código	Enunciado
A ₁	Contaminación por disposición de basuras, aguas negras y grises
A ₂	Reducción de los bosques de galería responsables de la protección del cauce del río Guachicos
A ₃	Problemas de salud debido a la contaminación química
A ₄	Variación en los precios de los productos agropecuarios
A ₅	Conexiones fraudulentas
A ₆	Falta de apoyo gubernamental
A ₇	Torrencialidad del río y sus afluentes
A ₈	Áreas inundables
A ₉	Fenómenos climáticos
A ₁₀	Baja capacidad económica de los usuarios del distrito

7.4) Descripción de impactos, oportunidades y amenazas ambientales

A continuación se describen los impactos oportunidades y amenazas ambientales. Seleccionados como más relevantes según los métodos empleados (matriz de Leopold, diagrama de redes, encuesta y reconocimiento de campo con lista de comprobación).

7.4.1) Impactos positivos

Aumento del precio de la tierra (IP₁):

Un factor inherente para la tasación de la tierra de uso agrícola es la disponibilidad de aguas para el correcto desarrollo de las actividades productivas, es así como en el sector agrícola se ubica la insuficiencia de riego como su principal escollo para la diversificación de los cultivos en busca de una mayor rentabilidad y así poder generar mayores ingresos económicos.

En la actualidad el precio de la tierra para uso agrícola esta en promedio por hectárea en \$30'000.000 (Sin proyecto). A partir del suministro de agua con el distrito de riego el valor pasaría a \$ 60'000.000 aproximadamente, lo que representaría a un incremento del 100 % del costo inicial.

Aumento de la producción agrícola (IP₂):

Entre los aspectos que más han influido en el escaso desarrollo agropecuario de la zona reportados en el EOT del Municipio de Pitalito está el agronómico, debido a la poca disponibilidad de agua para para las labranzas, a partir de esto se hace imperioso el riego para suplir la necesidad de agua de un cultivo, o la cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por la evaporación y transpiración que es muy elevada haciendo que se altere significativamente el rendimiento de las actividades agropecuarias implementadas en la zona.

Con la construcción del distrito de mediana escala Contador se busca beneficiar a los usuarios de las veredas La Palma, Cabuyal del Cedro, Santa Inés, San Francisco, Camberos, Hacienda Laboyos, Valle Verde, Contador, Rincón de Contador y Llano Grande; en busca de garantizar que cultivos no sufran estrés hídrico y puedan aumenten sus rendimientos satisfactoriamente.

Aumento de ingresos económicos (IP₃):

A partir de la información suministrada por el distrito de mediana escala Contador con la construcción de la obra hidráulica los usuarios se han beneficiados debido que el volumen de la producción en la zona alcanzará las 1.980 toneladas de productos agrícolas. Los Beneficios Netos percibidos durante este periodo de tiempo producen unos ingresos totales de \$5.711.879.400 Los ingresos netos totales del Proyecto,

repartidos entre los 306 Beneficiarios significan un ingreso promedio por familia del orden de los \$18.666.727 por hectárea /año.

Aumento de la diversificación agrícola (IP₄):

Con la puesta en marcha del proyecto de riego en la zona de Contador los agricultores cuentan con el recurso agua constantemente y así han podido diversificar sus cultivos en busca de una mayor rentabilidad económica y controlar también las plagas y enfermedades con base a la rotación de cultivos. A continuación se relacionan los cultivos con proyecto y sin proyecto del área de estudio, obteniendo los cultivos con proyecto gracias a tabulación de encuesta realizada.

Tabla 2. Cultivos del proyecto.

Sin proyecto	Con proyecto
Café	Pastos
Café – Cacao	Café
Lulo	Plátano
Maíz	Pepino
Pitahaya	Yuca
Tomate	Cítricos
	Aguacate
	Ganadería
	Piscicultura
	Frutales
	Lulo
	Frijol
	Piscina (Recreación)
	Zapallo
	Papaya
	Semillero de café
	Cacao

Fuente. Estudio técnico ambiental del distrito de riego contador en el municipio de Pitalito-Huila.

Ampliación del área cultivada (IP₅):

Según estudios realizados en el proyecto; los suelos de esta zona poseen una fertilidad media, adecuada para el establecimiento de diferentes cultivos, que permiten un buen desarrollo de los mismos; esto debido a que son zonas ubicadas en el valle del río Guachicos, donde se acumulan ciertas cantidades de materia orgánica que proviene de las crecientes del río.

El área cultivada se puede ampliar de manera significativa puesto que los agricultores cuentan con un suministro constante de agua para la implementación de los cultivos como lo son en gran parte de la región el Lulo y Café.

7.4.2) Impactos negativos.

Uso excesivo de agroquímicos (IN₁):

En la mayoría de los círculos agrícolas científicos se ha llegado a la percepción general de que la agricultura moderna enfrenta una crisis ambiental. La raíz de esta crisis radica en el uso de prácticas agrícolas intensivas basadas en el uso de altos insumos que conllevan a la degradación de los recursos naturales a través de procesos de erosión del suelo, salinización, contaminación con pesticidas, desertificación, pérdidas de la fitomasa y por ende reducciones progresivas de la productividad. La pérdida de rendimientos por plagas en muchos cultivos, a pesar del incremento sustancial en el uso de pesticidas, es un síntoma de esta crisis (Altieri , 1994).

A partir de la puesta en marcha del distrito de riego los cultivos comerciales han tenido un protagonismo mucho más relevante en la zona de estudio siendo el cultivo más representativo de esto **El Lulo**. Los agricultores se han visto en la necesidad de hacer empleo de los agroquímicos para ejercer un control efectivo de las plagas y enfermedades que atacan a las plantas, tales insumos son los plaguicidas, herbicidas, abonos entre otros, que realizan un control de plagas y malezas y a su vez complementan los requerimientos nutricionales de las plantas.

Contaminación de suelos (IN₂):

Las actividades económicas, especialmente la agricultura, están haciendo un uso cada vez más intensivo del suelo, empleando insumos como plaguicidas y fertilizantes, con el fin de obtener alimentos. Igualmente, otras actividades productivas también usan de manera intensiva este recurso, situación que está conduciendo a una degradación creciente del suelo, así como a una pérdida irrecuperable del mismo (Silva Arroyave & Correa Restrepo, 2009).

El empleo de los agro insumos ocasionan un daño en el suelo puesto que las trazas remanentes de las aplicaciones pueden llegar a las fuentes hídricas mediante escorrentía, también puede generar la salinización de los suelos provocando la paulatina erosión del suelo y por consiguiente la pérdida de fertilidad y en última instancia la producción de los cultivos (FAO, 1992).

Desviación de los cauces en ríos y quebradas (IN₅):

Con la construcción de las obras hidráulicas que conlleva a la puesta en marcha del distrito de riego se hace inevitable la desviación de los cauces de ríos y quebradas. En el río Guachicos se realizaron varias desviaciones para la construcción de la bocatoma de fondo ubicada en el corregimiento de Bruselas y un paso fluvial en el puente que comunica a la vereda Holanda y Santa Inés, lo cual representa un riesgo inevitable en la ejecución de estas obras ya que se pueden generar afectaciones irreversibles en la vida acuática.

Inundación de predios por rupturas de tuberías (IN₆):

Este impacto no tiene mucha relevancia puesto que la ruptura de tubería en la red de distribución es eventual, el lugar que más sufre de estos daños es la vereda Hacienda Laboyos, en la cual mediante entrevista y recorrido a campo los usuarios han manifestado que sus predios han sido inundados por la ruptura de tuberías pero que la respuesta del personal operativo del distrito de riego es rápida y solucionan con suficiencia las emergencias.

Pérdida de la cobertura vegetal (IN₇):

Con la construcción de las obras hidráulicas del distrito de mediana escala Contador, de alguna u otra manera se vio afectada la cobertura vegetal debido a las excavaciones y remoción en masa que se realizaron. Pero este impacto no tuvo repercusiones significativas ya que las intervenciones se realizaron al borde de la malla vial de la región, y la tala de árboles, afectaciones a cultivos y potreros fue muy poca.

Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas (IN₈):

La utilización inadecuada y excesiva de plaguicidas en la agricultura ha traído como consecuencia la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales. Se ha reportado la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados, carbamatos, triazinas y piretroides, entre otros, en aguas superficiales cercanas a zonas de producción agrícola en Venezuela, Colombia, Ecuador y México (Benitez & Miranda, 2013).

En el caso de nuestra área de estudio esta contaminación se da mediante la escorrentía que se provoca por el agua de riego y las lluvias que llevan consigo trazas de los plaguicidas que afectan de gran manera la vida en los cuerpos acuáticos en la zona. En las veredas que más se puede presentar esta actividad son Holanda, Limón y San Francisco por su cercanía al río y diversos drenajes naturales. Otra forma de contaminación de las aguas superficiales es el lavado de los implementos de trabajo en el campo como lo son canecas, fumigadoras y mangueras en los cauces que provocan envenenamiento a los animales que tienen su hábitat en estas fuentes.

7.4.3) Oportunidades

Apoyos financieros y de asesoría para darle valor agregado a los productos (O₁):

Es una de las oportunidades que ofrece la región puesto que en la zona existen entidades financieras como el Banco agrario que ofrecen la oportunidad de acceder a mecanismos de crédito para poder desarrollar las actividades agropecuarias y poder obtener beneficios económicos y así poder darle un valor agregado a los múltiples productos agrícolas que se cultivan en la región, por otra parte en diferentes establecimientos de comercialización de insumos le brindan la oportunidad de asesoría para la implementación de cultivos así como también la Universidad Surcolombiana, en la cual se forman profesionales que podrían aportar a mejorar el sector primario de sur del Huila.

Cercanía al casco urbano de Pitalito (O₂):

Es una de las oportunidades más relevantes puestos que el área del proyecto se encuentra ubicada en la parte baja que comprende las veredas (Hacienda Laboyos, Camberos, Contador, Llano grande y Rincón de contador a 15 minutos en vehículo del casco urbano del municipio de Pitalito y la parte alta en las veredas Holanda, El Limón a 10 minutos en vehículo del corregimiento de brúcelas. Lugares en los cuales los usuarios del distrito de riego pueden comercializar sus productos y acceder a otros servicios, además también les facilita el acceso los colegios públicos y universidades. Esta oportunidad se puede maximizar con el mejoramiento de la malla vial que comunican con los cascos urbanos.

Comercialización de productos en el mercado regional y nacional (O₃):

Por su ubicación y cercanía al casco urbano, los agricultores pueden comercializar sus productos como lo son: Tomate, Café, Pepino, Plátano entre otros, con mayor facilidad y tienen la posibilidad de llevar sus productos a otros municipios e incluso departamentos como el putumayo y Cundinamarca para poder obtener mayores réditos económicos.

Aumento de demanda de alimentos (O₄):

Con el crecimiento demográfico que está experimentando el municipio de Pitalito y la sociedad en general se aumenta la demanda de servicios públicos y por ende la demanda de alimentos en la región, haciendo que los productos cultivados por los agricultores del área de influencia del distrito de riego tengan más oportunidad de comercializar todas las frutas y verduras y así no generar una perdida monetaria y obtener una mejor calidad de vida.

Generación de empresa (O₅):

En nuestro país la generación de empresa en el sector rural es relativamente sencilla, puesto que en las alcaldías municipales encabezadas por la UMATA (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria), incentivan a las comunidades a asociarse con apoyo económico de las alcaldías en conjunto con los habitantes para generar ya puede ser una cooperativa, empresa asociativa entre otras para un bien común, un gran bastión de esta generación de empresa es el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) con la formación idónea de los profesionales. En nuestra área de influencia se existen cooperativas de compra de café especial, y empresas familiares.

7.4.4) Amenazas

Contaminación por disposición de basuras, aguas negras y grises (A₁):

Una de las principales amenazas que se evidencian en el distrito de mediana escala Contador es la mala disposición de las basuras, debido a que el carro recolector de residuos sólidos no ingresa a las veredas provocando que las basuras sean desechadas en bosques e incluso directamente en los afluentes. De igual forma la poca conciencia ambiental al no realizar el manejo de estas con el reciclaje y el uso de diferentes métodos para el tratamiento de aguas residuales y por consiguiente evitar que las diferentes veredas que no cuentan con una red de alcantarillado se vean obligados a verter las aguas negras, grises, mucilago del café y desechos pecuarios a las fuentes hídricas (rio Guachicos y quebradas de la zona).

