

IMPACTOS AMBIENTALES Y AMENAZAS NATURALES DE CINCO
DISTRITOS DE RIEGO EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO
CABRERA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

JUAN SEBASTIAN RINCÓN CORTÉS
IVAN FERNELIO TRUJILLO RAMÍREZ

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA – HUILA
Noviembre de 2009

IMPACTOS AMBIENTALES Y AMENAZAS NATURALES DE CINCO
DISTRITOS DE RIEGO EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO
CABRERA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

JUAN SEBASTIAN RINCÓN CORTÉS
IVAN FERNELIO TRUJILLO RAMÍREZ

Proyecto presentado a la Facultad de Ingeniería como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrícola

Director
ALFREDO OLAYA AMAYA, M.Sc.
Dr. En Ingeniería Área Recursos Hidráulicos

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA – HUILA
Noviembre de 2009

NOTA DE ACEPTACION

Jaime Izquierdo Bautista
Jurado

Alfredo Ramos Moreno
Jurado

Alfredo Olaya Amaya
Director

DEDICATORIA

Juan Sebastián Rincón Cortés

El presente trabajo lo encomiendo en las manos de nuestro Señor, como motivo de agradecimiento por su apoyo espiritual incondicional, a mis padres Esperanza Cortés e Hilber Rincón, a mis hermanos Alma cristina y Juan Pablo, a mi tía Dolly Carmenza, por la motivación que me brindaron durante toda mi carrera y a todas aquellas personas que de una u otra forma compartieron momentos de satisfacción y momentos difíciles junto a mí en mi proceso de formación profesional.

Iván Fernelio Trujillo Ramírez

Al Dios todo poderoso por dotarme con las habilidades y capacidades necesarias para culminar mis estudios de pregrado y lograr la realización de éste trabajo de investigación, a mis padres Luz Dary Ramírez y Fernelio Trujillo, mi abuela Carmen Medina, mi padrastro Albeiro A. Alvarez, quienes depositaron en mí ese voto de confianza, apoyo incondicional y económico durante todo el proceso de desarrollo profesional, a mi hermano Juan Manuel y señora, mis sobrinas Nicole Sofía y Sara Lucía, a mi novia Francy E. Ovalle, por su dedicación, comprensión y apoyo, a la señora Jeanny Carvajal y el señor Rubén Darío Ovalle, y a todas aquellas personas que de una u otra manera me motivaron y compartieron junto a mí momentos agradables y difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto agradecen a las siguientes personas, pues con su apoyo incondicional hicieron posible el proyecto IMPACTOS AMBIENTALES Y AMENAZAS NATURALES DE CINCO DISTRITOS DE RIEGO EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO CABRERA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA.

Al Dr. En Ingeniería Área Recursos Hidráulicos Alfredo Olaya Amaya, M.Sc. por su paciencia y orientación durante la realización del proyecto.

Al Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC), de la universidad Surcolombiana, por la aceptación y apoyo económico en la realización de éste trabajo de grado.

A los señores jurados de ésta tesis de grado, M.Sc. Jaime Izquierdo Bautista y M.Sc. Alfredo Ramos Moreno por su colaboración y labores realizadas.

Al ingeniero Rodrigo Pachón, profesor de la universidad Surcolombiana, por sus palabras de ánimo y consejos.

Al ingeniero Fabio Salinas, profesor de la universidad Surcolombiana, por apoyo moral.

Al señor Froilán Sánchez tesorero del distrito de riego Las Mercedes, quien con su amabilidad nos acompañó en el recorrido de éste distrito y suministró información valiosa.

A los señores Alexander Archila y Alberto Tovar, por su colaboración y hospitalidad en la inspección de San Alfonso - Villavieja.

Al señor Edgar Bustos, presidente de la Junta de Acción Comunal del corregimiento Doche, por su colaboración.

A Álvaro Herrera presidente del distrito de riego de Asohorizonte y al señor Clodomiro Serrato usuario del mismo, por los servicios prestados.

A las empresas Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda., y Fundación Desarrollo de las Ingenierías y las Ciencias de la Salud para la Proyección Social "FUNDISPROS", por la información prestada.

Al ingeniero agrícola Miguel Germán Cifuentes, profesor de la universidad Surcolombiana, por su amabilidad y colaboración.

Al ingeniero agrícola Jhon Jairo Vargas Hoyos, asociado a CODESIA, por la información facilitada.

Al ingeniero Elver Iván Gutiérrez profesional del INCODER, por los planos, proyectos y demás información.

A la ingeniera Rose Mary Fierro Fierro y familiares por su colaboración y hospitalidad en el municipio de Colombia.

Al ingeniero agrícola y amigo Hernán Ricardo Montealegre, por su motivación.

Al ingeniero agrícola y amigo Juan Cristóbal Sierra Suaza, por su apoyo moral y colaboración.

Al ingeniero agrícola Diego F. Gutiérrez, por su apoyo y colaboración.

A nuestras compañeras de trabajo de investigación Karen Andrea Díaz González y Jennifer Lozano Guarnizo, por su colaboración y e interés para que este estudio se culminara.

Al ingeniero agrícola y amigo Oscar Eduardo Figueroa, por su apoyo.

Al ingeniero tecnólogo electrónico y amigo Diego M. Puyo Forero, por su paciencia, dedicación y colaboración.

Al ingeniero agrícola y amigo Edinson Mujica, por los servicios prestados.

A los ingenieros agrícolas y amigos Edwin Ramírez y Jennifer Katiusca, por su motivación.

A los ingenieros agrícolas y amigos Luis Adolfo Perdomo y Luis Enrique Cuellar, por su interés y apoyo.

A la licenciada Dolly Marcela Gutiérrez Cortés, por su colaboración.

A las señoras Gladis Quino, Dolly Carmenza Cortés y Esperanza Cortés secretarias del programa de ingeniería agrícola, decanatura de ingeniería y secretaria de biblioteca, quienes con su paciencia nos apoyaron incondicionalmente en todo el proceso formativo y de culminación del proyecto final.

Al señor Ezequiel Macías Aguilar, director del laboratorio de biología, por sus consejos y motivación.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
SUMMARY.....	13
INTRODUCCION.....	14
1.1 ANTECEDENTES.....	14
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.4 IMPORTANCIA Y APLICABILIDAD.....	16
2. REVISION DE LITERATURA.....	18
2.1 CONCEPTOS DE IMPACTO AMBIENTAL, AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES.....	18
2.2 AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA.....	26
2.3 LEGISLACIÓN COLOMBIANA SOBRE LICENCIAS AMBIENTALES, DESASTRES Y AMENAZAS NATURALES.....	28
2.3.1 Disposiciones legales sobre recursos hídricos, cuencas hidrográficas y licencias ambientales con énfasis en distritos de adecuación de tierras.....	29
2.3.2 Disposiciones nacionales legales sobre prevención y atención de desastres naturales.....	30
2.3.3 Disposiciones legales del departamento del Huila sobre prevención y atención de desastres naturales.....	31
2.4 TRABAJOS DE GRADO SOBRE IMPACTO AMBIENTAL, AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.....	32
3. METODOLOGIA.....	34
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	34
3.2 FASES, ETAPAS Y MÉTODOS.....	37
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	43
4.1 Descripción de las características hidráulicas, administrativas, de operación y mantenimiento de los distritos de riego.....	43
4.1.1 Distrito de riego San Alfonso.....	46
4.1.2 Distrito de riego Las Mercedes.....	51

4.2	IMPACTOS AMBIENTALES Y AMENAZAS NATURALES DE LOS DISTRITO DE RIEGO	61
4.2.1	Área de influencia de los distritos de riego.....	61
4.2.2	Identificación y valoración de impactos ambientales por distrito de riego	76
4.2.3	Identificación y valoración de amenazas naturales por distritos de riego	83
4.2.4	Estudio comparativo de los impactos y amenazas naturales de los distritos de riego en el escenario actual.....	85
4.2.4.1	Estudio comparativo de impactos ambientales.....	85
4.2.4.2	Estudio comparativo de amenazas naturales	90
4.2.4.3	Descripción comparada de impactos ambientales y amenazas naturales	91
4.2.5	Prospectiva de los distritos de riego	95
4.3	Directrices fundamentales para la gestión de los impactos ambientales y amenazas naturales	96
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
	ANEXOS	118
	ANEXO A. Cuestionario de encuesta aplicado a funcionarios de distrito de riego.....	118
	ANEXO B. Cuestionario de encuesta aplicado a usuarios de distrito de riego.....	125
	ANEXO C. Lista de usuarios de los distritos de riego encuestados	131

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Fases, etapas y métodos	37
Cuadro 2. Número de usuarios encuestados	41
Cuadro 3. Lista de impactos positivos de los distritos de riego	79
Cuadro 4. Lista de impactos negativos de los distritos de riego	81
Cuadro 5. Lista de amenazas naturales de los distritos de riego	84
Cuadro 6. Objetivos del plan de manejo ambiental	97
Cuadro 7. Medidas para los impactos positivos generados en los cinco distritos de riego	98
Cuadro 8. Medidas para los impactos negativos generados en los cinco distritos de riego.	100
Cuadro 9. Medidas para las amenazas encontradas en los cinco distritos de riego	103
Cuadro 10. Listado de impactos y amenazas	105
Cuadro 11. Resumen del plan de manejo ambiental	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los departamentos de Huila y Tolima	35
Figura 2. Cuenca del río Cabrera en los departamentos del Huila y Tolima	36
Figura 3. Localización de las veredas San Alfonso, san Juanito y Doche en el municipio de Villavieja	65
Figura 4. Área de influencia del distrito de riego San Alfonso	67
Figura 5. Área de influencia del distrito de riego Doche	69
Figura 6 Área de influencia del distrito de riego Las Mercedes	71
Figura 7 Ubicación de las veredas San Antonio Bajo, en el municipio de Colombia	73
Figura 8 Área de influencia de los distritos de riego San Antonio Bajo y Asohorizonte	75

LISTA DE FOTOS

Foto 1 Bocatoma distrito San Alfonso	50
Foto 2 Canal principal distrito Las Mercedes	53
Foto 3 Caseta de bombeo distrito Doche	56
Foto 4 Tubería de tipo p.v.c. distrito Asohorizonte	59
Foto 5 Tubería de tipo p.v.c. distrito San Antonio Bajo	61
Foto 6. Cultivo de arroz en el distrito Las Mercedes	85
Foto 7. Vías de acceso a San Antonio Bajo y Horizonte (Colombia-Huila)	86
Foto 8. Deterioro del canal del distrito San Alfonso	87
Foto 9. Sobresedimentación canal Doche	88
Foto 10. Sobresedimentación bocatoma distrito Doche	88
Foto 11. Generación de residuos sólidos distrito San Alfonso	89
Foto 12. Inestabilidad geológica en Doche	90
Foto 13. Áreas inundadas Doche	91

RESUMEN

La cuenca hidrográfica del río Cabrera tiene una superficie de 2863.3 km², se ubica en el extremo norte del departamento del Huila, sobre territorios de los municipios de Colombia, Baraya y Villavieja, y suroccidente del departamento del Tolima, en los municipios de Alpujarra y Dolores. Esta zona es altamente vulnerable al cambio hidroclimático asociado a las fases cálida y húmeda de El Niño-Oscilación del Sur, generando amenazas que pueden convertirse en desastres naturales, afectando las estructuras y la eficiencia de los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes, y Doche, en la cuenca baja (Villavieja), y en el municipio de Colombia, Asohorizonte y San Antonio Bajo, en la cuenca media.