Reducción de los bosques de galería responsables de la protección del cauce del rio Guachicos (A₂):

El rio Guachicos nace en la vereda porvenir que se encuentra ubicada en el corregimiento de Bruselas del municipio de Pitalito, rodeado de una zona boscosa aproximadamente de 5.000 hectáreas de bosque que sirve de protección y conservación de ese afluente, pero día a día se evidencia deforestación masiva del bosque que compromete directamente a esta importante fuente hídrica y que a futuro en época del fenómeno del niño se puede ver comprometida la cantidad de agua necesaria para el distrito.

Problemas de salud debido a la contaminación química (A₃):

Debido al incremento de la diversidad de cultivos que se encuentra en esta zona y su alta demanda de agroquímicos que se requieren para el control de las diferentes plagas que actúan directamente en los cultivos la solución más asequible para el campesino es el control químico.

La explotación agrícola de la zona se incrementa debido a que las condiciones edáficas favorecen la implementación de diversos cultivos, con ellos el uso de nutrientes y productos químicos para control fitosanitario de amplio espectro que afectan el equilibrio ambiental y la salud de quienes los cultivan y los mismos habitantes, caso específico de mencionar es el cultivo de lulo el cual requiere un control con cantidades excesivas de químicos.

Variación en los precios de los productos agropecuarios (A₄):

El productor agropecuario de esta zona no es la excepción a una gran problemática nacional que enfrenta el sector primario al no contar con políticas económicas que garanticen la estabilidad de los precios de los productos y seguros para las cosechas y productos pecuarios.

Conexiones fraudulentas (A₅):

Los beneficiarios del distrito de mediana escala Contador se pueden ver afectados por el beneficio fraudulento de algunos habitantes de la zona que realizan conexiones ilegales afectando directamente la tubería provocando daños como; ruptura en la tubería, fugas de agua, bolsas de aire entre otros, poniendo en riesgo el suministro apropiado del líquido a cada usuario.

8) PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental “PMA” para el proyecto del distrito de mediana escala Contador es el conjunto detallado de actividades, que están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto, también incluye las medidas que conlleven a la conservación y mejoramiento de factores ecológicos, económicos y sociales del área de influencia del proyecto.

8.1) Objetivos del plan de manejo

De conformidad con los impactos seleccionados mediante los cuatro métodos empleados se formularon cinco objetivos; en el cuadro 10 se detallan los objetivos que enmarca el plan de manejo ambiental con los cuales se busca minimizar los impactos negativos y amenazas de igual forma, se maximizan los impactos positivos y las oportunidades.

8.2) Descripción de programas y proyectos ambientales

8.2.1) Programa de Administración del Minidistrito.

Este programa tiene la finalidad el buen funcionamiento del distrito de mediana escala Contador además de que la comunidad establezca su normatividad operacional, para ello se generan 3 proyectos: Proyecto de administración del distrito, proyecto de reglamentación del distrito y proyecto de planeación agropecuaria del distrito.

Proyecto de Administración del distrito

Con el fin de lograr un buen funcionamiento y operación del distrito de mediana escala Contador se debe crear e implementar una propuesta administrativa acorde con sus necesidades organizacionales, teniendo en cuenta que en la asociación se delegara al personal necesario junto con sus responsabilidades frente a la administración del mismo. Esta propuesta les permitirá fortalecerse en un esquema que estará liderado por la asociación de usuarios, la cual dictará lineamientos generales y tomará decisiones trascendentales para que sean adoptadas y aplicadas por la junta directiva que tendrá en el presidente el representante legal del distrito. La asociación de usuarios se reunirá ordinaria y extraordinariamente conforme lo establezcan los estatutos aprobados en asamblea.

Cuadro 10. Objetivos Del Plan De Manejo Ambiental

Objetivos del Plan de Manejo Ambiental					
Objetivos		Impactos, oportunidades y amenazas a maximizar o minimizar			
Codigo (Oi)	Enunciado	IPi	INi	Oi	Ai
O1	Maximizar el desarrollo tecnologico en el sector rural	IP1 IP2 IP3 IP4 IP5 IP9 IP13	IN1 IN25	O1 O5 O7	A2 A3
O2	Minimizar la erosion del suelo, remocion en masa y modificaciones en los causes de rios y quebradas	IP5	IN1 IN2 IN5 IN7 IN13 IN17 IN18 IN21 IN25	O7	A1 A2 A3
O3	Maximizar la productividad agropecuaria	IP3 IP4 IP5 IP7 IP9 IP10		O1 O2 O3 O4 O5 O6 O7 O8 O9	A10
O4	Minimizar los daños a la propiedad privada y sectores aledaños a las obras hidraulicas del distrito	IP6 IP11	IN4 IN6	O6	A5
O5	Maximizar la participacion, orgaizacion y conciencia ambiental en la	IP6 IP11	IN1 IN2 IN7 IN8 IN13 IN17 IN21	O1 O2 O3 O5	A1 A2 A3 A5

Proyecto de capacitación al personal administrativo y operacional

Según el ritmo de vida actual el empleo de capacitaciones y sistemas de información está generando un cambio en la manera de trabajar de las diversas empresas haciéndolas más eficientes en su labor y adquiriendo una ventajas competitivas con respecto a los demás. Es así que para lograr una prestación de servicio óptimo para los usuarios se hace necesario la constante actualización y capacitación del personal administrativo y operacional del distrito de riego en aptitudes como atención al cliente, contabilidad y finanzas en cuestión de la parte administrativa y en la operacional capacitación sobre tuberías y funcionamientos de obras hidráulicas presurizadas.

Para la realización de estas actividades la financiación se debe hacer por parte de la asociación de usuarios.

Proyecto de reglamentación del distrito

Mediante asamblea la asociación de usuarios del distrito de mediana escala Contador establecerá los lineamientos necesarios para la convivencia y correcto empleo de este, para esto se debe tener en cuenta la reglamentación existente para el manejo de los recursos naturales y reglamentos de otros distritos de riego de menor escala. Algunas de las disposiciones que se puede reglamentar son: implementación de una tarifa básica por el consumo de agua, valor del metro cúbico de agua, multas, sanciones, entre otras.

Proyecto de planeación agropecuaria del distrito

Mediante el estudio agrologico en el área de influencia se debe realizar la propuesta de un plan agropecuario que aproveche todas las condiciones tanto climatológicas como edáficas presentes en la región.

La zona en la que se encuentra ubicado el proyecto ofrece una condiciones favorables por su ubicación estratégica y potencial en recursos de suelos y clima, que permiten desarrollar una agricultura diversificada con el fin de brindar diversas alternativas de producción, las cuales ofrecen mejores condiciones sociales para los potenciales usuarios, especialmente de los que derivan su sostenimiento de la explotación de sus predios. Algunos de los recursos con que cuenta el proyecto son: suelos, infraestructura existente, expectativas de los productores, disponibilidad de mano de obra, tendencia del mercado, entre otros.

Programa de educación y transferencia de tecnología

En el municipio de Pitalito se encuentran instituciones de educación superior como la Universidad Surcolombiana y el Tecnoparque Yamboro entre otros, los cuales son una fuente constante de educación y tecnología agraria las cuales ayudan a elevar el nivel cultural, educativo y tecnológico de los agricultores, es así que en este programa se proponen dos proyectos como lo son: Proyecto de educación en la conservación de recursos naturales y proyecto de transferencia de tecnología en la agricultura.

Proyecto de educación en la conservación de recursos naturales

Este proyecto busca concientizar y capacitar a los usuarios del distrito de riego mediante la implementación de charlas educativas que estén enfocadas en el uso, manejo, conservación y concientización de los recursos naturales, con énfasis en el agua, el suelo, y en la correcta disposición de desechos por agroquímicos que se generan en la zona para finalmente tener como resultado una cultura ecológica entre los usuarios.

Proyecto de transferencia de tecnología en la agricultura

En el municipio de Pitalito se desarrollan en la actualidad diversos programas de transferencia de tecnología como lo son el plan semilla, el cual promueve la formación de microempresas a personas de escasos recursos, el plan semillas limpias que consiste en que los campesinos produzcan sus propias semillas para la implementación de los cultivos lo cual genera un desarrollo positivo en la agricultura de la región, sin embargo se hace imperioso realizar convenios con instituciones con la infraestructura y personal calificado para la aplicación de charlas y capacitaciones en la producción, cosecha y postcosecha de los cultivos y así poder hacer la implementación de nuevos cultivos y mejorar los ingresos económicos y por ende la calidad de vida de los usuarios del distrito.

8.2.2) Programa de desarrollo comunitario

Con este programa lo que se busca es fortalecer la organización comunitaria con la que cuenta el distrito de mediana escala Contador creando un ambiente más idóneo involucrando a los usuarios en las tomas de decisiones que afecte de manera positiva el funcionamiento administrativo del distrito.

Proyecto de intervención de la malla vial (veredal) del distrito de mediana escala Contador

Debido a la ausencia de la administración municipal es de vital importancia que la asociación del distrito de riego y las juntas de acción comunal trabajen en conjunto y se pronuncien antes los entes gubernamentales para gestionar los recursos necesarios como; maquinaria pesada y material de relleno. Para realizar la intervención de la malla vial de cada vereda se trabajará en unión las asociaciones y la secretaria de vías de manera organizada logrando que las vías queden óptimas para la movilidad de las personas que transitan a diario.

Proyecto de fortalecimiento de la Organización Comunitaria

La realización de actividades lúdicas, culturales y deportivas, son básicas para la formación y unión de los usuarios del distrito, ya que estas hacen parte de la vida del ser humano logrando unir de manera amigable a las personas y fortaleciendo los lazos de convivencia de las veredas benefactoras de este proyecto.

8.2.3) Programa para el uso eficiente y ahorro de agua

Según la ley 373 de 1997 todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua con su respectiva aprobación por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción.

Este programa deberá ser quinquenal y estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad entre otras, que defina en este caso el proyecto del distrito de riego Contador.

Proyecto de campañas educativas y de concientización a la comunidad para el uso racional y eficiente del recurso hídrico

Para la aplicación de estas campañas se hace necesaria la colaboración de entidades con los conocimientos específicos sobre el uso y cuidado del recurso hídrico puesto que es considerado según el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible como un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente. Dichas entidades son las instituciones de educación superior como la Universidad Surcolombiana que puede jugar un papel de mucha importancia con los profesionales en formación, la Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM).

La asociación de usuarios debe realizar los convenios necesarios para la gestión de las capacitaciones en los diferentes temas medioambientales y así formar una conciencia y cultura ecológica en la región para la sostenibilidad de este importante recurso.

Proyecto de manejo y disposición de residuos peligrosos (agroquímicos)

Con el fin de evitar la reutilización y la mala disposición de residuos peligrosos empleados en el desarrollo de las actividades agrícolas se hace necesaria la puesta en marcha de este proyecto con el fin de prevenir el envenenamiento de personas, animales y la posible contaminación de las fuentes hídricas en la región teniendo en cuenta que según el comité de cafeteros en Colombia existe una iniciativa de parte de las empresas que fabrican agroquímicos afiliadas a la Cámara Procultivos de la ANDI desde el año 1998 la cual promueve la correcta disposición de los envases y productos. A partir de esta iniciativa en el año 2008 se creó la Corporación Campo Limpio como una entidad sin ánimo de lucro, fundada por las mismas empresas de la Cámara Procultivos y la cual tiene como finalidad el manejo responsable de envases vacíos de agroquímicos y promueve el triple lavado, la adecuada recolección y su disposición final.

Es necesario que los agricultores hagan una correcta disposición de estos desechos para así propender por un cuidado del medio ambiente y sus recursos y poder mitigar los impactos generados por el uso excesivo de agroquímicos en los cultivos.

Proyecto de reforestación y limpieza

Para la protección de las fuentes hídricas en la zona es necesario realizar actividades de reforestación y limpieza en conjunto con la comunidad para ayudar a la recuperación de zonas y poder aumentar y proteger las especies nativas, con el fin de contar con un espacio limpio que beneficie a toda la comunidad.

A partir de esto se hace de vital importancia la creación de reservas forestales que conserven toda la flora y fauna endémica de la región y así proteger los nacedores de los ríos y quebradas que son la fuente de abastecimiento de los diferentes acueductos tanto municipal como veredales y de los diferentes distritos de riego implementados en la región.

9) MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL DISTRITO DE MEDIANA ESCALA CONTADOR.

En el cuadro 7 se enseñan para cada impacto, oportunidad y amenaza las medidas de mitigación más relevantes para el distrito de mediana escala Contador. Además, en los cuadros 8 y 9 se presenta cada impacto, oportunidad y amenaza para las medidas enunciadas respectivamente, finalmente en el cuadro 10 el resumen de los cuadros 7, 8 y 9.

Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de mediana escala Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
IP ₁	Aumento del precio de la tierra	M ₁	Mejoramiento de la infraestructura en las viviendas realizando la construcción de baterías sanitarias, pozos sépticos, adecuación de cocinas y pisos.
		M ₂	Realizar instalaciones de sistemas de riego localizado en parcelas demostrativas teniendo en cuenta el requerimiento hídrico del cultivo implementado.
		M ₃	Realizar adecuaciones a la infraestructura de producción agropecuaria.
		M ₄	Realizar actividades para mejorar el estado de las vías de acceso al área de influencia realizando limpieza de cunetas y tapado de huecos.
IP ₂	Aumento de la producción agrícola	M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.
		M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₇	Capacitar al agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.

Continuación Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de riego Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
IP ₃	Aumento de ingresos económicos	M ₃	Realizar adecuaciones a la infraestructura de producción agropecuaria.
		M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.
		M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a el plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el area de influencia (Asocontador 2013, 130).
		M ₁₀	Realizar conferencias sobre actualización en nuevas tecnologías a los usuarios del distrito de riego en el manejo de ganado doble propósito para un uso mas eficiente de los pastizales.
IP ₄	Aumento de la diversificación agrícola	M ₇	Capacitar a el agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.
		M ₁₁	Incentivar a los usuarios del distrito la implementación de policultivos en la zona para la obtención de diferentes productos en la misma área.
		M ₁₂	Implementar nuevos metodos de producción como el modelo agrosilvopastoril para un empleo de los terrenos mas eficiente.
IP ₅	Ampliación del area cultivada	M ₃	Realizar adecuaciones a la infraestructura de producción agropecuaria.
		M ₁₁	Incentivar a los usuarios del distrito la implementación de policultivos en la zona para la obtención de diferentes productos en la misma área.
		M ₁₃	Crear grupos asociativos con modelos de producción novedosos que incentiven al usuario el aprovechamiento de terrenos vacios.

Continuación Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de mediana escala Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
IN ₁	Uso excesivo de agroquímicos	M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.
		M ₇	Capacitar al agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₁₂	Implementar nuevos métodos de producción como el modelo agrosilvopastoril para un empleo de los terrenos más eficiente.
		M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.
IN ₂	Contaminación de suelos	M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.
		M ₇	Capacitar a el agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₁₂	Implementar nuevos métodos de producción como el modelo agrosilvopastoril para un empleo de los terrenos más eficiente.
		M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.
		M ₂₁	Reducción en la aplicación de agroquímicos (fungicidas, insecticidas, etc.)
IN ₅	Desviación de los cauces en ríos y quebradas	M ₂₄	Evitar la construcción de obras hidráulicas innecesarias que afecten el cauce natural del río.
		M ₂₅	Implementación de muros de contención que impidan los desbordes del río en las zonas más vulnerables así como en la bocatoma y desarenador para evitar la destrucción de estas.
IN ₆	Inundación de predios por rupturas de tuberías	M ₂₂	Reuniones con las personas ajenas al distrito de riego para acordar medidas de compensación por los daños causados.
		M ₂₃	Realización de mantenimientos constantes a redes de distribución para prevenir daños por inundaciones en los predios.
IN ₇	Pérdida de la cobertura vegetal	M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.
		M ₂₆	Establecimiento de reservas forestales así como también jornadas de reforestación para la protección de la flora y fauna endémica de la región.
		M ₂₇	Charlas de concientización sobre la protección del medio ambiente a los directivos y usuarios del distrito de riego Contador.
IN ₈	Contaminación de aguas superficiales por vertimiento de residuos químicos en los cauces de ríos y quebradas	M ₁	Mejoramiento de la infraestructura en las viviendas realizando la construcción de baterías sanitarias, pozos sépticos, adecuación de cocinas y pisos.
		M ₂₈	Recolección de residuos sólidos a las riveras del río Guachicos
		M ₂₉	Construcción de plantas de tratamiento de agua residuales en la zona

Continuación Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de mediana escala Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
O ₁	Apoyos financieros y de asesoría para darle valor agregado a los productos.	M ₂	Realizar instalaciones de sistemas de riego localizado en parcelas demostrativas teniendo en cuenta el requerimiento hídrico del cultivo implementado.
		M ₄	Realizar actividades para mejorar el estado de las vías de acceso al área de influencia realizando limpieza de cunetas y tapado de huecos.
		M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.
		M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₇	Capacitar al agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a él plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el área de influencia (Asocontador 2013, 130).
		M ₁₆	Implementar asistencias técnicas en actividades pecuarias.
		M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.
		M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.
O ₂	Cercanía al casco urbano de Pitalito	M ₄	Realizar actividades para mejorar el estado de las vías de acceso al área de influencia realizando limpieza de cunetas y tapado de huecos.
		M ₁₈	Gestión de proyectos de inversión social para el mejoramiento de la malla vial y vivienda.
		M ₃₃	Mejoramiento en el parque automotor en las empresas de transporte público.
O ₃	Comercialización de productos en el mercado regional y nacional	M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y pos cosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.

Continuación Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de mediana escala Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
O ₄	Aumento de demanda de alimentos	M ₃	Realizar adecuaciones a la infraestructura de producción agropecuaria.
		M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.
		M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a él plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el área de influencia (Asocontador 2013, 130).
		M ₁₀	Realizar conferencias sobre actualización en nuevas tecnologías a los usuarios del distrito de riego en el manejo de ganado doble propósito para un uso más eficiente de los pastizales.
		M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.
O ₅	Generación de empresa	M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₇	Capacitar al agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.
		M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a él plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el área de influencia (Asocontador 2013, 130).
		M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.
		M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.
		M ₃₄	Generación de proyectos para la creación de microempresa por parte de los usuarios del distrito de riego.

Continuación Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de riego Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
A ₁	Contaminación por disposición de basuras, aguas negras y grises	M ₁	Mejoramiento de la infraestructura en las viviendas realizando la construcción de baterías sanitarias, pozos sépticos, adecuación de cocinas y pisos.
		M ₂₈	Recolección de residuos sólidos a las riveras del río Guachicos
		M ₂₉	Construcción de plantas de tratamiento de agua residuales en la zona
A ₂	Reducción de los bosques de galería responsables de la protección del cauce del río Guachicos	M ₁₂	Implementar nuevos métodos de producción como el modelo agrosilvopastoril para un empleo de los terrenos más eficiente.
		M ₂₆	Establecimiento de reservas forestales así como también jornadas de reforestación para la protección de la flora y fauna endémica de la región.
		M ₂₇	Charlas de concientización sobre la protección del medio ambiente a los directivos y usuarios del distrito de riego Contador.
		M ₂₈	Recolección de residuos sólidos a las riveras del río Guachicos
		M ₃₀	Gestión de charlas con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) para el cuidado y protección de las especies nativas de la región.
A ₃	Problemas de salud debido a la contaminación química	M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₂₁	Reducción en la aplicación de agroquímicos (fungicidas, insecticidas, etc.)

Continuación Cuadro 11. Medidas para los impactos (IPi – INi), Oportunidades (Oi) y Amenazas (Ai) del distrito de mediana escala Contador.

Impactos, oportunidades y amenazas ambientales con sus respectivas medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección.			
Impacto, oportunidad, amenaza (código)	Enunciado de impacto, oportunidad o amenaza	Medida (código)	Enunciado de la medida
A ₄	Variación en los precios de los productos agropecuarios	M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.
		M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.
		M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a él plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el área de influencia (Asocontador 2013, 130).
		M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.
A ₅	Conexiones fraudulentas	M ₃₆	Monitoreo constante por parte de los operarios del distrito a las conexiones de cada predio.
		M ₃₇	Instalación de medidores de caudal entregado a cada usuario.
A ₆	Falta de apoyo gubernamental	M ₁₈	Gestión de proyectos de inversión social para el mejoramiento de la malla vial y vivienda.
		M ₃₄	Generación de proyectos para la creación de microempresa por parte de los usuarios del distrito de riego.

Cuadro 12. Medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección para los diferentes impactos ambientales.

Medida (código)	Enunciado de la medida	Impacto minimizado - maximizado
M ₁	Mejoramiento de la infraestructura en las viviendas realizando la construcción de baterías sanitarias, pozos sépticos, adecuación de cocinas y pisos.	IP1, IP13, IP19, IN8, IN21
M ₂	Realizar instalaciones de sistemas de riego localizado en parcelas demostrativas teniendo en cuenta el requerimiento hídrico del cultivo implementado.	IP1, IP10, IP13, IP19, IN18
M ₃	Realizar adecuaciones a la infraestructura de producción agropecuaria.	IP1, IP3, IP5, IP7, IP9, IP13, IP19, IN21
M ₄	Realizar actividades para mejorar el estado de las vías de acceso al área de influencia realizando limpieza de cunetas y tapado de huecos.	IP1, IP11, IP13, IP19, IN21
M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.	IP2, IP3, IP11, IP19, IN1, IN2, IN18
M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.	IP2, IP3, IP9, IP11, IP19
M ₇	Capacitar al agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.	IP2, IP4, IP9, IP11, IP13, IN1, IN2, IN18
M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.	IP2, IP3, IP11, IP13, IP19, IN1, IN2, IN18
M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a él plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el área de influencia (Asocontador 2013, 130).	IP3, IP19, IN18
M ₁₀	Realizar conferencias sobre actualización en nuevas tecnologías a los usuarios del distrito de riego en el manejo de ganado doble propósito para un uso más eficiente de los pastizales.	IP3, IP9, IP11, IP19, IN18
M ₁₁	Incentivar a los usuarios del distrito la implementación de policultivos en la zona para la obtención de diferentes productos en la misma área.	IP4, IP5, IN18

Continuación Cuadro 12. Medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección para los diferentes impactos ambientales.

Medida (código)	Enunciado de la medida	Impacto minimizado - maximizado
M ₁₂	Implementar nuevos métodos de producción como el modelo agrosilvopastoril para un empleo de los terrenos más eficiente.	IP4, IP9, IN1, IN2, IN18, IN25
M ₁₃	Crear grupos asociativos con modelos de producción novedosos que incentiven al usuario el aprovechamiento de terrenos vacíos.	IP5, IP11, IP14, IN21
M ₁₄	Realizar integraciones lúdicas, culturales y deportivas con los usuarios del distrito de riego Contador, juntas veredales y asociaciones de la zona, mejorando la convivencia de las personas.	IP6, IP11
M ₁₅	Realizar reuniones periódicas con los usuarios del distrito donde se les informe las decisiones tomada por la junta administrativa y de igual manera contribuya con ideas en pro del mejoramiento del distrito de riego.	IP6, IP11
M ₁₆	Implementar asistencias técnicas en actividades pecuarias.	IP7, IP9, IN18
M ₁₇	Capacitación a los usuarios del distrito de riego Contador sobre administración del agua.	IP10
M ₁₈	Gestión de proyectos de inversión social para el mejoramiento de la malla vial y vivienda.	IP11, IN21
M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.	IP14
M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.	IN1, IN2, IN7, IN18, IN25
M ₂₁	Reducción en la aplicación de agroquímicos (fungicidas, insecticidas, etc.)	IN2, IN18
M ₂₂	Reuniones con las personas ajenas al distrito de riego para acordar medidas de compensación por los daños caudados.	IN4, IN6

Continuación Cuadro 12. Medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección para los diferentes impactos ambientales.