El objetivo principal de éste estudio de investigación es identificar, valorar y describir los posibles impactos ambientales y las amenazas naturales que afectan los cinco distritos de riego, como también formular el plan de manejo básico ambiental de los mismos. Dicho estudio se formuló con base a cinco fases y sus respectivas etapas, desarrolladas mediante visitas de campo, aplicación de encuestas y entrevistas a usuarios, recolección y análisis de documentos bibliográficos, cartográficos y fotográficos en entidades públicas y privadas, y la interpretación de listas de comprobación para impactos ambientales y amenazas naturales.

Los cinco impactos positivos encontrados en los distritos de riego son, ampliación del área cultivada, aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados, aumento de ingresos económicos, generación de empleo y aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico; los cinco negativos, uso excesivo de agroquímicos, conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua, contaminación de aguas superficiales, despilfarro de agua en el predio y aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras y las cinco amenazas, lluvias de alta intensidad, periodos anuales de sequía, torrencialidad de ríos y quebradas (avalanchas), vientos fuertes e inestabilidad geológica, son los más comunes y de mayor importancia.

Para el Plan de Manejo Ambiental se plantearon ocho objetivos y cuarenta medidas, distribuidas en once proyectos los cuales se agruparon en cinco programas, Desarrollo económico, Manejo ambiental, Desarrollo y bienestar social, Atención y prevención de desastres y Adecuación de tierras. Con el fin de maximizar los impactos positivos, prevenir, mitigar o compensar los impactos negativos y las amenazas naturales que se presenten.

Palabras claves: cuenca hidrográfica del río Cabrera, distritos de riego, El Niño-Oscilación del Sur, Plan de Manejo Ambiental, impactos positivos, impactos negativos, amenazas naturales.

SUMMARY

The hydrographic basin of the Cabrera river has a surface of 2863.3 km². It is located in the north part of the department of Huila, on territories of the municipalities of Colombia, Baraya and Villavieja and southwest of the department of Tolima, in the municipalities of Alpujarra and Dolores. This zone is highly vulnerable to the weather change associated with the hot and humid phases of the Child phenomenon South- oscillation, generating threats that can turn into natural disasters, affecting the structures and the efficiency of the districts of irrigation San Alfonso, The Mercedes, and Doche, in the low basin (Villavieja), and in the municipality of Colombia, Asohorizonte and Low San Antonio, in the medium basin.

The main aim of this research study is to identify, value and describe the possible environmental impacts and the natural threats that affect five districts of irrigation. It also aims to formulate the plan of basic environmental managing of the districts. The above mentioned study was formulated based on five phases and its respective stages developed by means of field visits, application of surveys and interviews to users, collection and analysis of bibliographical, cartographic and photographic documents in public and private entities, and the interpretation of checking lists for environmental impacts and natural threats.

Five positive impacts found in the districts of irrigation are: extension of the cultivated area, increase in the satisfaction of water demand for cattle, increase of economic income, generation of employment and increase in the satisfaction of water demand for domestic use. Five negatives impacts are: excessive use of agrochemicals, conflicts among users or among civil servants of the district, especially for the water; pollution of surface waters, water waste in the land and increase of investment and of operating costs in systems of land management. Five threats: heavy rains, annual periods of droughts, avalanches, strong winds and geological instability, are the most common and of major importance.

For the Environmental Managing Plan eight objectives and forty measures were set distributed in eleven projects which were grouped in five programs: Economic Development, Environmental Managing, Development and Social Well-being, Assistance and Prevention of Disasters and Land Management. These programs seek to maximize the positive impacts, prevent, mitigate or compensate the negative impacts and the natural threats that they represent.

Key words: hydrographic basin of the Cabrera River, districts of irrigation, the Child phenomenon-south oscillation, plan of environmental managing, positive impacts, negative impacts, natural threats.

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

El presente trabajo de grado “impactos ambientales y amenazas naturales de cinco distritos de riego en la cuenca media y baja del río Cabrera”, constituye uno de los componentes del proyecto de investigación “Impacto de El Niño-Oscilación del Sur y otros fenómenos hidrometeorológicos en la cuenca hidrográfica del río Cabrera, departamento del Huila”, que adelanta el Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC). De otra parte, la carrera de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana, cuenta con una amplia gama de asignaturas que contribuyen al correcto desarrollo del proyecto de investigación, tales como: Evaluación de Impacto Ambiental, Manejo de Cuencas Hidrográficas, Hidroclimatología, Parámetros de Ingeniería de Diseño, Riego y Drenaje, Pequeña Irrigación, Geología y Mecánica de Suelos, Ecología, Desarrollo Rural y Fotointerpretación, entre otras, las cuales tienen una aplicación significativa en el desarrollo de dicho trabajo de grado.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a Olaya, Zambrano y Sánchez (2005, 448-453), la cuenca hidrográfica del río Cabrera ubicada en el extremo norte del departamento del Huila, es una de las que más presentan amenazas que se pueden convertir en desastres naturales afectando los diversos sistemas ecológicos y los distritos de riego, en especial los de San Alfonso, Las Mercedes y Doche, los cuales suministran el agua para irrigar los cultivos, proporcionando la principal fuente de ingresos de las poblaciones ubicadas en la cuenca media y baja de dicho río, siendo la agricultura y la ganadería el principal sustento de los habitantes de la cuenca del río Cabrera. Respecto de las amenazas naturales en dicha cuenca existen evidencias de inundaciones, sequías, avalanchas, deslizamientos, derrumbes y las fases cálida y húmeda de El Niño-Oscilación del Sur.

Esta problemática, en el caso de los distritos de riego, requiere ser solucionada mediante estrategias tales como planes de manejo ambiental; pero, debido a la falta de información respecto a dicha problemática, es de suma importancia estudiar algunos de los distritos de riego más representativos de la zona y así poder evaluar los impactos ambientales positivos y negativos que estos originan y las amenazas naturales que se enfrentan durante su construcción y operación afectando principalmente la economía de la región, como también las cosechas y por ende a los campesinos de la zona.

El Distrito de riego San Alfonso, con aproximadamente 199 usuarios y 1300 hectáreas de las veredas de San Alfonso, Potosí y La Victoria, tiene capacidad de

derivar 2,8 m³/s de agua, pero el caudal que se capta es menor, el cual varía según la demanda y el nivel del agua en el río. El Distrito de riego Doche, con aproximadamente 30 usuarios, irriga predios localizados sobre la margen izquierda del río Cabrera, en el noreste del Desierto La Tatacoa. El Distrito de riego Las Mercedes tiene 27 usuarios y capta, al menos, 0,6 m³/s para regar 180 hectáreas que se distribuyen en predios del municipio de Villavieja, en el Huila y el municipio de Natagaima, en el Tolima (Huila. Contraloría, 52,55; Olaya, Sánchez y Tovar, 1998, 43-45; Perdomo y Perdomo, 2003, 82-90; citados por Olaya, Zambrano y Sánchez, 2005, 458-461).

La zona norte del departamento del Huila es altamente vulnerable al cambio climático asociado principalmente a disminución de las precipitaciones y el aumento de temperatura, debido a que es un área con un proceso de desertificación avanzada. Allí se encuentran los tres distritos de riego por superficie más grandes del departamento, siendo el recurso hídrico el factor determinante para la producción agrícola (Izquierdo, Chavarro y Trujillo, 2007. 11-12). En dicha zona se localiza la cuenca baja del río Cabrera; por ende, los distritos de San Alfonso, Las Mercedes, y Doche, son susceptibles de ser afectados por el mencionado cambio climático y la fase cálida de El Niño, lo cual puede reflejarse en escasez de agua para la irrigación. De otra parte, en la cuenca media y alta, donde se hallan los distritos de riego de Asohorizonte y San Antonio Bajo, existe tendencia a manifestarse La Niña.

Con base en lo expresado anteriormente, se consideró necesario realizar un trabajo de investigación a partir de las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuáles son los principales desastres y amenazas naturales que más afectan a los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes, Doche, Asohorizonte y San Antonio Bajo, que se localizan en la cuenca hidrográfica del río Cabrera?
- 2) ¿Cuáles son los impactos ambientales que generan dichos distritos de riego?
- 3) ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias básicas entre estos distritos de riego a partir de los impactos ambientales, amenazas y desastres naturales?
- 4) ¿Cuáles podrían ser los programas y proyectos para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales, amenazas y desastres naturales asociados a estos distritos de riego?

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar, valorar y describir los posibles impactos ambientales y las amenazas naturales que afectan a los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes, Doche, Asohorizonte y San Antonio Bajo, ubicados en la cuenca media y baja del río Cabrera y formular el plan de manejo básico ambiental de los mismos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar, valorar y describir las características hidráulicas de operación y mantenimiento en los distritos de riego antes mencionados.
- 2) Determinar el área de influencia de cada uno de los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes, Doche, Asohorizonte y San Antonio Bajo.
- 3) Identificar, valorar y describir los impactos ambientales positivos y negativos generados por los distritos de riego mencionados anteriormente.
- 4) Identificar, valorar y describir las amenazas naturales que afectan a dichos distritos.
- 5) Establecer las semejanzas y diferencias básicas entre los distritos de riego a partir de sus impactos ambientales, amenazas y desastres naturales.
- 6) Proponer programas y proyectos básicos para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales, amenazas y desastres naturales asociados a los mismos distritos.

1.4 IMPORTANCIA Y APLICABILIDAD

Es de gran interés realizar y ejecutar este proyecto de investigación en beneficio de las juntas administradoras y los usuarios de distritos de riego de la zona, las alcaldías de Villavieja y Colombia, entes gubernamentales que se relacionan con el proyecto tales como la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Aguas del Huila, IDEAM, INCODER, entre otros, ya que por medio de éste se dan a conocer diversas alternativas para lograr prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales, amenazas y desastres naturales asociados a los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes, Doche, Asohorizonte y San Antonio Bajo, ubicados en la cuenca hidrográfica media y baja del río Cabrera, debido a que no se tiene información detallada a cerca de la problemática que afecta a estos cinco distritos de riego. Siendo esto de gran ayuda para minimizar

los impactos ambientales, contribuyendo al correcto funcionamiento y eficiencia de los distritos y por ende mejorando la calidad de vida de los beneficiarios y también la economía de la región.