Medida (código)	Enunciado de la medida	Impacto minimizado - maximizado
M ₂₃	Realización de mantenimientos constantes a redes de distribución para prevenir daños por inundaciones en los predios.	IN4, IN6
M ₂₄	Evitar la construcción de obras hidráulicas innecesarias que afecten el cauce natural del río.	IN5
M ₂₅	Implementación de muros de contención que impidan los desbordes del río en las zonas más vulnerables así como en la bocatoma y desarenador para evitar la destrucción de estas.	IN5
M ₂₆	Establecimiento de reservas forestales así como también jornadas de reforestación para la protección de la flora y fauna endémica de la región.	IN7, IN13, IN18
M ₂₇	Charlas de concientización sobre la protección del medio ambiente a los directivos y usuarios del distrito de riego Contador.	IN7, IN13, IN18
M ₂₈	Recolección de residuos sólidos a las riveras del río Guachicos	IN8
M ₂₉	Construcción de plantas de tratamiento de agua residuales en la zona	IN8
M ₃₀	Gestión de charlas con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) para el cuidado y protección de las especies nativas de la región.	IN13
M ₃₁	Convenio con constructoras de la zona para depositar el material sustraído para la adecuación del predio a construir	IN17
M ₃₂	convenio con las ladrilleras de la región para el aprovechamiento en la construcción de materiales de construcción (ladrillo, teja, bloque, Tolete, entre otros)	IN17

Cuadro 13. Medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección de las oportunidades (Oi), y medidas de corrección de las amenazas (Ai)

Medida (código)	Enunciado de la medida	Oportunidades - Amenazas
M ₁	Mejoramiento de la infraestructura en las viviendas realizando la construcción de baterías sanitarias, pozos sépticos, adecuación de cocinas y pisos.	A1
M ₂	Realizar instalaciones de sistemas de riego localizado en parcelas demostrativas teniendo en cuenta el requerimiento hídrico del cultivo implementado.	O1, O7, O8
M ₃	Realizar adecuaciones a la infraestructura de producción agropecuaria.	O4, O7
M ₄	Realizar actividades para mejorar el estado de las vías de acceso al área de influencia realizando limpieza de cunetas y tapado de huecos.	O1, O2, O9
M ₅	Elaboración de manuales educativos para los usuarios del distrito de riego el cual contenga las pautas necesarias para realizar el aprovechamiento y correcta aplicación del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos.	O1, O4
M ₆	Capacitación a los usuarios del distrito en el manejo de la cosecha y postcosecha de los productos agropecuarios de la zona para generar mayor competitividad en los diferentes mercados.	O1, O3, O4, O5, A4, A10
M ₇	Capacitar al agricultor sobre la importancia de los análisis de suelo, buscando orientación de personal capacitado que determine el uso potencial y las propiedades de los mismos para formular alternativas óptimas para su aprovechamiento.	O1, O5, O6, O7
M ₈	Desarrollo de talleres educativos sobre fertilización a usuarios del distrito de riego para una correcta y eficiente aplicación.	O1, O4, A3, A4
M ₉	Establecer las actividades agrícolas de acuerdo a él plan de cultivos establecidos a partir de los estudios agrologicos realizados en el área de influencia (Asocontador 2013, 130).	O1, O4, O5, O6, A4, A10
M ₁₀	Realizar conferencias sobre actualización en nuevas tecnologías a los usuarios del distrito de riego en el manejo de ganado doble propósito para un uso más eficiente de los pastizales.	O4
M ₁₂	Implementar nuevos métodos de producción como el modelo agrosilvopastoril para un empleo de los terrenos más eficiente.	O7, A2
M ₁₆	Implementar asistencias técnicas en actividades pecuarias.	O1, O6

Continuación Cuadro 13. Medidas de optimización, mitigación, prevención y corrección de las oportunidades (Oi), y medidas de corrección de las amenazas (Ai)

Medida (código)	Enunciado de la medida	Oportunidades - Amenazas
M ₁₈	Gestión de proyectos de inversión social para el mejoramiento de la malla vial y vivienda.	O2, O9, A6
M ₁₉	Realizar estudios de mercadeo en la región para así implementar los cultivos con mayor demanda por parte de la población.	O1, O3, O4, O5, A4
M ₂₀	Establecer un plan de manejo integro de cultivos.	O1, O5, A10
M ₂₁	Reducción en la aplicación de agroquímicos (fungicidas, insecticidas, etc.)	A3
M ₂₄	Evitar la construcción de obras hidráulicas innecesarias que afecten el cauce natural del río.	O6, A7, A8
M ₂₅	Implementación de muros de contención que impidan los desbordes del río en las zonas más vulnerables así como en la bocatoma y desarenador para evitar la destrucción de estas.	O6, A7, A8
M ₂₆	Establecimiento de reservas forestales así como también jornadas de reforestación para la protección de la flora y fauna endémica de la región.	O8, A2, A9
M ₂₇	Charlas de concientización sobre la protección del medio ambiente a los directivos y usuarios del distrito de riego Contador.	O8, A2, A9
M ₂₈	Recolección de residuos sólidos a las riveras del río Guachicos	A1, A2
M ₂₉	Construcción de plantas de tratamiento de agua residuales en la zona	A1
M ₃₀	Gestión de charlas con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) para el cuidado y protección de las especies nativas de la región.	A2, A9
M ₃₃	Mejoramiento en el parque automotor en las empresas de transporte público.	O2, O9
M ₃₄	Generación de proyectos para la creación de microempresa por parte de los usuarios del distrito de riego.	O5, A6
M ₃₅	Implementación de transporte informal (acarreo) para la comercialización de los productos agropecuarios.	O9
M ₃₆	Monitoreo constante por parte de los operarios del distrito a las conexiones de cada predio.	A5
M ₃₇	Instalación de medidores de caudal entregado a cada usuario.	A5

Cuadro 14. Síntesis de la distribución de medidas por impactos, oportunidades y amenazas ambientales

Medida (Código)	Impacto positivo (Código)	Impacto negativo (Código)	Oportunidad (Código)	Amenaza (Código)
M ₁	IP1, IP13, IP19	IN8, IN21		A1
M ₂	IP1, IP10, IP13, IP19	IN18	O1, O7, O8	
M ₃	IP1, IP3, IP5, IP7, IP9, IP13, IP19	IN21	O4, O7	
M ₄	IP1, IP11, IP13, IP19	IN21	O1, O2, O9	
M ₅	IP2, IP3, IP11, IP19	IN1, IN2, IN18	O1, O4	
M ₆	IP2, IP3, IP9, IP11, IP19		O1, O3, O4, O5	A4, A10
M ₇	IP2, IP4, IP9, IP11, IP13	IN1, IN2, IN18	O1, O5, O6, O7	
M ₈	IP2, IP3, IP11, IP13, IP19	IN1, IN2, IN18	O1, O4	A3, A4
M ₉	IP3, IP19	IN18	O1, O4, O5, O6	A4, A10
M ₁₀	IP3, IP9, IP11, IP19	IN18	O4	
M ₁₁	IP4, IP5	IN18		
M ₁₂	IP4, IP9	IN1, IN2, IN18, IN25	O7	A2
M ₁₃	IP5, IP11, IP14	IN21		
M ₁₄	IP6, IP11			
M ₁₅	IP6, IP11			
M ₁₆	IP7, IP9	IN18	O1, O6	
M ₁₇	IP10			
M ₁₈	IP11	IN21	O2, O9	A6
M ₁₉	IP14		O1, O3, O4, O5	A4
M ₂₀		IN1, IN2, IN7, IN18, IN25	O1, O5	A10
M ₂₁		IN2, IN18		A3
M ₂₂		IN4, IN6		
M ₂₃		IN4, IN6		
M ₂₄		IN5	O6	A7, A8
M ₂₅		IN5	O6	A7, A8
M ₂₆		IN7, IN13, IN18	O8	A2, A9
M ₂₇		IN7, IN13, IN18	O8	A2, A9
M ₂₈		IN8		A1, A2
M ₂₉		IN8		A1
M ₃₀		IN13		A2, A9
M ₃₁		IN17		
M ₃₂		IN17		
M ₃₃			O2, O9	
M ₃₄			O5	A6
M ₃₅			O9	
M ₃₆				A5
M ₃₇				A5

10) ESQUEMA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

A continuación en el cuadro 15 se consigna el esquema básico del plan de manejo ambiental para el distrito de mediana escala Contador, a partir de los cuadros 11, 12, 13 y 14. En los cuales se tratan todas las medidas (Mi) que contienen los proyectos (Pi) de cada programa (PGi) para maximizar o minimizar los impactos ambientales (IPi y INi), generados por el proyecto, así como los objetivos (Oi) a cumplir. Además, se proponen algunos posibles ejecutores como lo son la Asociación de usuarios, la CAM, la USCO entre otros.

De igual manera en el cuadro 16 se expone la propuesta realizada para el cronograma de ejecución de todos los proyectos estableciendo los tiempos de desarrollo ideales, por último en el cuadro 17 se diferencia el presupuesto general del plan de manejo ambiental. El plan de manejo ambiental debe actualizarse en su ejecución, teniendo en cuenta las posibles entidades ejecutoras las cuales pueden contribuir con la implementación del PMA y aportando recursos financieros, tecnológicos y humanos.

Cuadro 15. Esquema básico del plan de manejo ambiental.

Programas		Proyectos		Medidas (Mi)	Impactos		Objetivos a cumplir (Oi)	Posibles ejecutores
Nombre	Código (PGI)	Nombre	Código (Pi)		Maximizados	Minimizados		
Programa de Administración del Minidistrito	PG1	Proyecto de Administración del Minidistrito	P1	M6, M7, M8, M9, M10, M13, M14, M22, M23, M27, M30, M34, M36	IP2, IP3, IP6, IP9, IP13	IN1, IN2, IN4, IN5, IN6, IN7, IN8, IN13, IN17, IN18, IN21, IN25	O1, O2, O3, O4, O5	CAM, Asociacion de usuarios
		Proyecto de capacitación al personal administrativo y operacional	P2	M5, M6, M8, M10, M15, M27, M30, M34	IP9, IP11, IP13	IN4, IN6	O1, O2, O3, O4, O5	USCO, CAM, SENA
		Proyecto de reglamentación del distrito	P3	M4, M5, M13, M14, M18, M20, M26, M34, M36	IP1, IP3, IP4, IP5, IP6, IP7, IP11, IP13	IN1, IN2, IN4, IN6, IN7, IN8, IN13, IN21	O1, O2, O3, O4, O5	CAM, Asociacion de usuarios, Alcaldia del municipio de Pitalito
		Proyecto de planeación agropecuaria del distrito	P4	M1, M2, M3, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M16, M17, M19, M20, M21, M27, M34	IP1, IP2, IP3, IP4, IP5, IP7, IP9, IP11, IP13, IP14	IN1, IN2, IN7, IN8, IN13, IN17, IN18, IN21, IN25	O1, O2, O3, O4, O5	USCO, Asociacion de usuarios, SENA
Programa de educación y transferencia de tecnología	PG2	Proyecto de educación en la conservación de recursos naturales	P5	M5, M6, M7, M8, M17, M20, M21, M26, M27, M28, M29, M30	IP1, IP2, IP4, IP5, IP6, IP7, IP9, IP10, IP11, IP13	IN1, IN2, IN4, IN5, IN7, IN8, IN13, IN17, IN18, IN21, IN25	O1, O2, O3, O4, O5	USCO, CAM, Asociacion de usurarios, SENA, Alcaldia del municipio municipal
		Proyecto de transferencia de tecnología en la agricultura	P6	M1, M2, M3, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M12, M16, M17, M20, M37	IP1, IP2, IP3, IP4, IP5, IP7, IP9, IP11, IP13, IP19	IN1, IN2, IN7, IN8, IN13, IN18, IN25	O1, O2, O3	USCO, CAM, Asociacion de usurarios, SENA
Programa de desarrollo comunitario	PG3	Proyecto de intervención de la malla vial (veredal) del distrito de riego Contador	P7	M4, M18, M33, M35	IP1, IP6, IP11, IP13, IP14		O5	Asociacion de usuarios, Junta de accion comunal, Alcaldia del municipio de pitalito
		Proyecto de fortalecimiento de la Organización Comunitaria	P8	M4, M11, M13, M14, M15, M18, M26, M27, M30, M31, M32, M34	IP6, IP11, IP13, IP19	IN4, IN7, IN8, IN13, IN17, IN21	O1, O2, O3, O4, O5	USCO, Asociacion de usuarios, Junta de accion comunal

Continuación Cuadro 15. Esquema básico del plan de manejo ambiental.