De igual manera, éste proyecto es de gran importancia para La Universidad Surcolombiana, en especial para el Programa de Ingeniería Agrícola, la Especialización en Ingeniería Ambiental y la maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos, ya que con base en las asignaturas de Evaluación de Impacto Ambiental, Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, Calidad de Aguas e Hidroclimatología, se logran formular proyectos de investigación y trabajos de grados en los cuales se planifican alternativas de solución para mitigar los riesgos producto de los desastres y amenazas naturales en el departamento del Huila, como también para la realización de prácticas académicas. Para el Grupo de Investigación "ECOSURC", convirtiéndose éste trabajo de grado en el primer estudio de investigación que se realiza en la universidad Surcolombiana, orientado a la identificación de los impactos ambientales, desastres y amenazas naturales en los distritos de riego más representativos de la cuenca hidrográfica media y baja del río Cabrera, con lo cual se podría contribuir en la formación de profesionales de pregrado y postgrado en esta temática.

2. REVISION DE LITERATURA

Según el IDEAM (2001), citado por Izquierdo, Chávarro y Trujillo (2007, 13,14), las concentraciones naturales de los gases efecto invernadero (GEI), están aumentando en la atmósfera debido a las actividades humanas, generando un cambio climático manifestado en un incremento de la temperatura global (calentamiento global), que genera un aumento en el nivel del mar, cambios en los regímenes de precipitación (periodicidad de las lluvias) y en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (tormentas, huracanes, fenómenos de El Niño y La Niña), presentando una variedad de impactos progresivos sobre diferentes componentes, tales como la agricultura, los recursos hídricos, los ecosistemas y la salud humana, entre otros.

En concordancia con lo expresado por el Departamento Nacional de Planeación DNP (Colombia. Presidencia, 2005, 21, 22), la tarea de actuar adecuadamente sobre el riesgo con el fin de evitarlo o mitigarlo, se conoce como Gestión del Riesgo. Comprende tanto actividades de prevención, mitigación, preparación, y transferencia; que se ejecutan antes de la ocurrencia del evento potencialmente dañino, como aquellas de atención y rehabilitación en caso de desastre;

Para los mismos autores (Colombia. Presidencia, 2005, 21, 22), la prevención es el conjunto de acciones y medidas dispuestas con anticipación, con el fin de evitar la ocurrencia de desastres derivados de eventos naturales o antrópicos, o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios y el medio ambiente y mitigar significa tomar medidas y/o acciones para reducir el nivel de pérdidas esperado ante la ocurrencia del desastre.

2.1 CONCEPTOS DE IMPACTO AMBIENTAL, AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES

IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental (IA) se define como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana (un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales). Sin embargo, el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo (www.santacruz.gov.ar, febrero, 2009). De acuerdo con Polanco y Bedoya (2005, 226), “los impactos también podrían modificar los sistemas socio-culturales y socio-económicos de un país”.

Para el caso de Colombia, el Decreto 1220 de 2005 hace referencia al impacto ambiental y plan de manejo que se presenten producto de una evaluación ambiental orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y

efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad que se presenten en el área de estudio.

De acuerdo con la misma disposición legal, “impacto ambiental se define como cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad”. Colombia Presidencia.

AMENAZAS

Según lo expuesto en el Plan Territorial para la Prevención y Atención de Desastres del Departamento del Huila 2004-2015 (Huila. Gobernación, 2005, 49), la amenaza se encuentra relacionada con el peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o antrópico manifestado en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos desfavorables en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. En el mismo plan “En términos cualitativos, la amenaza alta hace referencia a los eventos que se presentan con mayor frecuencia intensidad y su impacto es alto; la amenaza media se relaciona con los eventos de frecuencia o intensidad moderada; y la amenaza baja indica eventos esporádicos y con efectos de poca incidencia.” De acuerdo con Hermelin (2005, 11), la definición de amenaza incluye la intensidad con la que puede ocurrir (algo comparado con la energía liberada), el espacio que afectará y la frecuencia con la que ocurrirá.

Para algunos especialistas, en el tema objeto de estudio, pese al término “natural” una amenaza natural tiene componentes de participación humana. Por ejemplo un evento físico, como una erupción volcánica que no afecta al ser humano, es un fenómeno natural, y no una amenaza natural, como también, un evento peligroso que cause fatalidades y/o serios daños más allá de la capacidad de la sociedad a responder, es un desastre natural. Para los mismos especialistas, los fenómenos naturales no constituyen amenazas ni tampoco resultan en desastres en áreas donde no hay intereses humanos, esta definición difiere con la idea tradicional “de que los desastres naturales son estragos inevitables causados por las fuerzas incontrolables de la naturaleza. Un desastre no es un proceso puramente natural, sino que es un evento natural que ocurre en lugares donde hay actividades humanas” (<http://www.oas.org>, Agosto 2009).

De acuerdo con el DNP (Colombia. Presidencia, 2005, 19, 20), el concepto de vulnerabilidad hace referencia tanto a la susceptibilidad de un sistema social de ser afectado por una amenaza como a la capacidad del mismo sistema de sobreponerse luego de la afectación. Para los mismos autores, la amenaza y la vulnerabilidad se deben evaluar necesariamente uno en relación con el otro, ya que ninguno puede generarse de forma independiente (no existe amenaza sin vulnerabilidad, ni vulnerabilidad sin amenaza).

Entre los fenómenos naturales potencialmente peligrosos, se tienen los de granizo, huracanes, incendios, tornados, tormentas tropicales, inundación costera, desertificación, salinización, sequía, erosión y sedimentación, desbordamiento de ríos, olas ciclónicas, temblores, tsunamis, avalanchas de ripio, deslizamientos, hundimientos de tierra, incendios, etc. (www.oas.org, febrero y agosto, 2009).

Terremotos

De conformidad con la misma fuente bibliográfica (www.oas.org, 2009), el origen de los terremotos se debe a “la repentina liberación de la energía de tensión lentamente acumulada en una falla de la corteza terrestre y ocurren comúnmente en la zona de choque de las placas tectónicas al igual que los volcanes”. Los terremotos presentan una seria amenaza debido a la irregularidad en los intervalos de tiempo entre eventos, a la falta de sistemas adecuados de pronóstico y a los riesgos relacionados con las construcciones ubicadas cerca del centro del terremoto, el desplome de edificios en áreas densamente pobladas, las fallas en la superficie que ocurren como una separación del material parental a lo largo de la superficie, los derrumbes a causa de temblores de tierra en áreas de topografía relativamente empinada y de poca estabilidad de pendiente, la licuefacción de material no consolidado levemente inclinado, que puede ser activada por un temblor de tierra, los tsunamis u olas sísmicas, que son generados comúnmente por la actividad sísmica debajo del suelo oceánico; las anteriores amenazas geológicas, son algunas de las más destructivas.

Volcanes

Según la fuente bibliográfica citada anteriormente (www.oas.org, 2009), “los volcanes son perforaciones de la corteza terrestre, de las que escapan a la superficie rocas fundidas y gases”. Las amenazas volcánicas derivan de dos clases de erupciones: las erupciones explosivas las cuales se originan por la rápida disolución y expansión del gas desprendido por las rocas fundidas al aproximarse estas a la superficie terrestre, generando una amenaza al dispersar bloques y fragmentos de rocas y lava a distancias variantes del origen. Las erupciones efusivas que pueden provenir de diferentes fuentes, la mayor amenaza impuesta por éstas es el flujo de materiales que varían en naturaleza (fango, ceniza, lava) y cantidad, su acción está determinada por la gravedad, la topografía que los rodea y la viscosidad del material.

Deslizamientos

En concordancia con la fuente bibliográfica (www.oas.org, 2009), “los deslizamientos incluyen derrumbes, caídas y flujo de materiales no consolidados, que pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos”. Se localizan en áreas relativamente pequeñas,

pueden ser especialmente peligrosos por la frecuencia con que ocurren. Existen distintas clases de deslizamientos tales como: el desprendimiento de rocas que se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado, los derrumbes y las avalanchas, que son el desplazamiento de una sobrecarga debido a una falla de corte, los flujos y las dispersiones laterales (fenómenos de licuefacción), que ocurren en material reciente no consolidado donde la capa freática es poco profunda.

Inundaciones

Con base a la cita bibliográfica (www.oas.org, 2009), las inundaciones son fenómenos naturales que pueden ocurrir a intervalos irregulares de tiempo en todos los cursos de agua. Se pueden distinguir dos tipos de inundaciones: (1) desbordamiento de ríos que ocurren cuando se excede la capacidad de los canales para conducir el agua y por lo tanto se desbordan las márgenes del río, producidas por la excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones, y (2) inundaciones originadas en el mar, o inundaciones costeras, causadas por olas ciclónicas originadas por un crecimiento anormal del nivel del mar asociado con huracanes y otras tormentas marítimas.

Tsunamis

Siguiendo con la misma fuente bibliográfica (www.oas.org, 2009), se tienen que “los tsunamis son olas de larga duración generadas por terremotos, actividades volcánicas y derrumbes en el suelo marítimo”. Poseen características únicas difíciles de detectar y monitorear, olas con 100 km o más de longitud, velocidades en aguas profundas de hasta 700 km/h, la cresta de estas olas puede exceder los 25 metros de altura al alcanzar aguas poco profundas.

Huracanes

Según la fuente bibliográfica (www.oas.org, 2009), Los huracanes se generan sobre aguas cálidas oceánicas a bajas latitudes, son depresiones tropicales que se desarrollan como fuertes tormentas caracterizadas por vientos centrípetos. Presentan características que los hacen especialmente peligrosos dado a su potencial destructivo, su zona de influencia, origen espontáneo y movimiento errático. Los fenómenos que se asocian con los huracanes son:

- Los vientos que exceden los 64 nudos, "potencia del huracán" (74 mi/h o 119 km/h). Causan daños debido al impacto del viento contra las estructuras fijas y por los objetos que vuelan como consecuencia del mismo.
- Las fuertes precipitaciones de varios días de duración antes y después del huracán. El nivel de dichas precipitaciones depende de la humedad del ambiente y de la velocidad y magnitud del huracán. Se pueden saturar los suelos y producir

inundaciones como consecuencia del exceso de escorrentía, causar derrumbes como resultado del sobrepeso y la lubricación de los materiales de la superficie y dañar los cultivos al debilitar el soporte de las raíces.

- Las olas ciclónicas, especialmente combinadas con mareas altas, las cuales pueden inundar fácilmente las zonas bajas que carecen de protección.

Desertificación

Continuando con la misma fuente bibliográfica (www.oas.org, 2009), la desertificación es la degradación de los recursos naturales en zonas áridas que crean condiciones desérticas, siendo el resultado de un conjunto de acciones causadas generalmente por períodos secos prolongados en ciclos climáticos naturales (sequías) combinados con la presión de las poblaciones humanas y animales. El sobrepastoreo es la actividad que más contribuye a la desertificación es muy común en tierras de secano. La labranza se realiza en regiones semiáridas donde el agua es uno de los principales factores limitantes de la producción agrícola. En América Latina, las tierras desérticas, pueden en general ser atribuidas a algún tipo de explotación de suelos y a las variaciones en el clima natural.