Programas		Proyectos		Medidas (Mi)	Impactos		Objetivos a cumplir (Oi)	Posibles ejecutores
Nombre	Código (PGi)	Nombre	Código (Pi)		Maximizados	Minimizados		
Programa para el uso eficiente y ahorro de agua	PG4	Proyecto de campañas educativas y de concientización a la comunidad para el uso racional y eficiente del recurso hídrico	P9	M2, M9, M17, M24, M25, M26, M27, M28, M29	IP2, IP4, IP5, IP6, IP9, IP10, IP13	IN1, IN2, IN7, IN8, IN18, IN21	O1, O2, O3, O4, O5	USCO, CAM, Asociacion de usuarios, Junta de accion comunal, SENA
		Proyecto de manejo y disposición de residuos peligrosos (agroquímicos)	P10	M8, M20, M21	IP6, IP9, IP13	IN1, IN2, IN8, IN18, IN21	O2, O5	USCO, CAM, Asociacion de usuarios, Junta de accion comunal, SENA
		Proyecto de reforestación y limpieza	P11	M12, M17, M27, M28, M30	IP1, IP6, IP10, IP11, IP13	IN1, IN2, IN7, IN8, IN13, IN17, IN18, IN21, IN25	O1, O2, O3, O5	USCO, CAM, Asociacion de usuarios, Junta de accion comunal, SENA

Cuadro 16. Cronograma de proyectos del plan de manejo ambiental.

Programa (PGi)	Proyecto (Pi)	Años				
		1°	2°	3°	4°	5°
Programa de Administración del Minidistrito (PG1)	Proyecto de Administración del Minidistrito (P1)					
	Proyecto de capacitación al personal administrativo y operacional (P2)					
	Proyecto de reglamentación del distrito (P3)					
	Proyecto de planeación agropecuaria del distrito (P4)					
Programa de educación y transferencia de tecnología (PG2)	Proyecto de educación en la conservación de recursos naturales (P5)					
	Proyecto de transferencia de tecnología en la agricultura (P6)					
Programa de desarrollo comunitario (PG3)	Proyecto de intervención de la malla vial (veredal) del distrito de riego Contador (P7)					
	Proyecto de fortalecimiento de la Organización Comunitaria (P8)					
Programa para el uso eficiente y ahorro de agua (PG4)	Proyecto de campañas educativas y de concientización a la comunidad para el uso racional y eficiente del recurso hídrico (P9)					
	Proyecto de manejo y disposición de residuos peligrosos (agroquímicos) (P10)					
	Proyecto de reforestación y limpieza (P11)					

Convenciones	
	Ejecución con intensidad alta
	Ejecución con intensidad media
	Ejecución con intensidad baja
	Sin ejecución

Figura 2. Convenciones del cronograma.

Cuadro 17. Presupuesto de los proyectos del plan de manejo ambiental.

Programa (PGi)	Proyecto (Pi)	Pesos por año					Total
		1°	2°	3°	4°	5°	
Programa de Administración del Minidistrito (PG1)	Proyecto de Administración del distrito (P1)	21.374.904,00	21.374.904,00	21.374.904,00	21.374.904,00	21.374.904,00	106.874.520,00
	Proyecto de capacitación al personal administrativo y operacional (P2)	5.094.590,00	5.094.590,00	5.094.590,00	2.547.295,00	2.547.295,00	20.378.360,00
	Proyecto de reglamentación del distrito (P3)	3.368.119,00	3.368.119,00	1.684.059,50	1.684.059,50		10.104.357,00
	Proyecto de planeación agropecuaria del distrito (P4)	3.368.119,00	3.368.119,00	1.684.059,50	1.684.059,50	842.029,75	10.946.386,75
Programa de educación y transferencia de tecnología (PG2)	Proyecto de educación en la conservación de recursos naturales (P5)	3.368.119,00	3.368.119,00	3.368.119,00	1.684.059,50	1.684.059,50	13.472.476,00
	Proyecto de transferencia de tecnología en la agricultura (P6)		842.029,75	842.029,75	1.684.059,50	3.368.119,00	6.736.238,00
Programa de desarrollo comunitario (PG3)	Proyecto de intervención de la malla vial (veredal) del distrito de pequeña escala Contador (P7)	31.124.968,00	31.124.968,00	31.124.968,00	31.124.968,00	31.124.968,00	155.624.840,00
	Proyecto de fortalecimiento de la Organización Comunitaria (P8)	2.547.295,00	2.547.295,00	2.547.295,00	5.094.590,00	5.094.590,00	17.831.065,00
Programa para el uso eficiente y ahorro de agua (PG4)	Proyecto de campañas educativas y de concientización a la comunidad para el uso racional y eficiente del recurso hídrico (P9)	5.094.590,00	5.094.590,00	5.094.590,00	2.547.295,00	2.547.295,00	20.378.360,00
	Proyecto de manejo y disposición de residuos peligrosos (agroquímicos) (P10)	2.547.295,00	2.547.295,00	2.547.295,00	1.273.647,50	1.273.647,50	10.189.180,00
	Proyecto de reforestación y limpieza (P11)	636823,75	1.273.647,50	2.547.295,00	2.547.295,00	2.547.295,00	9.552.356,25
TOTAL		78.524.822,75	80.003.676,25	77.909.204,75	73.246.232,50	72.404.202,75	382.088.139,00

11) DIAGNOSTICO OPERACIONAL

11.1) Componentes básicos del distrito:

La bocatoma es una obra hidráulica la cual tiene como función captar y derivar el agua de un afluente superficial hacia un sistema de riego.

La bocatoma del distrito de mediana escala Contador se encuentra ubicada sobre la margen izquierda del río Guachicos en la cota 1444 m.s.n.m. se trata de una estructura construida en concreto reforzado de 4000 PSI, la cual cuenta con un cuerpo central y aletas así como su canal de captación y cajilla de recolección en concreto de 4000 PSI.

Partes:

- Rejilla: Mediante inspección de campo se determinaron las siguientes dimensiones: de 0,8 mts x 5.2 mts con una lámina de acero con orificios de 0.8 cm de diámetro.
- Compuerta en vástago de bronce de 3 mts ubicada en la cámara de derivación, tubería de aducción de 20 pulgadas RDE 41.
- Ancho de garganta de 9.5 mts, muros de contención con una longitud de 27.7 mts con espesor de 0.3 mts y una altura de 1 mts.

11.1.1) DISEÑO DE BOCATOMA

Según la metodología descrita en el capítulo 3.3 del presente documento se obtuvieron los siguientes resultados aplicando las ecuaciones descritas:

Parámetros de diseño			
Descripción	Parámetro	Valor	Unidad
Caudal máximo del río	Q	15,5	m ³ /s
Caudal medio del río	Q	4,45	m ³ /s
Caudal de diseño	Q	0,3	m ³ /s
Longitud río	L	10,5	m
Espacio entre barras	a	0,05	m
Barras (Diámetro (3/4"))	b	0,0191	m
Espesor muro	Espesor	0,3	m

Tabla 3. Parámetros de diseño.

1. Lámina de agua

$$H = 0,06 \text{ m}$$

2. Corrección laterales

$$L1 = 10,49 \text{ m}$$

3. Velocidad del rio

$$Vr = 0,46 \text{ m/s} \quad \text{ok} \quad (0.3 \text{ m/s y } 3.0 \text{ m/s})$$

4. Diseño de la rejilla y canal de aducción

Ancho del canal de aducción (B)

$$Xs = 0,34 \text{ m}$$

$$Xi = 0,21 \text{ m}$$

$$B = 0,4 \text{ m}$$

5. DISEÑO DE LA REJILLA

$$An = 1,67 \text{ m}^2$$

5. Longitud real

$$Lr = 5,27 \text{ m}$$

6. Se recalcula An

$$An = 1,67 \text{ m}^2$$

7. Numero de orificios

$$N = 77 \quad \text{Orificios}$$

8. Rejilla

$$An = 1,67 \text{ m}^2$$

$$Vb = 0,2 \text{ m/s}$$

$$Lr = 5,27 \text{ m}$$

9. Niveles de agua en el canal de aducción

Aguas abajo

$$hc = 0,363 \text{ m}$$

$$Lc = 5,57 \text{ m}$$

$$ho = 0,488 \text{ m}$$

10. Altura total de los muros del canal de aducción

$$Ho = 0,64 \text{ m}$$

$$He = 0,80 \text{ m}$$

11. Velocidad del agua al final del canal

$$Ve = 1,89 \text{ m/s} \quad \text{ok} \quad (0.3 \text{ m/s y } 3.0 \text{ m/s})$$

12. Diseño cámara de recolección

$$Xs = 0,9 \text{ m}$$

$$Xi = 0,61 \text{ m}$$

$$B = 1,2 \text{ m}$$

13. Altura de muros de contención

$$Hm = 0,86 \text{ m}$$

14. Caudal de exceso

$$Hm = 0,38 \text{ m}$$

ascendente para la limpieza y lavado de lodos de 20" de diámetro, con salida a la conducción principal a través de una tubería de 20" RDE 41.

11.1.4) Conducción y redes de distribución.

El proyecto tiene un caudal de diseño de 300 lps para un funcionamiento de un turno para los diferentes usuarios.

11.1.5) Conducción principal.

A partir del desarenador se desprende la conducción principal, la cual está compuesta de una tubería de 20" RDE 41 hasta la abscisa K4+302, luego una tubería de 20" RDE 32.5 hasta la abscisa K5+708, tubería 18" RDE 26 hasta la abscisa K7+077 con una tubería de 18" RDE 21 hasta a abscisa K11+000 a partir de este punto se encuentra instalada una tubería de 14" RDE 21 hasta el final de la conducción principal en la abscisa K12+601".

La conducción está compuesta por 8 ramales los cuales se desprenden de la conducción principal para abastecer a los 300 usuarios presupuestados en la formulación del proyecto, el primer ramal 1 se encuentra ubicado en la abscisa K5+708, el ramal 2 inicia en la abscisa K8+520, el ramal 3 en la abscisa K9+440, ramal 3A en la abscisa K9+682, el ramal 4A en la abscisa K10+570, ramal 4 y ramal 3B en la abscisa K10+981, ramal 5 en la abscisa por último el ramal 6 y 7 en la abscisa k12+601.

11.1.6) Válvulas

En el distrito de mediana escala contador se encuentran instaladas cuatro válvulas tipo cortina que tienen la función de controlar el caudal en puntos críticos de la red de distribución, la primer válvula se encuentra ubicada en la vereda Holanda (1104845 N, 692502 E, 1347 m.s.n.m) con un diámetro de 16 pulgadas la cual se encuentra protegida con una cajilla de concreto reforzado de 1.1 x 1.3 x 1.1 mts y 0.2 mts de espesor con tapa de concreto, la segunda válvula está ubicada en la vereda San Francisco (1106112 N, 694280 E, 1345 m.s.n.m) con un diámetro de 18 pulgadas protegida con una cajilla de 1.2 x .14 x 1.4 mts y 0.2 mts de espesor con pata de concreto, la tercera y cuarta están en la vereda contador (1107921 N, 697549 E, 1298 m.n.m – 1107924 N, 697604 E, 1297 m.s.n.m) las cuales son de 12 pulgadas con cajilla de 1.1 x 1.1 x 1.1 y 0.2 mts de espesor con tapa de concreto.

11.2) Aforo con trazadores fluorescentes o colorantes

En el aforo de la bocatoma del distrito de mediana escala contador se empleó un colorante líquido artificial para alimentos marca COLORISA de color rojo con el fin de minimizar la contaminación generada en el desarrollo de esta actividad. La metodología empleada consistió en realizar seis repeticiones con el colorante, con la válvula de control en la bocatoma abierta a máxima capacidad obteniendo los siguientes resultados:

Aforo		
Repetición	distancia	Tiempo (seg)
1	251,4	80,52
2	251,4	82,35
3	251,4	81,87
4	251,4	81,09
5	251,4	82,89
6	251,4	82,57

Tabla 4. Datos aforo.

Se obtiene un tiempo promedio de 81,88 segundos luego se halló la velocidad en la conducción dando como resultado 3,07 m/s.

Aplicando la fórmula de caudal sabiendo que el área de la tubería es de 0,183377 m² se halló lo siguiente:

$$Q = 3,07 \text{ m/s} * 0,183377 \text{ m}^2 = 0,563 \text{ m}^3/\text{s} = 563 \text{ LPS}$$

Mediante el aforo por trazador químico se pudo evidenciar que la bocatoma está captando 263 LPS por encima del caudal de diseño, un factor que puede explicar esta situación es que una sección de la rejilla ha sido removida (ver anexo 3) causando que no se tenga control del agua que ingresa a la bocatoma provocando un exceso de caudal que debe ser eliminado en el desarenador. Se recomienda realizar la instalación de la sección de rejilla faltante para tener control sobre el caudal captado por la obra hidráulica.