Erosión y Sedimentación

De igual manera, encontramos en la fuente bibliográfica citada anteriormente (www.oas.org, 2009), que “la erosión de suelos y su consecuente sedimentación son los sucesos naturales que causan más pérdidas económicas y sociales”. Se presentan en todo tipo de condiciones climáticas, sin embargo se considera más dañina en zonas áridas ya que su combinación con la salinización es un causal de desertificación, produciendo algunos efectos importantes tales como la pérdida de soportes y nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos, el daño causado por los sedimentos acumulados río abajo y la reducción de la capacidad de almacenamiento de agua por la pérdida de suelos y la sedimentación de las cuencas y reservorios.

DESASTRES NATURALES

De acuerdo con algunos expertos en el tema a investigar (www.proyectosalohogar, febrero del 2009), “los desastres naturales, son alteraciones intensas de las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, causados por un suceso natural o generado por el hombre que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada”. Según el criterio de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), citado por la misma fuente bibliográfica, los desastres se clasifican de la siguiente manera: desastres naturales y desastres sociales. Los desastres naturales, son los producidos por la fuerza de la naturaleza, entre estos se tienen, los sismos/terremotos,

maremotos/tsunamis, erupciones volcánicas, deslizamiento de tierras, derrumbes, aludes, aluviones, sequías-inundaciones, heladas, tormentas, granizadas, tornados y huracanes; los desastres sociales, son los producidos por el hombre, tales como, incendios, explosiones, derrames de sustancias químicas, contaminación ambiental, guerras, subversión, terrorismo, la explotación errónea e irracional de los recursos naturales renovables como los bosques y el suelo y no renovables como los minerales, etc.

Por otra parte, otros especialistas interesados en la temática de investigación, dicen que: “los desastres no son naturales, sino los fenómenos que los producen”, puesto que la naturaleza se encuentra en un proceso permanente de movimiento y transformación, que se manifiesta de diferentes maneras, a través de fenómenos de cierta regularidad como la lluvia en algunos meses del año y de aparición extraordinaria, como los temblores de la tierra, las erupciones volcánicas o el desgaste natural del suelo (<http://es.wikipedia.org>, agosto 2009).

De conformidad con los mismos especialistas, “los efectos de un desastre natural pueden amplificarse debido a una mala planificación de los asentamientos humanos, falta de medidas de seguridad, planes de emergencia y sistemas de alerta provocados por el hombre”, que pueden desencadenar diversos eventos los cuales reducirán las posibilidades de sobrevivir a éste. Para los mismos expertos, existen varios tipos de fenómenos naturales que se convierten en desastre natural cuando superan un límite de normalidad, medido generalmente a través de un parámetro que varía dependiendo del tipo de fenómeno (escala de Richter para movimientos sísmicos, escala Saphir-Simpson para huracanes, etc.) (www.wikipedia.org, 2009).

Tipos de desastres naturales:

Avalancha

Según la fuente bibliográfica mencionada anteriormente (www.wikipedia.org, 2009), una avalancha “es un deslizamiento brusco de material, mezcla de hielo, roca, suelo o polvo y vegetación pendiente abajo”, representan el mayor peligro durante el invierno en las montañas, puesto que pueden recorrer kilómetros y provocar la destrucción total de la ladera y todo lo que encuentre a su paso.

El Calor

Dando continuidad a la misma fuente bibliográfica (www.wikipedia.org, 2009), el calor es un desastre caracterizado que se considera extremo e inusual en el lugar donde sucede; “las olas de calor son extrañas y necesitan combinaciones especiales de fenómenos atmosféricos para tener lugar, y puede incluir inversiones de vientos catabáticos, y otros fenómenos”.

Corrimiento de tierra

Conforme a la cita bibliográfica anteriormente mencionada (www.wikipedia.org, 2009), se entiende por corrimiento de tierra, al fenómeno estrechamente relacionado con las avalanchas, pero en vez de arrastrar nieve, llevan tierra, rocas, árboles, fragmentos de casas, etc. Pueden ser ocasionados por terremotos, erupciones volcánicas o inestabilidad en la zona circundante.

Frío

De acuerdo a lo encontrado en la fuente bibliográfica (www.wikipedia.org, 2009), los frentes fríos pueden causar perturbaciones atmosféricas tales como: “tormentas de truenos, chubascos, tornados, vientos fuertes y cortas tempestades de nieve antes del paso del frente frío, acompañadas de condiciones secas a medida de que el frente avanza”. Se caracterizan por moverse rápidamente y ser fuertes, pueden venir en una sucesión de 5 a 7 días, dependiendo de la época del año y de su localización geográfica.

Granizo

Continuando con la misma fuente bibliográfica (www.wikipedia.org, 2009), las tormentas de granizos (pedazos de hielo), es un desastre natural donde se producen grandes cantidades de granizo que afectan la zona donde caen, las tormentas de granizo son especialmente devastadoras en granjas y cultivos, arruinando cosechas, matando animales y dañando equipos sensibles.

Incendio

Según la cita bibliográfica consultada (www.wikipedia.org, 2009), los incendios son desastres producidos por acción natural (descargas eléctricas), o provocados por el hombre (quemadas inducidas), causando grandes pérdidas forestales al destruirse prados, bosques, vida salvaje (animal y vegetal) y en ocasiones humanas.

Inundación

De conformidad con la referencia bibliográfica (www.wikipedia.org, 2009), una inundación es un desastre natural causado por la acumulación de lluvias y agua en un lugar determinado. Puede producirse por lluvia continua, una fundición rápida de grandes cantidades de hielo, o ríos que reciben un exceso de precipitación y se desbordan, y en menos ocasiones por la destrucción de una presa.

Sequía

Siguiendo con la misma cita bibliográfica mencionada anteriormente (www.wikipedia.org, 2009), una sequía es un modelo meteorológico duradero consistente en condiciones climatológicas secas y escasa o nula precipitación. Es causada principalmente por la falta de lluvias.

Tormenta

En la misma fuente bibliográfica (www.wikipedia.org, 2009), encontramos que una tormenta es un ejemplo de tiempo extremo caracterizado por la presencia de rayos, abundante lluvia, fuertes vientos, granizo y en ocasiones nieve y tornados.

Tormenta eléctrica

Conforme a lo citado en la bibliografía (www.wikipedia.org, 2009), se tiene que una tormenta eléctrica es una poderosa descarga electrostática natural producida durante una tormenta, es acompañada por la emisión de luz (el relámpago), causada por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire. La electricidad que pasa a través de la atmósfera calienta y expande rápidamente al aire, produciendo el ruido característico del trueno del relámpago.

Ventisca

De acuerdo a lo expuesto en la referencia bibliográfica citada anteriormente (www.wikipedia.org, 2009), una ventisca es un fenómeno natural que se produce generalmente en zonas de alta montaña o altas latitudes, donde las temperaturas son bastante inferiores a 0°C, se caracterizan por su alto grado de peligrosidad, ya que dificultan la visibilidad y aumentan el riesgo de muerte por las bajas temperaturas que se producen en ellas.

El Fenómeno De El Niño-Oscilación Del Sur

De acuerdo con la costarricense Patricia Ramírez, el fenómeno de El Niño ENOS (ENSO en inglés), es la aparición de corrientes marítimas en las costas del Océano Pacífico de América del Sur, durante el verano del hemisferio sur. Dicho fenómeno sucede a intervalos de dos a siete años y se caracteriza por que la superficie del mar y la atmosfera sobre él, presentan una condición anormal durante un período que va de doce a dieciocho meses; recibe el nombre de El Niño ya que fue identificado por los pescadores peruanos siglos atrás, puesto que se observaba a finales de diciembre, cerca de la Navidad (Ramírez, junio 2009).

Siguiendo con la misma fuente bibliográfica (Ramírez, 2009), dicho fenómeno comienza su ciclo en el Océano Pacífico Tropical, cerca de Australia e Indonesia, elevándose la temperatura de las aguas superficiales unos cuantos grados por encima de lo normal, sucesivamente este máximo de temperatura nombrado más

recientemente "episodio cálido" se desplaza hacia el este y, alrededor de seis meses después, alcanza la costa de América del Sur, en el extremo este del Pacífico, acompañado de un enfriamiento relativo en el Pacífico Occidental, es decir, cerca de Asia.

Para el mismo autor (Ramírez, 2009), mientras estas corrientes marítimas suceden, en la atmósfera se produce una alteración del patrón de la presión atmosférica, que baja en el lado este del Pacífico y sube en el oeste "Oscilación del Sur", enunciando con ello el conjunto de alteraciones climáticas en los patrones normales de circulación del océano y la atmósfera.

En relación con lo expuesto por el autor citado anteriormente (Ramírez, 2009), "los cambios en la temperatura influyen en la salinidad de las aguas, cambiándose, por tanto, las condiciones ambientales para los ecosistemas marinos"; afectando las poblaciones de peces, especialmente en las áreas del Pacífico americano y, por consiguiente, la actividad pesquera en ellas. Por otra parte, los cambios en la circulación atmosférica alteran el clima global, con lo que se afectan la agricultura, los recursos hídricos y otras actividades económicas importantes en extensas áreas del planeta.

Según el hidroclimatólogo Germán Poveda Jaramillo, uno de los mayores expertos en el tema, dice que, "el fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENSO) es un evento natural como resultado de la interacción entre el océano y la atmósfera en la región del Océano Pacífico Ecuatorial". De acuerdo con el mismo experto, dicho fenómeno sucede en escalas de tiempo de meses a varios años, se trata de una alteración en los patrones de circulación atmosférica y oceánica que se presenta, generando impactos fuertes sobre las decisiones humanas y sobre las condiciones socio – económicas de los habitantes del planeta (Poveda, 2003).

En el Huila la CAM, hace referencia al Fenómeno del Pacífico, "como la alteración climática de las corrientes marítimas y atmosféricas de todo el planeta", produciendo el sobrecalentamiento de las aguas de la costa pacífica originando altas temperaturas durante el día y bajas en toda la noche. Dichos altibajos de temperaturas originan las fuertes sequías e intensas lluvias (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, s.f. Cambios Climáticos, cartilla instructiva para la atención de cambios climáticos y prevención de desastres naturales para el Departamento del Huila).

2.2 AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Desde un análisis general, el Plan Territorial para la Prevención y Atención de Desastres del Departamento del Huila (Huila. Gobernación, 2005, 52-74), concluye que en este departamento predominan aquellas amenazas directamente

relacionadas con los procesos de degradación ambiental (erosión, fenómenos hidrológicos y fenómenos de remoción en masa), entre las cuales se tienen: amenazas sísmicas, amenazas volcánicas, amenazas hidrometeorológicas, amenazas por avalanchas, amenazas por fenómenos de remoción en masa y erosión (FRM), amenazas de origen antrópico y socio-natural y por último las amenazas regionales relacionadas con el fenómeno de sequías.

De conformidad con la misma fuente bibliográfica (Huila. Gobernación, 2005), el departamento del Huila muestra amenazas sísmicas altas, debido a que buena parte del territorio nacional se encuentra bajo la influencia de una compleja actividad tectónica que incide en la ocurrencia de fuertes sismos a lo largo de diferentes sistemas de fallas geológicas que limitan las tres cordilleras, provocando en diversas ocasiones la destrucción casi total de importantes ciudades y poblaciones del país generando inmensas pérdidas humanas y económicas.

Con base en el documento citado anteriormente (Huila. Gobernación, 2005), el territorio presenta un riesgo por amenazas volcánicas, ya que los volcanes en Colombia se hallan distribuidos a lo largo de la Cordillera Central desde el límite colombo-ecuatoriano hasta la confluencia de los departamentos de Risaralda, Caldas y Tolima. Al departamento del Huila pertenecen: la cadena volcánica de los Coconucos, el complejo volcánico Nevado del Huila, el volcán Sotará y otros conos volcánicos de composición básica, inactivos; la potencialidad de la inactividad no implica una amenaza directa sobre los diferentes centros poblados huilenses, asentados sobre las estribaciones de la Cordillera Central o en sus valles, el peligro está representado por otros fenómenos asociados al vulcanismo tales como caída de piroclastos, acumulación de cenizas y flujos de lodos a lo largo de las cuencas hidrográficas que tienen su origen en los alrededores de los volcanes.

Según el mismo Plan (Huila. Gobernación, 2005), “en el Huila existe un riesgo alto por amenazas hidrometeorológicas, debido a las características geológicas, geotécnicas y a la pendiente o inclinación del terreno”, las cuales están relacionadas con las avenidas y flujos torrenciales en las zonas de montaña en las estribaciones de las cordilleras, las inundaciones en los valles de las corrientes tributarias del río Magdalena. En el mismo plan (Huila. Gobernación, 2005), eventualmente se ha incluido dentro de dicha amenaza, las avalanchas siendo el resultado de eventos combinados entre flujos torrenciales y taponamientos o represamientos de cauces principalmente por deslizamientos. De otra parte, no debe pasarse por alto en el inventario de las amenazas regionales la relacionada con el fenómeno de sequías, que de manera severa y cíclica impactan a zonas del departamento presentándose con el fenómeno del Pacífico generando enormes consecuencias en el sistema productivo.

En concordancia con la fuente bibliográfica citada anteriormente (Huila. Gobernación, 2005), en el territorio existen intensas amenazas por fenómenos de remoción en masa y erosión (FRM), los cuales se definen como “los movimientos de porciones del terreno (suelo, rocas o combinación de ambos), que se desplazan sobre la pendiente del terreno a lo largo de una superficie de debilidad o falla”, por efecto de la gravedad favorecida por el aumento del contenido de humedad (agua) en los materiales, o como consecuencia de actividades antrópicas inadecuadas tales como la deforestación, sobreexplotación pecuaria y agrícola del terreno o el uso y ocupación inadecuada del recurso suelo.

De acuerdo con la misma fuente bibliográfica (Huila. Gobernación, 2005), también se tiene que en el territorio, existe un riesgo por amenazas de origen antrópico y socio-natural, las cuales están relacionadas con los fenómenos peligrosos como consecuencia de las actividades netamente humanas, tales como “procesos industriales, aplicación de tecnología, accidentes de tránsito y conflictos sociales, o por su interacción desequilibrada con el medio ambiente (amenaza socio-natural), contaminación y por la explotación irracional de los recursos naturales”.

2.3 LEGISLACIÓN COLOMBIANA SOBRE LICENCIAS AMBIENTALES, DESASTRES Y AMENAZAS NATURALES

La degradación de los recursos y la contaminación del medio ambiente son factores de gran importancia que inciden en la salud y la calidad de vida de un individuo. Como por ejemplo, por medio del agua se transmiten la mayor parte de enfermedades tales como: el cólera, la fiebre tifoidea, las diarreas, el parasitismo intestinal la hepatitis infecciosa, entre otras. De igual forma, la contaminación del aire produce enfermedades en el hombre, animales y vegetales, así mismo la contaminación de los suelos afecta los cultivos y toda la cadena alimenticia hasta llegar al hombre.

En efecto, la Constitución Nacional hace mención a diversas normas que se desarrollan en leyes y decretos que hacen referencia a los impactos ambientales, las amenazas y los desastres naturales, así como a la preservación, conservación y recuperación de las cuencas hidrográficas y recursos naturales renovables para un correcto y adecuado uso de los ecosistemas, siendo de vital importancia para la protección del medio ambiente y en especial para la calidad del recurso agua. Al respecto, algunas de las disposiciones legales de mayor importancia, se mencionan a continuación; para el caso de cuencas hidrográficas y licencias ambientales tenemos, Decreto 1541 de 1978, Decreto 2858 de 1981, Ley 373 de 1997, Decreto 1729 de 2002, Decreto 3440 de 2004, Decreto 155 de 2004, Decreto 1220 de 2005, Decreto 1900 de 2006, Decreto 1324 de 2007; para la prevención y atención de desastres para el caso de Colombia están, Decreto 1594 de 1984, Ley 46 de 1988, Ley 30 de 1990, Ley 99 DE 1993, Ley 322 de 1996,

Decreto 901 de 1997, Decreto 2340 de 1997, Decreto 93 de 1998, Ley 715 de 2001, para el caso de prevención y atención de desastres en el departamento del Huila tenemos, Decreto Departamental 645 de 1987, Decreto Departamental 543 de 1994, Decreto Departamental 978 de 1998, Ordenanza 43 de 1998, Decreto Departamental 1141 de 2000, Ordenanza 063 de 2004, Decreto Departamental 072 de 2004.

2.3.1 Disposiciones legales sobre recursos hídricos, cuencas hidrográficas y licencias ambientales con énfasis en distritos de adecuación de tierras

Decreto 1541 de 1978, modificado por el Decreto 2858 de 1981, tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el aprovechamiento del recurso agua en todos sus estados.

Decreto 2858 de 1981, el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-ley 2811 de 1974. Trata del otorgamiento de permisos especiales por parte de El Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente "INDERENA" y las Corporaciones Regionales de Desarrollo, para la realización de estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de aguas con destino a la formulación de proyectos de riego.

Ley 373 del 6 de junio de 1997, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, el cual se refiere al 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 usos del recurso hídrico.

Decreto 1729 de 2002, por medio del cual se dictan las disposiciones generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial.

Decreto 3440 de 2004, por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003. Las autoridades ambientales competentes cobrarán la tasa retributiva por los vertimientos puntuales realizados a los cuerpos de agua en el área de su jurisdicción.

Decreto 155 de 2004, tiene por objeto reglamentar el artículo 43 de la ley 99 de 1993 en lo relativo a las tasas por utilización de aguas superficiales, las cuales incluyen las aguas estuarinas, y las aguas subterráneas, incluyendo dentro de éstas los acuíferos litorales. No son objeto de cobro del presente Decreto las aguas marítimas.

Decreto 1220 de 2005, hace referencia a los procedimientos generales para las licencias ambientales, estudios de impacto y plan de manejo ambiental de

proyectos o actividades, orientados a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos adversos que se presenten en el área de influencia del respectivo proyecto.

Decreto 1900 de 2006, por el cual todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica.

Decreto 1324 de 2007, por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico que permite obtener información sobre la demanda del recurso hídrico y orientar la toma de decisiones en materia de políticas, regulación, gestión, planificación e investigación.

2.3.2 Disposiciones nacionales legales sobre prevención y atención de desastres naturales

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamentan los criterios de calidad del agua como guías para la toma de decisiones en el ordenamiento y asignación del recurso hídrico y determinación de las características del agua para cada uso.

Decreto 919 de 1989, por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Se rigen planes, programas, proyectos y acciones específicas para cumplir con las funciones de todos los organismos y entidades públicas, privadas y comunitarias, en las fases de prevención, manejo, rehabilitación, reconstrucción y desarrollo a que dan lugar las situaciones de desastre o de calamidad.

Ley 46 de 1988, por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres “SNPAD”, mediante el cual se garantice un manejo oportuno y eficiente de todos los recursos humanos, técnicos, administrativos, económicos que sean indispensables para la prevención y atención de desastres.

Ley 30 de 1990, por la cual se aprueba el Convenio de Viena (22 de marzo de 1985) para la Protección de la Capa de Ozono. Según esta Ley, se deben tomar las medidas apropiadas y de protocolos de conformidad con dicho Convenio, para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la capa de ozono.

Ley 99 DE 1993, por la cual se crea el Ministerio del Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Dicho Ministerio, es el encargado de las medidas tomadas para la prevención de desastres con el fin de evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia. Además, los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

Ley 322 de 1996, por la cual se crea el Sistema Nacional de Bomberos de Colombia y se dictan otras disposiciones.

Decreto 901 de 1997 del Ministerio del Ambiente que establece un control por medio de tasas retributivas por la descarga de aguas con sustancias contaminantes.

Decreto 2340 de 1997, por el cual se dictan unas medidas para la organización en materia de prevención y mitigación en incendios forestales y se dictan otras disposiciones.

Decreto 93 de 1998, por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

Ley 715 de 2001, por medio del cual se establece la estrategia para consolidar la ejecución del PNPAD en el corto y mediano plazo.

2.3.3 Disposiciones legales del departamento del Huila sobre prevención y atención de desastres naturales

Decreto Departamental 645 de 1987, por el cual se crea el Comité Departamental para la Prevención y Atención de Situaciones de Emergencia.

Decreto Departamental 543 de 1994, el cual establece la creación de la Unidad de Prevención y Atención de Desastres y el Fondo del CREH del Departamento del Huila.

Decreto Departamental 978 de 1998, por medio del cual se reorganiza la estructura orgánica de la secretaría de Gobierno y Desarrollo Comunitario y se dictan otras disposiciones. Señala como funciones generales, formular el plan Departamental de Prevención de Desastres.

Ordenanza 43 de 1998, por la cual se crea la Delegación Departamental de Bomberos del Huila.

Decreto Departamental 1141 de 2000, por el cual se modifican los Decretos 542 de 1994 y 978 de 1998. Define funciones del Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres del Huila (CREPADH).

Ordenanza 063 de 2004, por la cual se adopta el Plan Territorial para la Prevención y Atención de Desastres en el Departamento del Huila. Está enmarcado por la normatividad vigente y gestiones administrativas de orden nacional y departamental.

Decreto Departamental 072 de 2004, por medio del cual se adoptan las directrices y orientaciones para la formulación e implementación del Plan Territorial para la Prevención y Atención de Desastres del Departamento del Huila.

2.4 TRABAJOS DE GRADO SOBRE IMPACTO AMBIENTAL, AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

El departamento del Huila se ve afectado por numerosas amenazas de origen natural y antrópico que afectan la calidad de vida de los habitantes, sus cultivos y sus viviendas, por tal razón, se han realizado estudios de grado los cuales buscan mitigar los impactos ambientales.