12) Simulación de la red hidráulica en Epanet 2.0

Una vez recopilada la información suministrada por la asociación de usuarios del distrito de mediana escala Contador como lo son: diámetros y longitudes de tuberías, localización de válvulas e hidrantes, desarenador y bocatoma se efectuó la simulación de la red hidráulica utilizando el software Epanet, el cual es uno de los paquetes informáticos más completo que existe en el campo de la simulación de sistemas hidráulicos, hecho que unido a su distribución libre hace que sea el software más difundido a nivel mundial (NARVÁEZ, 2016).

Teniendo la esquematización de la red completa en Epanet, se asignaron las demandas de los nodos del sistema. Se consideró la demanda de agua con la cual se diseñó el distrito que corresponde a 0.53 LPS, para cada uno de los 170 usuarios que se encuentran instalados. Para realizar un control de los resultados obtenidos se realizó una calibración con presiones tomadas en diferentes puntos de la red de distribución con la ayuda de dos manómetros (RITEHM KL. 1,6 y el Digital pressure Gauge) Luego de asignar factores de pérdidas, se realizó la simulación de la red en Epanet y se definieron los escenarios a representar en el modelo.

12.1) Características del distrito de riego.

La red de distribución del distrito de riego está compuesta por las siguientes tuberías:

DIAMETRO	RDE	LONGITUD (mts)
20	41	4278,4
20	32,5	1417
18	26	1351,94
18	21	3993,6
16	26	331,8
14	21	1631,29
12	26	1694,57
10	26	2357,82
8	26	3620,29
6	26	6053,17
4	26	4529,27
3	26	8204
2	26	2685,64
1	26	4143,3

Tabla 5. Características tubería.

12.2) Esquematización de la red en Epanet.

Para el diseño de la red de distribución en el programa Epanet 2.0 se emplearon los datos actualizados aportados por la asociación de usuarios, como lo son: tuberías, válvulas, acometidas y reservorio obteniendo el esquema que se representa en la figura 5.

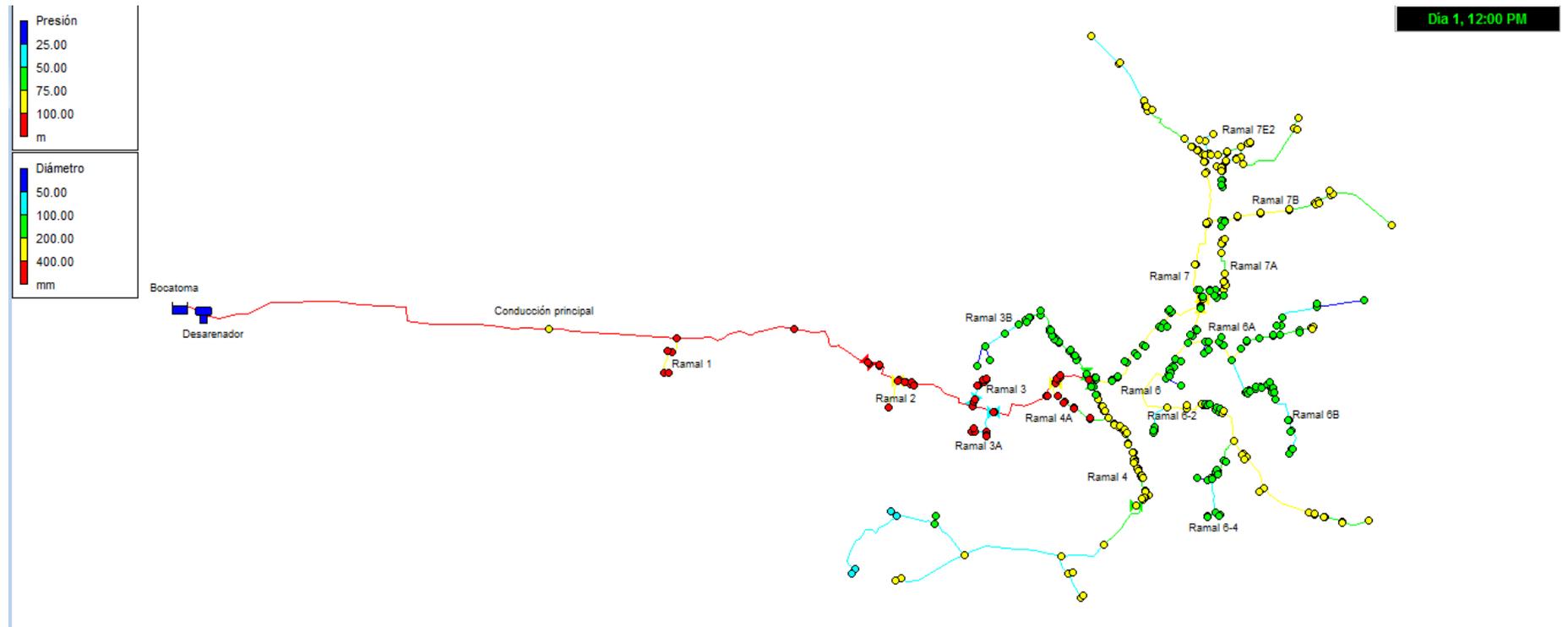


Figura 5. Esquematización de la red del distrito de mediana irrigación Contador.

12.3) Modelación del escenario base.

A partir del esquema de la red de distribución con su red principal y sus correspondientes ramales realizado en el software Epanet 2.0 se generó la simulación extendida del sistema para un periodo de 24 horas. Teniendo en cuenta los escenarios de consumo según información del personal encargado de la parte operacional del distrito para cada uno de los predios con hidrantes, en la Figura 6 se presenta el patrón de consumo horario para los nodos.

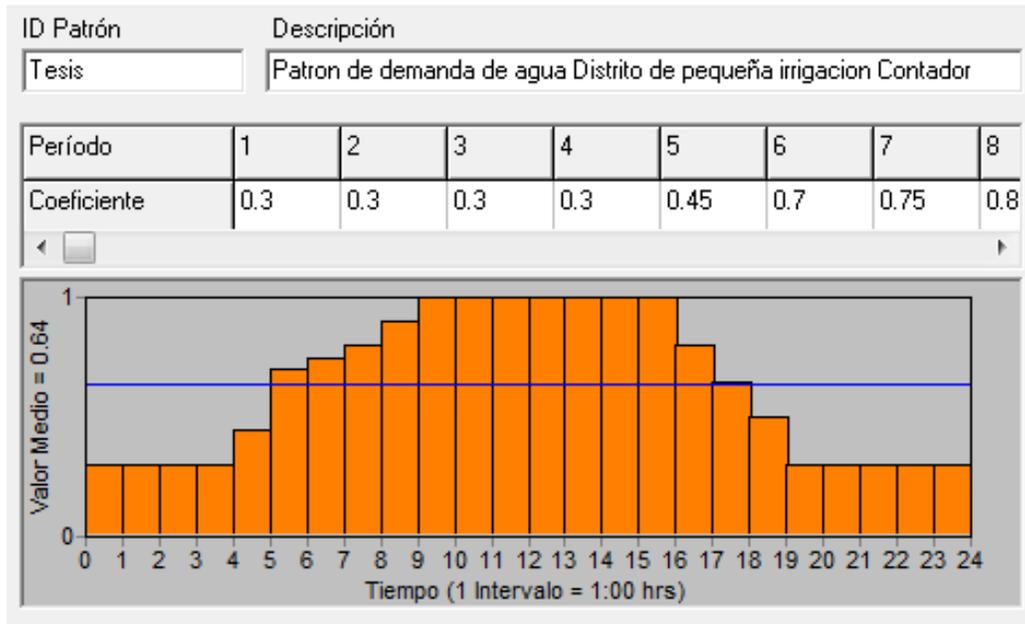


Figura 6. Patrón de consumo.

12.4) Calibración del modelo hidráulico.

Para validar el modelo se tomaron presiones en los diferentes ramales del sistema con la ayuda de los manómetros (RITEHM KL. 1,6 y el Digital pressure Gauge) representados en la tabla 6. Estos datos se ingresaron en los nodos correspondientes del modelo, para realizar la calibración.

NODO	HORA	PRESION (mca)
U9	12	60
U10	12	47,6
U11	12	111,4
U30	12	74,3
U31	12	71,4
U52	12	56,3
U55	12	65,7
U76	12	100,2
U77	12	72,9
U78	12	117,6
U105	12	65,7
U106	12	53,6
U141	12	75,2
U155	12	72,4
U161	12	55,7
U170	12	141,4

Tabla 6. Datos calibración.

En la Figura 7 se presentan los resultados de la calibración en Epanet 2.0 para los 16 puntos tomados en campo. Se puede observar que los valores de presión obtenidos están por debajo de los cálculos realizados por el programa, esto se puede deber a falla en la calibración de los manómetros en el momento de la toma de datos o que en el momento las válvulas no se encontraban trabajando a máxima capacidad, así como también taponamiento en las acometidas de los usuarios.

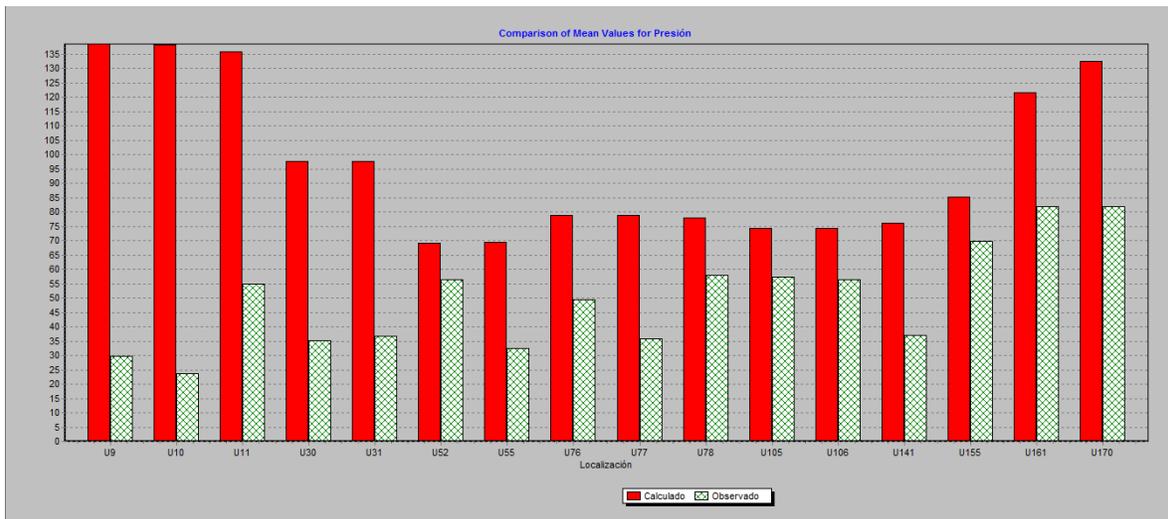


Figura 7. Resultados de calibración.

Cota Desarenador	Cota nodo	Altura estática	Presión medida en campo	Presión dinámica EPANET
1430	1304	126	29,6	138,5
1430	1303,9	126,1	23,5	138,08
1430	1295,6	134,4	54,9	135,73
1430	1288,65	141,35	35,2	97,5
1430	1288,57	141,43	36,6	97,57
1430	1290,63	139,37	56,3	69,02
1430	1289,9	140,1	32,4	69,37
1430	1278	152	49,4	78,87
1430	1279,3	150,7	35,9	78,65
1430	1280,04	149,96	58,0	77,92
1430	1284,25	145,75	57,3	74,29
1430	1284,11	145,89	56,3	74,2
1430	1279,51	150,49	37,1	75,98
1430	1272,1	157,9	69,7	85,13
1430	1326	104	81,9	121,59
1430	1313	117	81,9	132,38

Tabla 7. Datos comparativos de presiones.