Entre los trabajos de grado más representativos esta la evaluación de la gestión del riesgo y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en las subregiones norte y occidente del departamento del Huila (Castro, 2007), el cual permite conocer los riesgos a que están expuestos los municipios que se encuentran ubicados al norte de dichas zonas tales como: Aipe, Baraya, Algeciras, Campoalegre, Colombia, Hobo, Iquira, Palermo, Rivera Santa María, Tello, Teruel, Villavieja y Yaguará; por el occidente la Argentina, La Plata, Nataga, Paicol y Tesalia. También se exponen las amenazas que se presentaron durante el periodo 2002-2006 en estas subregiones y se verifica si el tema de prevención y atención de desastres está incluido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de cada municipio.

Por otra parte, el estudio de evaluación de la gestión del riesgo y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en las subregiones centro y sur del departamento del Huila (Castiblanco, 2007), ofrece a las comunidades la oportunidad de conocer los riesgos a que están expuestos y las emergencias que han ocurrido durante el periodo 2002-2006, en los municipios que se ubican en la zona centro del departamento (Agrado, Altamira, Garzón, Gigante, Guadalupe, Pital, Suaza y Tarqui), y sur del departamento (Acevedo, Elias, Isnos, Oporapa, Palestina, Pital, Salado Blanco, San Agustín y Timaná).

Otro trabajo de grado, es el estudio de impacto ambiental para el proyecto minidistrito de riego Asomiraflores en el municipio de Garzón – Huila (Ramírez y Palacios, 2004), en donde se exponen los riesgos por amenazas naturales a los que está expuesto dicho minidistrito durante las fases de diseño, construcción y operación; como también, el plan de manejo ambiental.

También se tiene el trabajo de grado rediseño del distrito de riego Las Mercedes Villavieja – Huila (Álvarez y Rodríguez, 1998), refiriéndose en uno de sus capítulos al estudio de impacto ambiental realizado al distrito de riego ya mencionado.

3. METODOLOGIA

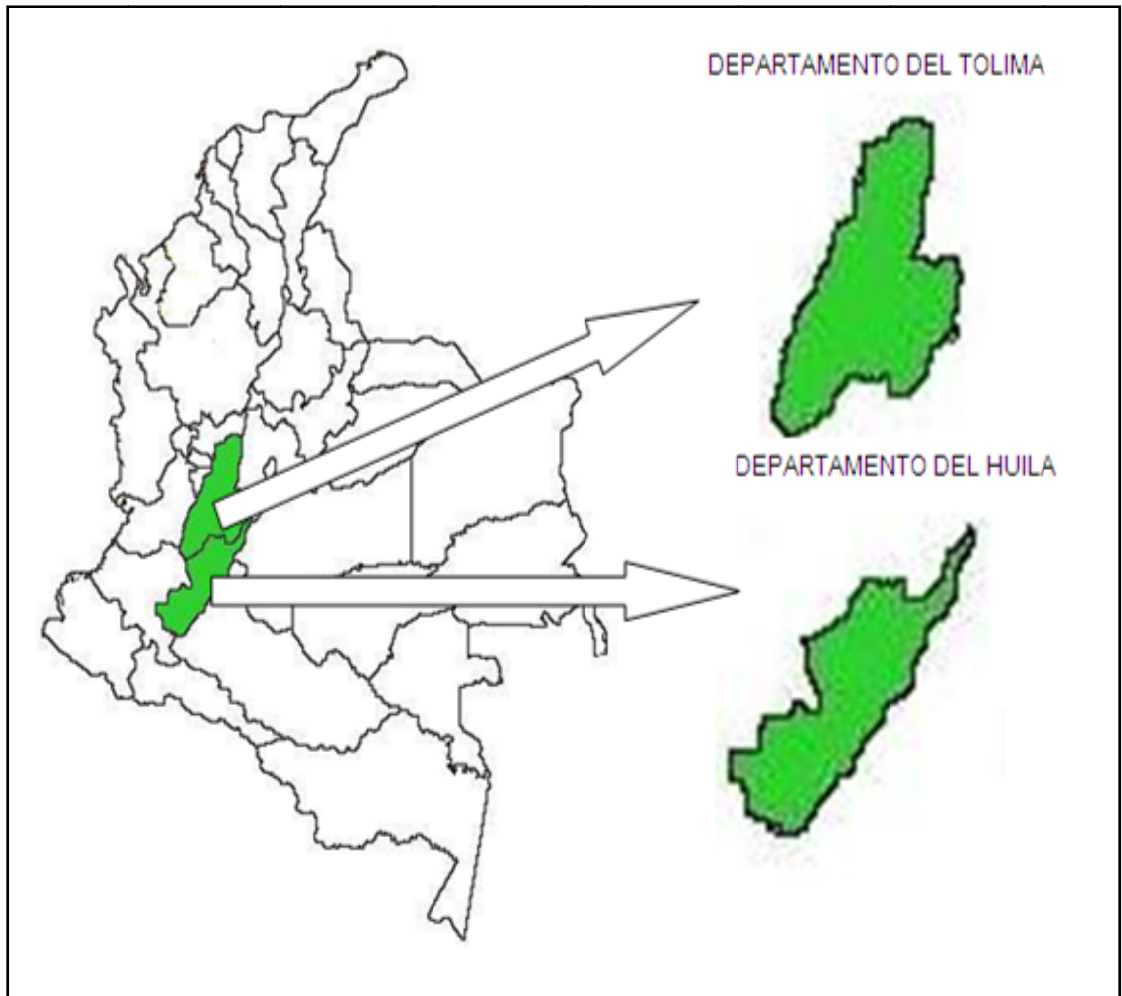
3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende los distritos de riego: San Alfonso, Las Mercedes y Doche, en la jurisdicción municipal de Villavieja; Asohorizonte y San Antonio Bajo, en jurisdicción del municipio de Colombia, ubicados en la cuenca hidrográfica media y baja del río Cabrera, todos en el departamento del Huila. De acuerdo con Olaya, Zambrano y Sánchez (2005, 437, 438), “la cuenca del río Cabrera alcanza una superficie de 2863.3 km² y su cauce tiene una longitud de 140 km, magnitudes que abarcan todo el territorio del municipio de Colombia y parcialmente, los municipios de Baraya y Villavieja, en la subregión Norte del departamento del Huila y los municipios de Alpujarra y Dolores en el departamento del Tolima”.

De acuerdo con la misma fuente bibliográfica (2005, 437 - 438), la cuenca hidrográfica del río Cabrera, limita por el norte con las cuencas del río Prado y quebrada Los Ángeles, el municipio de Natagaima y la Cuchilla Altamizal, en el departamento del Tolima; por el noreste con las cuencas del río Sumapaz y Guayabero y los departamentos de Cundinamarca y Meta; por el oriente con la cuenca del Guayabero y el departamento del Meta; por el sur con este departamento y la cuenca del Guayabero y con la cuenca del río Villavieja y el municipio de Tello; por el sur, el oriente y noreste, la divisoria topográfica de la cuenca del Cabrera coincide con el filo de la Cordillera Oriental, y finalmente, por el suroeste con la cuenca de la quebrada Las Lajas y por el occidente con las cuencas de las quebradas Tatacoa, Arenosa y El Ahorcado y el Cerro de Chacarón en el Huila.

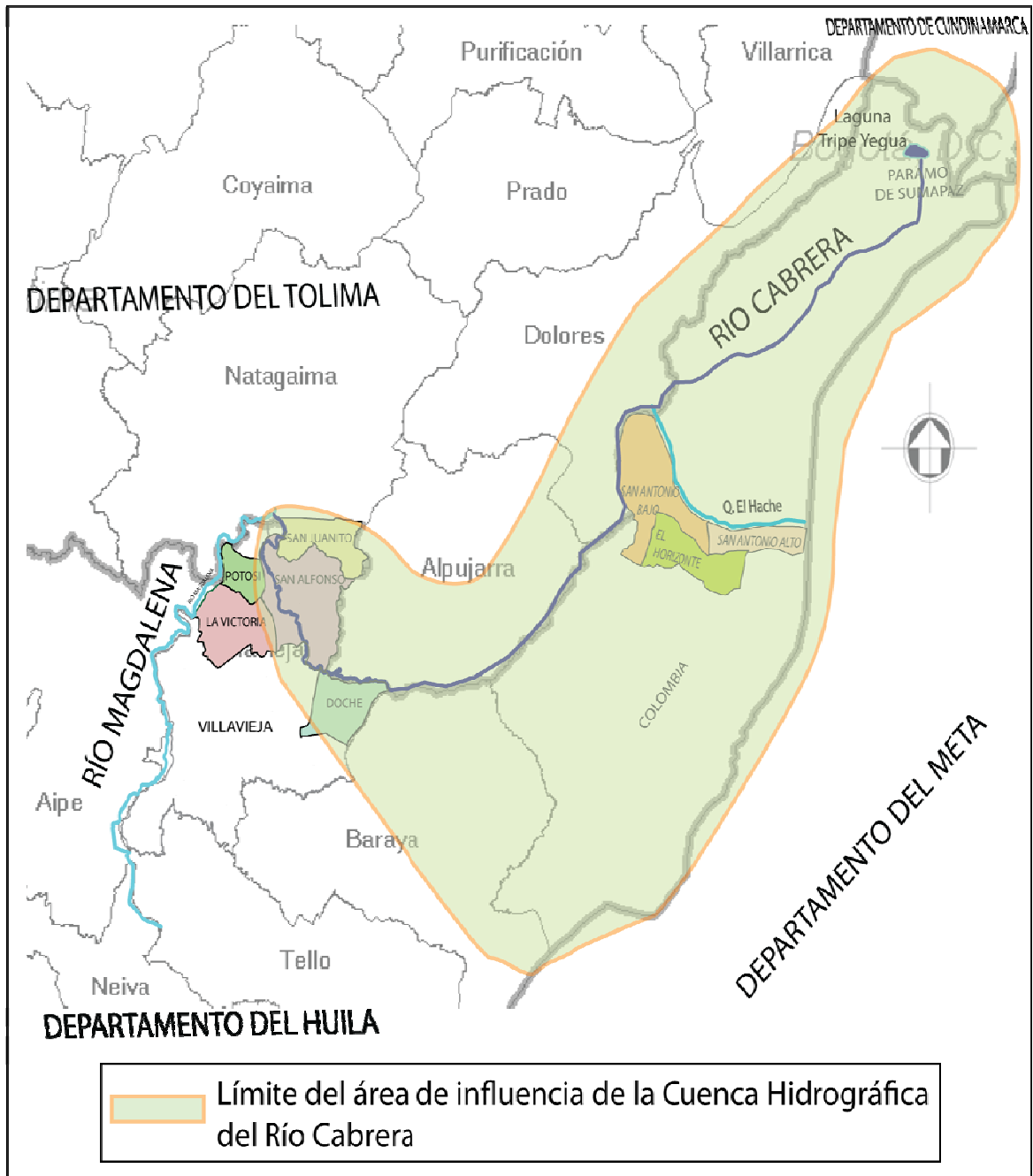
El río Cabrera, después de recorrer el sector nororiental de “El Desierto La Tatacoa” desemboca en la margen derecha del Magdalena, sobre la línea limítrofe compartida entre ese municipio y el Huila con el departamento del Tolima; el Cabrera, con un caudal medio de 67.9 m³/s, después de los ríos Magdalena y Páez ocupa el tercer lugar entre las fuentes superficiales del Huila con mayor volumen de agua por unidad de tiempo (Olaya, Ramírez, Acebedo, 2001, 76).