En la tabla 7 se pueden observar los datos comparativos de las presiones con la altura estática de cada punto de tomado como monitoreo, se puede apreciar que todos los datos obtenidos de las presiones dinámicas tomadas en campo son menores a las alturas estáticas siendo esto coherente puesto que en un sistema existen perdidas por accesorios, fricción de tubería, pérdidas de agua, etc. Pero de igual manera siguen estando muy por debajo de las presiones simuladas, los que conlleva a plantear que en el momento de tomar las presiones con el manómetro las válvulas del distrito no se encontraban abiertas en su totalidad o que en ese momento se presentaban fugas o posibles rupturas en la tubería.

12.5) Perfil longitudinal de presiones en la red de distribución.

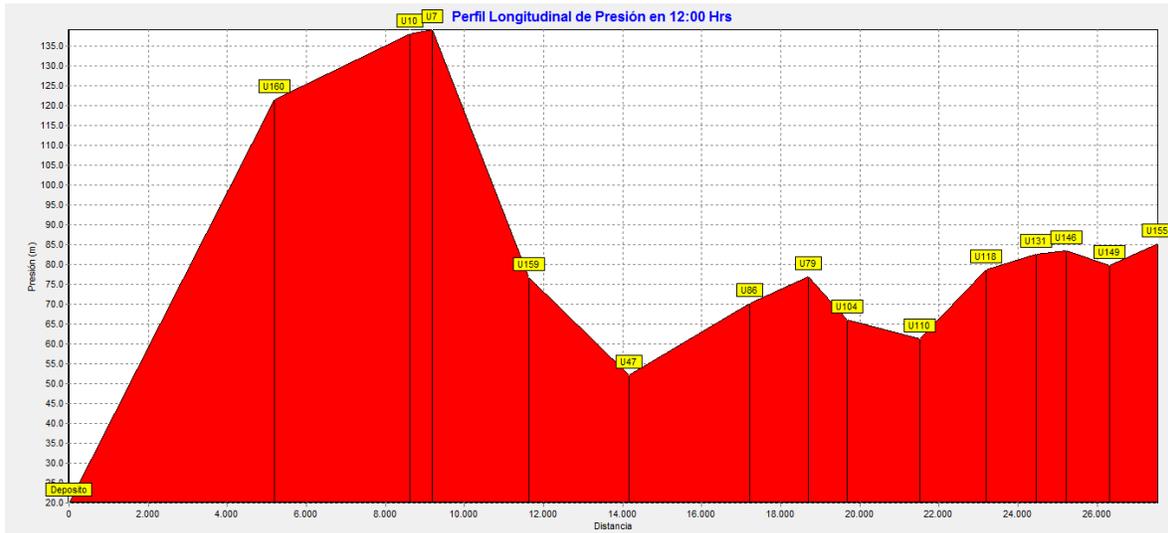


Figura 8. Perfil longitudinal de presión.

A partir de la modelación del sistema de riego en Epanet 2.0 en la figura 8 se representan las variaciones de presión desde el desarenador hasta el U155 en las cuales están dispuestos los hidrantes para riego, en esta figura se puede observar que los mayores valores se encuentran entre los nodos U160 y U7, y teniendo el punto U47 como el de menor presión en el sistema.

Figura 9. Presiones hora 2:00 (patrón 0,3).

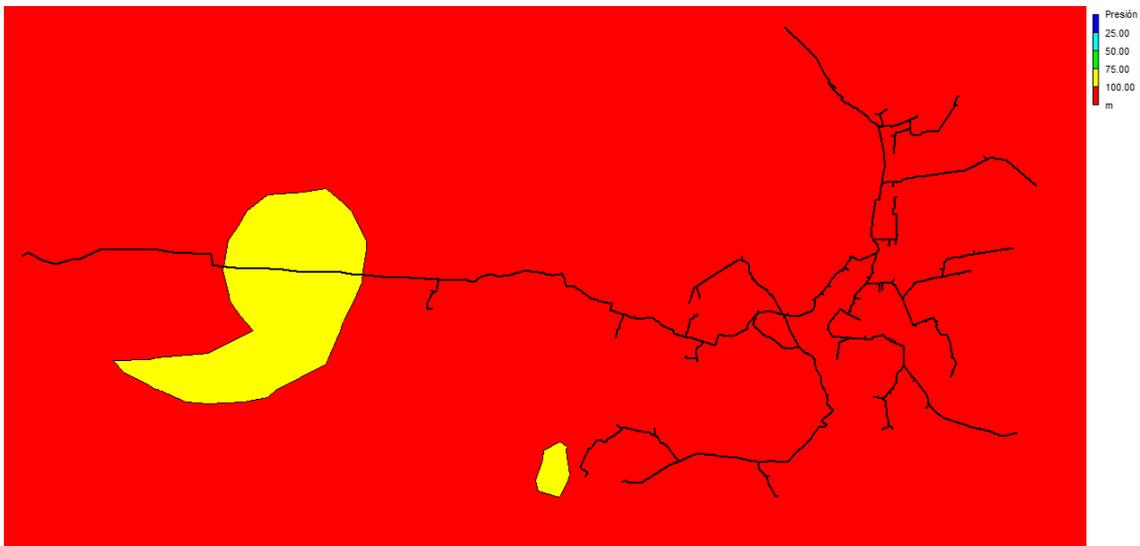


Figura 10. Presiones hora 7:00 (patron 0,75).

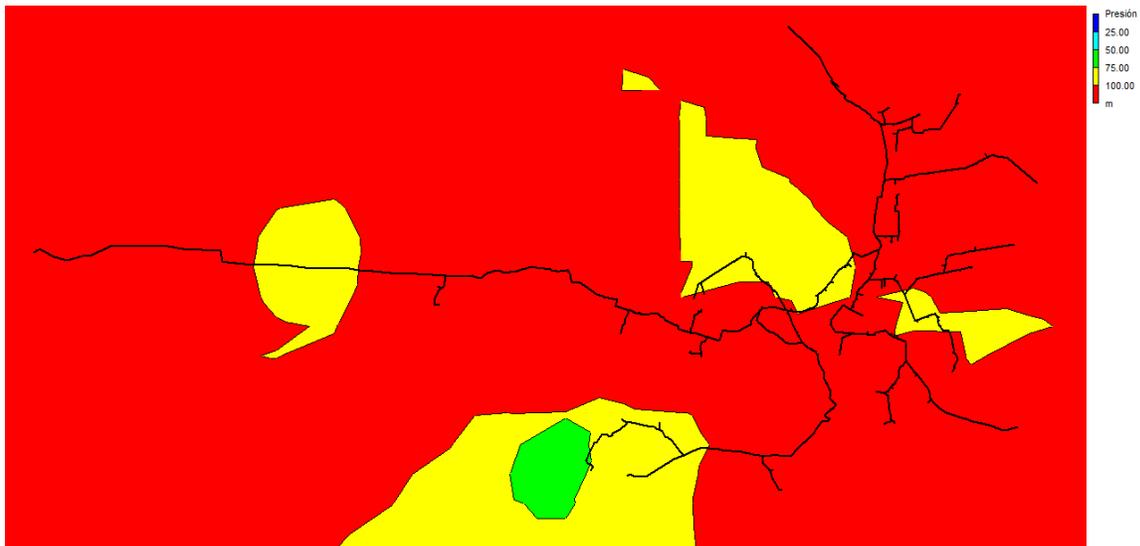
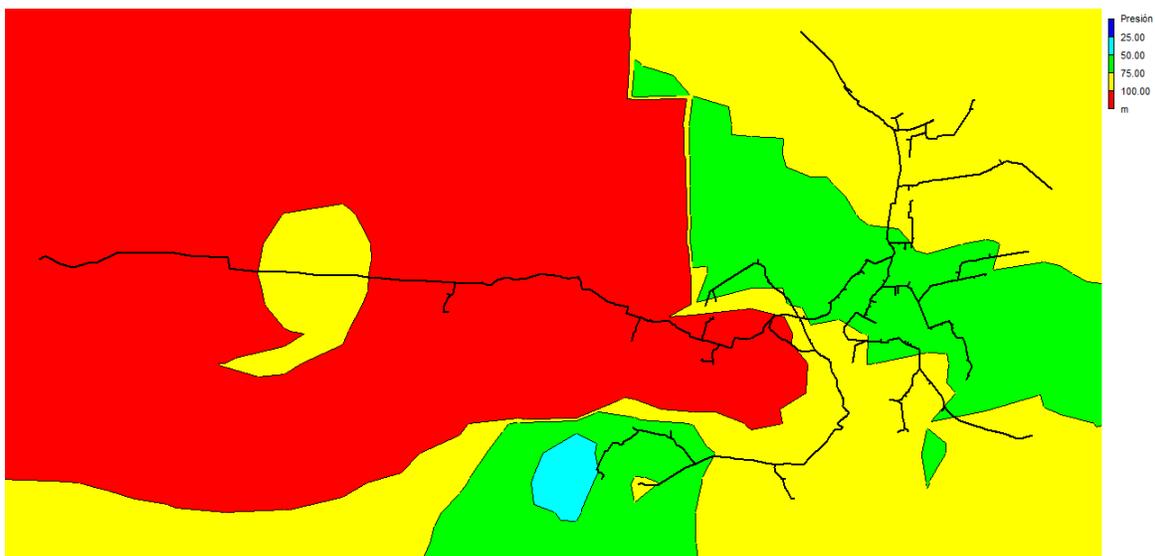


Figura 11. Presiones hora 12:00 (patrón 1).



Se puede observar que cuando el sistema está trabajando a su máxima capacidad con una patrón de 1 se garantizan para todos los usuarios una presión que está por encima de los 25 mca lo cual promete cumplir con las condiciones mínimas de trabajo, en el patrón de 0,75 se puede observar que hay solo dos sectores por debajo de los 100 mca lo cual hace que el sistema tenga un exceso de presión y por ultimo con un patrón de 0,3 se evidencia que el sistema está trabajando en óptimas condiciones puesto que toda la red se encuentra por encima de 100 mca.

13) Conclusiones

- La ejecución del proyecto de Distrito de riego de mediana escala Contador de alguna u otra manera genero impactos positivos como negativos; afectando o beneficiando a la comunidad, la biodiversidad y el comercio de la zona. y con la realización de este estudio se determinó que fueron más los impactos positivos que se generaron por la construcción del distrito que los impactos negativos.
- Los resultados obtenidos por los métodos de calificación ambiental (Arboleda Y Battelles Columbus) arrojaron datos muy similares, como: el escenario con proyecto mas plan de manejo ambiental (A3), es el escenario de primer orden de viabilidad ambiental; posterior a esto se obtuvo que el escenario con proyecto (A1) está ubicado en el segundo orden de viabilidad y por último se encontró el de menor viabilidad ambiental que es el escenario sin proyecto (A3).
- Con la realización del plan de manejo ambiental (PMA) lo que se logro fue identificar las principales oportunidades y amenazas ambientales que se pudieron generar por la construcción del proyecto, lo que conllevó a proponer varios proyectos que ayudara a maximizar las principales oportunidades y mitigar las amenazas que se encuentran en la zona aledaña del distrito de riego.
- Mediante el diseño de la bocatoma con datos obtenidos en campo y del POMCH del rio Guachicos, se evidenció que la bocatoma se encuentra construida de acuerdo a lo preestablecido por los cálculos, además que con la inspección realizada en campo se pudo evidenciar el buen estado de las principales obras hidráulicas construidas como lo son (bocatoma, desarenador y las válvulas).
- A partir de la medición del caudal de entrada en la bocatoma por medio del método de trazador químico se pudo evidenciar la bocatoma está captando más de 200 litros por segundo del caudal de diseño para la cual fue construida, debido a fallas en la instalación de la rejilla lo cual permite el paso de más agua por el sistema, por ende teniendo un exceso de fluido en el desarenador, se recomienda la instalación de la rejilla faltante en el sistema para poder normalizar las condiciones preestablecidas.
- En el momento de realizar la calibración del sistema esquematizado se observó una diferencia significativa puesto que las presiones tomada en campo están muy por debajo de las calculadas en el software Epanet 2.0 lo cual indica que al realizar la toma de los datos en campo con los manómetros las válvulas del sistema no se encontraban operando a máxima capacidad dando como resultado presiones mucho menores a la simulación realizada de la red de distribución.

14) BIBLIOGRAFÍA

- Agua, C. N. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Coyoacán, México D.F.: secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Altieri, M. A. (1994). Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura técnica Vol 54*, 1.
- Anaya, A., Cauich, G., Funabazama, O., & Medrano, A. (2014). Evaluación de ecuaciones de factor de fricción explícito para tuberías. *Educación Química*, 128-134.
- Arango, J. (2002). *Obras de captación para riego*. Recuperado el 2018 de 10 de 08, de http://bdigital.unal.edu.co/4785/1/70064307._2002_1.pdf
- Arboleda G., J. A. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín, Colombia.
- Bedoya, M. (2007). *estudio de impacto ambiental del asentamiento álvaro uribe vélez, en la ciudad de neiva*. Neiva: Universidad SurColombiana.
- Benitez, P., & Miranda, L. (2013). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29, 1.
- Blair, E. (1979). *Riego por goteo*. San Jose, Costa Rica.
- CAM-CONIF, C. (2007). *DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO, SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTAL Y FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA (POMCH) DEL RÍO GUACHICOS, DEL MUNICIPIO DE PITALITO (HUILA)*. NEIVA-HUILA.
- Colombia. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Decreto 1076 de 26 de mayo de 2015, 176.
- Canter, L. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. Mc Graw Hill, 99.
- Comisio. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*.
- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 125.
- Dellavedova, M. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. *La Plata*, 14.
- Díaz, J. (2006). *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. Cali: Universidad del Valle.
- FAO. (1992). *Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo*. Recuperado el 20 de 12 de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm>
- FAO. (2016). *Estado Mundial del recurso suelo*. Recuperado el 20 de 09 de 2018, de ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y AGRICULTURA: <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>
- Fonseca, C. (1993). Gestión ambiental del proyecto, memorias seminario declaración y evaluación del impacto ambiental. *Universidad de Antioquia*, 72-121.

- González, D., Matamoros, L., & Oronel, C. (2005). *GUÍA PARA EL CURSO DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE I*. Sartenejas : UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE TRANSFERENCIA.
- Hernández, F., Aguilar, A., & Chávez, R. (2007). EL MODELO “UAAAN-HECHAG” COMO PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE AGRONEGOCIOS. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 9.
- Holzapfel, E., Pardo, X., Paz, V., Rodrigues, A., Orrego, X., & Lopez, M. (2007). Análisis técnico-económico para selección de aspersores. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 1.
- Luengas , S. (05 de 1990). *AFOROS POR DILUCION*. Recuperado el 08 de 10 de 2018, de instituto colombiano de hidrologia, meteorologia y adecuacion de tierras : <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012791/AFOROSPORDILUCION.pdf>
- Narváez , D. (2016). Revisión del funcionamiento de un distrito de riego a pequeña escala en el municipio de potosi - nariño, empleando software de simulación. *Universidad Santo Tomas*, 76-77.
- Ramirez, E., & Palacios, C. (2004). Estudio de impacto ambiental para el proyecto minidistrito de riego asomiraflores en el municipio de Garzón - HUILA. 53.
- Karen , Q. (2009). Metodología de diseño de obras hidraulicas en estudios de prefactibilidad de pequeñas centrales hidroelectricas. *Universidad Nacional de Colombia*, 23.
- López, R. (1993). En *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de ingenieros.
- Narváez , D. (2016). *Revisión del funcionamiento de un distrito de riego a pequeña escala en el municipio de potosi - nariño, empleando software de simulación*. Bogotá.
- Noriega Saltarín, C., & Ahumada Arenas, M. (2006). Desarrollo de una interfaz automatizada para el análisis hidráulico de redes de tubería en Solid Edge. *PROSPECTIVA*, 51-59.
- Olaya, A. (1999). Impacto ambiental en proyectos de riego y drenaje. Algunas directrices conceptuales y metodológicas. *Entornos*, 3.
- Olaya, A. (2003). *Sistema de apoyo para la toma de decisiones en distritos de riego y drenajes a partir de sus recursos, restricciones e impactos ambientales, para el caso de Colombia. Tesis (Doctor en Ingeniería en Área de Recursos Hidráulicos)*. Medellín, Universidad Nacional, p. 210–292.
- Peinado L., M. (1997). *Avances en evaluación de impacto ambiental y ecoauditoria*. España: Ed. Trotta.
- Perdomo Álvarez, Y. P., Flòres Aristizabal, F., & González González, A. (2011). *Informe Tècnico y Gestìon 2011*. Neiva.
- Ramirez, E. A., & Palacios, C. E. (2004). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO MINIDISTRITO DE RIEGO ASOMIRAFLORES EN EL MUNICIPIO DE GARZÓN - HUILA (Tesis pregrado)*. Universidad Surcolombiana Neiva Huila.
- Ramírez, O. (2017). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TUBERÍAS CPVC. 11-12.
- Rincón, J., & Trujillo, I. (2009). *Impactos ambientales y amenazas naturales de cinco distritos de riegos en la cuenca media del río Cabrera, en el departamento del Huila.(Tesis de pregrado)*. Universidad Surcolombiana, Huila, Colombia.
- Rossman, L. (2001). *EPANET 2 MANUAL DEL USUARIO*. Cincinnati: U.S Environmental Protection Agency EPA.

- Sellés, G., Ferreyra, R., Contreras, G., Ahumada, R., Valenzuela, J., & Bravo, R. (2003). MANEJO DE RIEGO POR GOTEIO EN UVA DE MESA CV. THOMPSON SEEDLESS CULTIVADA EN SUELOS DE TEXTURA FINAL. *Agricultura Técnica*, 1.
- Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, F. J. (2009). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y POSIBILIDADES DE REGULACIÓN ECONÓMICA*. *Semestre Económico*, volumen 12, 3.
- weitzenfeld, H. (1996). *Manual básico sobre la evaluación de impacto en el ambiente y la salud de acciones proyectadas*. México: Centro panamericano de ecología y salud humana.

15) Anexos

Anexo 1. Formato de encuesta.

ENCUESTA USUARIOS MINI DISTRITO CONTADOR PITALITO-HUILA

➤ DATOS PERSONALES.

DATOS PERSONALES					
NOMBRE:					
EDAD		SEXO	M	F	TELEFONO
NIVEL DE ESTUDIOS			LUGAR DE RESIDENCIA		
Sin estudio					
Básica primaria			CARGO EN EL MINI DISTRITO DE RIEGO:		
Bachillerato					
Técnico o estudios superiores			OCUPACION:		

1. Cuando se habla de **Distrito de riego** ¿Con cuál de los siguientes aspectos lo relacionas? (señalar uno)

1	Obra de ingeniería.	
2	Servicio de irrigación y drenaje.	
3	Conducción de agua de un río a los cultivos.	
4	Suministro de agua al sector agropecuario.	

2. Cuando se habla de **Estudio de impacto ambiental** ¿Con cuál de los siguientes aspectos lo relacionas? (señalar uno)

1	Método para identificar las zonas afectadas en un proyecto.	
2	Instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos.	
3	Método para evaluar los impactos positivos y negativos de un proyecto.	
4	Estudio que se realiza para identificar amenazas naturales que genera un proyecto.	

3. ¿Cuáles son los principales beneficios o impactos positivos, que se generaron mediante la construcción del mini distrito de riego Contador? (marque con una X)

1	Aumento de la producción y productividad agrícola.	
2	Aumento de ingresos económicos.	
3	Ampliación del área cultivada.	
4	Aumento de la presencia institucional y de la inversión social en general.	
5	Aumento del precio de la tierra.	
6	Aumento de la diversificación agrícola.	
7	Aumento de la producción en acuicultura.	
8	Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras.	
9	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria.	
10	Aumento de la participación comunitaria para la toma de decisiones en el ámbito local, regional y nacional.	

4. ¿Cuáles son los principales perjuicios o impactos negativos, que se generaron mediante la construcción del mini distrito de riego Contador? (marque con una X)

1	Contaminación de aguas superficiales.	
2	Uso excesivo de agroquímicos.	
3	Conflictos entre usuarios del distrito, en especial por el agua.	
4	Conflictos entre el uso del agua para riego y uso de agua para consumo humano.	
5	Perdida de la cobertura vegetal.	
6	Vertimiento de fluidos en los cauces de ríos y quebradas.	
7	Alteración negativa de los cauces en ríos y quebradas.	
8	Incumplimiento del plan agropecuario del distrito, por parte de los usuarios.	
9	Contaminación de suelos.	
10	Daño de la propiedad privada asociada con las zonas de servidumbre del distrito.	

5. Que impactos positivos agregaría y que no se encuentre en esta encuesta. (agregar tres)

- a) _____
- b) _____
- c) _____

6. Que impactos negativos agregaría y que no se encuentre en esta encuesta.(agregar tres)

- a) _____
- b) _____
- c) _____

7. Actualmente cuales son los principales problemas del mini distrito de riego Contador.

- a) _____
- b) _____
- c) _____

8. ¿El servicio del distrito de riego es bueno o malo? ¿Por qué?

¿Los principales y la mayoría de los daños en el distrito de riego se deben a los fenómenos naturales u otros factores o causas?

9. ¿Cuáles son las principales amenazas que se generaron mediante la construcción del mini distrito de riego Contador? (mencione tres)

- a) _____
- b) _____
- c) _____

Encuesta realizada por: _____

Fecha: _____

Anexo 2. Listado de encuestados.

Listado de encuestados		
Numero	Nombre	Ocupacion
1	Agripina Lozada	Pensionado
2	Aleida Sambony	Ama de casa
3	Hermes Mosquera	Maestro de Construcción
4	Blanca Milena Ortiz	Agricultor
5	Flor Alba Avilés	Agricultor
6	Marcela Molina	Estudiante
7	Jhon Alexander Muñoz	Agricultor
8	Martha Carvajal	Ama de casa
9	Jovani Cuvides	Mayordomo
10	Gladis Osorio	Independiente
11	Miguel Carvajal	Pensionado
12	Eladio Cabrera Tovar	Agricultor
13	Piedad Anacona Lemus	Agricultor
14	Flor Motta Vargas	Ama de casa
15	Jimena Pinilla	Ama de casa
16	Nubia Sánchez	Agricultor
17	Humberto Giraldo Jiménez	Abogado
18	Edilberto tejada	Agricultor
19	Yolanda Suarez	Agricultor
20	Gabriel Vinazco	Agricultor
21	María Piedad	Agricultor
22	Aurora Clavijo Hortúa	Agricultor
23	Elsa Córdoba	Ama de casa
24	Janet Trujillo Meneses	Ama de casa
25	Liliana Muñoz	Ama de casa
26	Consuelo López	Comerciante
27	Enelia Caicedo	Ama de casa
28	Guido Ángel Galindez	Agricultor
29	José Rodríguez Torres	Agricultor
30	María Torres	Ama de casa
31	Anayibe Burbano Cleres	Pensionado
32	Islena Achury	Ama de casa
33	Jaime Urtado	Agricultor
34	Froilán Figueroa	Agricultor
35	Daniel Torres Casanova	Agricultor
36	Emilio Arboleda	Agricultor
37	Gilberto Rojas Murcia	Docente
38	María Lucy Sáenz	Ama de casa
39	Filemón Silva	Pensionado
40	Paula Vargas	Estudiante

Continuación **Anexo 3**. Listado de encuestados.

Listado de encuestados		
Numero	Nombre	Ocupacion
41	Jorge Eliecer España	Agricultor
42	Federico Achury Flores	Agricultor
43	Hernán Plazas Sáenz	Agricultor
44	Jesús María Trujillo	Agricultor
45	Evelio Forero	Agricultor
46	José Ignacio Rivera	Agricultor
47	Faber Molina	Agricultor
48	Miguel Sambony	Pensionado
49	María Ortiz	Ama de casa
50	Armando Bermeo	Agricultor
51	María Guaca	Ama de casa
52	Nixon Ortiz	Agricultor
53	Clodomiro Galindez	Agricultor
54	Jairo Murcia	Agricultor
55	Oscar Quintero	Agricultor
56	Guillermo Osorio	Agricultor
57	Ana Hidalgo	Ama de casa
58	Roberto Molina	Agricultor
59	Lucy Molina	Ama de casa
60	Aura Montenegro	Pensionado
61	María Peña	Ama de casa
62	Rosalba Toro	Ama de casa
63	Mercedes Claros	Ama de casa
64	Hernando Castro	Agricultor
65	Sandra Cabrera	Ama de casa
66	Ana Zubieta	Ama de casa
67	Alfonso Muñoz	Comerciante

Anexo 3. Registro fotográfico bocatoma de fondo Distrito de riego de pequeña escala Contador.