Figura 1. Localización de los departamentos de Huila y Tolima



Tomado de cartografía Gobernación del Huila y modificado por los autores.

Figura 2. Cuenca del río Cabrera en los departamentos del Huila y Tolima



Tomado de cartografía Gobernación del Huila y modificado por los autores.

3.2 FASES, ETAPAS Y MÉTODOS

El proyecto se realizó mediante el desarrollo de cinco fases, a saber (cuadro No. 1): Fase 1. Fase preliminar; Fase 2. Fase de identificación, valoración y descripción de las características hidráulicas de operación y mantenimiento en los distritos de riego; Fase 3. Fase de identificación valoración y descripción de los impactos y amenazas naturales; Fase 4. Fase de formulación del plan de manejo ambiental; Fase 5. Fase de preparación, sustentación y entrega del informe final. Cada una de estas fases tiene varias etapas en las cuales, según el caso, se aplicaron los siguientes métodos y técnica: visitas de campo, documentación bibliográfica, análisis cartográficos, registros fotográficos, georeferenciación, interpretación de listas de comprobación para impactos ambientales, amenazas naturales, aplicación de encuestas y entrevistas a usuarios de los distritos de riego y consulta de documentos en entidades gubernamentales como las Alcaldías de Villavieja y Colombia, Incoder, CAM y entidades privadas como CODESIA S.A., Ingeniería de riegos y obras civiles Ltda., y Fundación desarrollo de las ingenierías y las ciencias de la salud para la proyección social “Fundispros”.

Cuadro 1. Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPA		METODOS
Fi	NOMBRE	Eij	NOMBRE	
F ₁	Fase Preliminar	E ₁₁	Asesoría para el trabajo de grado.	Reunión de trabajo entre los autores y el director del proyecto de grado.
		E ₁₂	Documentación bibliográfica y cartográfica del área de estudio.	Revisión de literatura y material cartográfico.
F ₂	Fase de identificación, valoración y descripción de las características hidráulicas de operación y mantenimiento en los distritos de riego.	E ₂₁	Recopilación de información sobre los distritos de riego.	Reconocimiento de campo, visitas a entidades del orden municipal relacionadas con los distritos de riego.
		E ₂₂	Descripción de los distritos de riego.	Visita de campo, discusión en grupo, revisión y síntesis de documentos y mapas en medio físico y magnético.

Continuación cuadro No. 1. Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPA		METODOS
Fi	NOMBRE	Eij	NOMBRE	
F ₃	Fase de identificación valoración y descripción de los impactos y amenazas naturales	E ₃₁	Determinación y descripción del área de influencia de los distritos de riego.	Método de Olaya (2003, 253-268) para delimitar y zonificar áreas de influencia.
		E ₃₂	Identificación de los impactos ambientales y amenazas naturales.	Reconocimiento en campo de los distritos de riego y su área de influencia; aplicación y tabulación de encuestas a miembros de juntas administradoras de los distritos de riego, usuarios y profesionales.
		E ₃₃	Selección de impactos ambientales y amenazas naturales significativos.	Reunión de trabajo entre autores y director de proyecto de grado.
		E ₃₄	Comparación de impactos ambientales y amenazas naturales entre distritos de riego.	Análisis de similitudes y diferencias mediante discusiones, reuniones de trabajo entre los autores y el director del proyecto de grado y mediante listas de comprobación de Olaya (2003, 211-220).
		E ₃₅	Descripción de impactos ambientales y amenazas naturales significativos.	Elaboración de resúmenes a partir del contenido básico para describir impactos; uso de resultados obtenidos en las etapas E21-E35; uso de indicadores ambientales y de gestión para distritos de riego.
F ₄	Fase de formulación del plan de manejo ambiental	E ₄₁	Identificación de medidas para prevenir o mitigar impactos ambientales y amenazas naturales.	Análisis de la legislación ambiental de los desastres y amenazas naturales, revisión de documentos y discusión de grupo.
		E ₄₂	Estructuración del plan de manejo ambiental integrado para los distritos de riego.	Trabajo en grupo y discusión a partir de los resultados obtenidos en la etapa E41.
		E ₄₃	Formulación de cronograma y presupuesto para el plan de manejo ambiental integrado.	Reunión de trabajo de grupo, solicitud y análisis de cotizaciones y aplicación de diagramas de flujo.

Continuación cuadro No. 1. Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPA		METODOS
F _i	NOMBRE	E _{ij}	NOMBRE	
F ₅	Fase de preparación, sustentación y entrega del informe final	E ₅₁	Presentación del informe final del proyecto de grado.	Documento en medio físico y en medio magnético.
		E ₅₂	Sustentación del trabajo de grado.	Exposición magistral para el director del proyecto y jurados calificadores, en power point
		E ₅₃	Entrega del trabajo de grado.	Entrega del informe final empastado a la universidad y al director del proyecto mediante comunicación firmada.

Fase 1. Fase preliminar

En la fase 1 se recibieron las asesorías correspondientes del director del trabajo de grado y se efectuó una revisión de documentos que se refieren a la cartografía del área de estudio y las características de los distritos de riego objeto de estudio. Los planos y documentos mencionados fueron adquiridos o consultados en las alcaldías municipales de Colombia y Villavieja, así como en el Incoder y en las empresas CODESIA S.A. e Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA en la ciudad de Neiva.

Fase 2. Fase de identificación, valoración y descripción de las características hidráulicas de operación y mantenimiento en los distritos de riego

Con la información obtenida en la Fase 1, entrevistas realizada a gerentes, presidentes y otros miembros de las asociaciones de usuarios de los distritos (anexo A), además del reconocimiento de campo realizado a la zona, se obtuvo la información necesaria para la ejecución de la Fase 2.

Fase 3. Fase de identificación, valoración y descripción de los impactos y amenazas naturales

Para la delimitación del área de influencia se adoptó la metodología de Olaya (2003, 253-268), en donde expresan que el área de influencia de un sistema de adecuación de tierras, está determinado por los impactos positivos (IP_n) y negativos (IN_i) que actúan sobre los diferentes ámbitos naturales, sociales, económicos o de otro tipo, como también, por sus oportunidades (RO_j) y

amenazas (RA_k) que intervienen a favor o en contra de dicho sistema. Dicha área está dada por la siguiente ecuación:

$$A_H = A_1UA_2UA_3UA_5UA_6UA_7UA_{10}$$

Donde:

A_H = Es el área de influencia hipotética de los distritos de adecuación de tierras y dado que cada A_S representa el área de un sistema s , que actúa como receptor de IP_n o IN_i o como generador de RO_j o RA_k ; dicha área se puede conocer mediante operaciones de unión de todas las A_S como se indica en la fórmula, las cuales van desde $A_1UA_2UA_3U...UA_{14}U...UA_m$, dependiendo del tipo de distrito de riego, pero, para el caso de este estudio de investigación aplican:

A_1 = Área del mismo distrito de riego objeto de estudio.

A_2 = Área de residencia de actuales o potenciales usuarios y personal vinculados laboralmente al distrito.

A_3 = Área de los actuales o potenciales centros agroindustriales y de comercialización con fines agropecuarios.

A_5 = Área de infraestructura vial, ferroviaria, o de transporte aéreo, marítimo o fluvial, asociada actual o potencialmente al distrito.

A_6 = Área de otros sistemas de adecuación de tierras actuales o potenciales, asociados al distrito.

A_7 = Área de actuales o potenciales acueductos para abastecimiento de agua con fines domésticos urbanos o rurales, asociados al distrito.

A_{10} = Área de cuencas hidrográficas, de valles, de cañones o de ecosistemas acuáticos lóticos.

La identificación y valoración de los impactos ambientales y amenazas naturales, se hizo mediante una encuesta (anexo B) aplicada a una muestra representativa de los usuarios de cada uno de los distrito de riego, seleccionados al azar (anexo C), obtenida por medio de la fórmula estadística de Martínez (1998, 354), ver cuadro No. 2.

Para determinar la importancia de los impactos ambientales y amenazas naturales se calculó la frecuencia absoluta y el porcentaje de reconocimiento por los encuestados, distrito por distrito y después, para la totalidad de los mismos. La descripción de los impactos y amenazas fue hecha para cada distrito, luego, dicha descripción se efectuó de manera integrada para todos los distritos, de tal manera que fuera posible establecer las respectivas semejanzas y diferencias.

Una vez establecidas las listas de los impactos y amenazas, el nombre y código de estos se unificaron con los propuestos por Olaya (2003, 211-220) para la República de Colombia, con el fin de hacer comparaciones y explicaciones de su ocurrencia en la cuenca del río Cabrera respecto del ámbito nacional. Según dicho autor, los impactos positivos figuran abreviadamente mediante el símbolo IP_h ; los negativos con el símbolo IN_i ; y las amenazas o restricciones naturales mediante el símbolo RA_k .

Cuadro 2. Número de usuarios encuestados

DISTRITO	TOTAL DE USUARIOS (N)	*MUESTRA MINIMA REQUERIDA (n)
San Alfonso	199	132
Las Mercedes	27	26
Doche	30	28
Horizonte	57	50
San Antonio Bajo	22	22
TOTAL	335	258

Para obtener la muestra mínima requerida, se empleo la siguiente ecuación Martínez (1998, 354):

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{(N - 1) E^2 + z^2 * p * q}$$

Donde:

n = Es el tamaño de la muestra a aplicar, se considera como una primera aproximación, está definida por las variables:

Z: Es el nivel de confianza

P: Es la variabilidad positiva

Q: Es la variabilidad negativa

N: Es el tamaño de la población

E. Es la precisión o el error

Fase 4. Fase de formulación del plan de manejo ambiental

Para la formulación del plan de manejo ambiental (PMA), se consideró necesario proponer medidas con sus respectivos proyectos en base a trabajos guías relacionados con el tema, la orientación del director de la investigación, y de esta manera lograr plantear el PMA, aplicado a los cinco impactos positivos, los cinco impactos negativos y las cinco amenazas que alcanzaron los mayores porcentajes de reconocimiento por los usuarios.

Fase 5. Fase de preparación, sustentación y entrega del informe final

La fase 5, siendo la última del proyecto, se destinó a la presentación final del trabajo de grado realizado por los autores; ante el director y los jurados calificadores del proyecto para su evaluación, ajustes y aprobación, para luego ser sustentado ante los mismos en una exposición magistral.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Descripción de las características hidráulicas, administrativas, de operación y mantenimiento de los distritos de riego

Según la Guía Ambiental para la Construcción y Operación de Proyectos de Adecuación de Tierras Distritos de Riego y/o Drenaje. (INAT. República de Colombia. Bogotá D.C., 2003, 51), los programas de adecuación de tierras se proyectan con la finalidad de incrementar la productividad del sector agropecuario, mediante la construcción de obras de infraestructura destinadas al riego, drenaje o protección contra inundaciones, o una combinación de éstos.

De acuerdo con Espinosa (1976, 16), se utiliza el término de “proyecto de riego o irrigación”, para designar a una zona de estudio y determinar las posibilidades y condiciones en las que pueda ser utilizada una determinada fuente de abastecimiento de agua para el riego de una superficie de tierras agrícolas de extensión grande o pequeña. El nombre de proyecto de riego generalmente se utiliza con frecuencia aun después de que la zona en estudio ha pasado a la etapa de construcción denominándosele “proyecto en construcción”.

Siguiendo con la misma fuente bibliográfica (1976, 20), el distrito de riego se precisa como “una unidad agrícola que cuenta con las aguas y obras necesarias para poder efectuar el riego de las tierras comprendidas en ella y que cuenta, así mismo, con aquellas otras obras que permiten el correcto funcionamiento y la conservación de las tierras bajo riego y el desarrollo agrícola, social, comercial e industrial de la unidad”. Al respecto, el mismo autor complementa que la administración de un distrito de riego tiene el objetivo de alcanzar los más altos rendimientos unitarios de las tierras y los más elevados niveles de vida para la población, mediante el correcto aprovechamiento de las recursos hidráulicos y agrológicos del distrito, en beneficio del país en general y de los agricultores.

De otra parte, las labores de operación y mantenimiento tienen como finalidad conservar la estructura general del distrito o el conjunto de obras que lo conforman, garantizando la correcta distribución del agua con la eficiencia requerida, mejorando las condiciones de funcionamiento, prolongando la vida útil del mismo, social y económicamente.

Para Álvarez y Rodríguez (1998, 33 – 40), el objetivo principal de un distrito de riego es el de producir, exportar y generar divisas para beneficio de los usuarios, y cuyas funciones principales son las de distribuir el agua de riego, asesoramiento del uso del agua, conservación de las obras hidráulicas y administración de las obras y actividades dentro del distrito. Con base en los mismos autores, apoyados en diferentes fuentes bibliográficas, expresan que las obras para el suministro de

agua a los predios para los diferentes cultivos que componen un distrito de riego son:

- Obras de captación: Son las estructuras que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales o subterráneas que se han seleccionado como económicamente utilizables para surtir una red de acueducto, generar energía y sistemas de riego entre otros fines. Las obras de captación más comunes son, tomas laterales, captación con lecho filtrante, captación sumergida tipo dique – toma, bocatoma tubular basculante, captación de aguas lluvias.
- Obras de excedencias o aliviaderos: Consiste en una estructura que permite la salida de los volúmenes de agua que en determinado momento superan el nivel de aguas normales del canal de riego.
- Desarenadores: son estructuras que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar. Los factores que se deben considerar para un buen proceso de desarenación son: temperatura y viscosidad del agua, tamaño, forma y porcentaje a remover de partículas de diseño, eficiencia de la pantalla deflectora.
- Canales de riego: es frecuente captar el agua de un pozo de agua subterránea de un reservorio o de una corriente de agua en cantidades determinadas y debe ser distribuidas adecuadamente en función de las demandas específicas de los usuarios, o de las parcelas que componen la explotación de interés. Se puede establecer que un canal principal de riego que atraviesa toda la zona del proyecto o se ubica en los límites superiores de la explotación entregando sus aguas a otros canales secundarios, estos a su vez suministran sus aguas a canales terciarios que son precisamente los utilizados por los agricultores.
- Estructuras de transición: son obras que se proyectan para producir cambios graduales en las trayectorias de las líneas de corriente para reducir las pérdidas de energía y proteger de la erosión, se utilizan en las entradas y las salidas de las estructuras y en los cambios de sección de los canales.
- Viaducto o puente canal: es una estructura que se utiliza con frecuencia en el campo colombiano para producir el agua por encima de un cauce natural de drenaje o por encima de otro canal. La estructura básica de un viaducto consta de transición de entrada, canal o ducto, transición de salida y estructura de apoyo.
- Caja de distribución: Consiste en una estructura de distribución de canales. Este elemento trabaja en el principio de los componentes de fondo. El flujo puede ser libre o sumergido y será función de la abertura de la compuerta y el nivel hidrométrico dentro y fuera de la compuerta.
- Compuertas: son estructuras hidráulicas abiertas, permiten el paso del agua y usualmente están equipadas con algunos medios de regulación de caudales de salida.
- Estructura de reparto de caudales o partidores: Estas obras trabajan automáticamente, permanentemente dividen un caudal de llegada en dos o más caudales afluentes. Su reparto se realiza por el método de los porcentajes, es

decir que siempre debe tenerse definido el caudal a derivar como un porcentaje de caudal afluente.

- Cruce de vías (pasos): cuando se requiere cruzar un canal a través de una vía, se prefiere utilizar un conducto de tubería comercial proyectado en línea recta. En la práctica resulta mucho más económico el uso de tubería que un puente.
- Sifones: es una estructura hidráulica que se utiliza para conducir el agua de una depresión natural o artificial, un canal de riego o drenaje, una vía, o cualquier obstáculo que se interponga en su trayecto. Consta de transición de entrada, conducto, transición de salida.
- Caídas verticales: cuando se requiere unir dos canales, uno más alto que otro se proyectan las caídas verticales. Estas estructuras permiten disipar la energía del agua para el control del flujo de agua y minimizar el proceso de erosión en el cuerpo del canal. En una caída el agua se precipita libremente formando un colchón de amortización y aguas abajo se produce un resalto hidráulico en donde se disipa parte de la energía que lleva el agua.
- Obras de toma: Pueden ser diferentes formas, sin embargo su operación consiste en válvulas de cierre u operación de compuertas. Consta de una estructura de entrada, compuerta o válvula, ducto y estructura de salida.
- Obras de drenaje: Sirven para evacuar exceso de agua en predios, en los canales de drenaje los caudales no están regulados y el sistema de canales tiene que aceptar toda el agua que descargan los agricultores sin que exista un programa prefijado. El drenaje de las tierras se lleva a cabo mediante conductos de drenaje que pueden agruparse en canales abiertos o conductos cerrados.
- Red de caminos: la fuerza de la necesidad ha hecho que los caminos hayan quedado incorporados al conjunto de obras de los distritos de riego, como algo inseparable a la vez que imprescindible. Se pueden agrupar en categorías como red general de comunicaciones, camino sobre los bordes de los canales y drenaje, y caminos de acceso a las obras.
- Obras auxiliares: Estas obras son valiosas en la administración de los distritos de riego, tales como, casa de vigilantes y operadores, red telefónica o de radio comunicación, y estación de aforos y estaciones meteorológicas.

Por otra parte, en la cuenca del río Cabrera existen varios distritos de riego, dentro de los cuales se tienen en la parte baja, más exactamente en el municipio de Villavieja, los distritos de riego de San Alfonso, Las Mercedes y Doche; en la parte media de la cuenca en el municipio de Colombia, los distritos de riego "ASOHORIZONTE" y San Antonio Bajo. Como también, en la zona se vienen adelantando otros proyectos de irrigación como es el Proyecto de Riego Tres Pasos – Cabrera, Municipio de Villavieja en el Departamento del Huila, el cual exige una demanda de agua de $0.8 \text{ m}^3/\text{seg}$ aproximadamente (CODESIA LTDA, convocatoria de riego 2007, 15); proyectos de rediseño, rehabilitación y ampliación de distritos de riego ya existentes en la cuenca como son, La Ampliación y

Rehabilitación del Distrito de Riego Doche, y Ampliación y rehabilitación del Distrito de Riego San Alfonso.

4.1.1 Distrito de riego San Alfonso

Según el Instituto Colombiano de La Reforma Agraria (INCORA), la Caja Agraria en un esfuerzo por mejorar las condiciones de vida de los habitantes de San Alfonso, bajo la presión ejercida por los campesinos, entre otros factores, planteó desarrollar programas de adquisición, parcelación, adecuación de tierras, y el aprovechamiento de los recursos naturales existentes, mediante la introducción de sistemas de riego, puesto que la situación socio – económica de la región en los últimos años de la década de los 50, se caracterizaba por una explotación menos que minifundista en su gran mayoría y por una minoría con extensiones considerables en cuanto a la tenencia de tierra se refiere. La resolución No. 127 de la Junta Directiva de INCORA del año 1963, que aprobaba el proyecto Huila No.1, tenía como único fin la adecuación de tierras en la región norte del departamento del Huila, municipio de Villavieja, dentro de la cual hacía parte el distrito de riego San Alfonso.

Conforme al Plan de Ordenamiento Territorial (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), la mayor parte de las obras del distrito de riego se construyeron entre 1968 y 1971, diseñado para irrigar aproximadamente 1200 Hectáreas de cultivos agrícolas semestrales mecanizados en las inspecciones de La Victoria, Potosí y San Alfonso.

De acuerdo con Olaya, Zambrano y Sánchez (2005, 458-461), el Distrito de riego San Alfonso, posee un número aproximado de 180 usuarios y 1300 hectáreas beneficiadas, tiene capacidad de derivar un caudal de 2,8 m³/s, pero no siempre se capta este caudal, pues varía según la demanda y el nivel del agua en el río. Según empleados del distrito¹, el número total de hectáreas que se beneficia con el agua del mismo distrito, para el año 2009 era de 1530 ha, distribuidas entre 199 usuarios, sin incluir el número de hectáreas que se riegan por medio de conexiones fraudulentas; pero, según un estudio más reciente realizado por las firmas, Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA y Fundación Desarrollo de las Ingenierías y las Ciencias de la Salud para la Proyección Social, “FUNDISPROS” (Abril, 2009, 27,28, 44), el área de influencia de dicho distrito de riego es de 1485 ha de las cuales 1110.9 ha, corresponden a las realmente beneficiadas por el sistema de irrigación, con aproximadamente 281 predios y 200 usuarios, demanda un caudal total de 2336.2 Lt/s por concesión de agua superficial otorgada por La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena mediante la Resolución No.

¹ Carlos Andrés Rojas, Auxiliar de Registro del Distrito de Riego San Alfonso “Usosalonso”, en el año 2009.

1333 del 2 de diciembre del 2004; convirtiéndose así en el distrito de riego más representativo que existe a la fecha en el municipio.

En concordancia con la misma fuente bibliográfica citada anteriormente (Abril, 2009, 27,28, 44), los cultivos de Arroz, Sorgo y Algodón, son los que predominan en la zona y que reportan actividad para el año 2008, siendo el Arroz el de mayor área cultivada proyectada para el 2009 a 1065 ha (95.16%), para una distribución del agua de 2.14 Lt/ha, convirtiéndose en la principal vocación de los beneficiarios del distrito.

Según el mismo funcionario (Carlos Andrés Rojas, 2009), el distrito de riego se encuentra organizado bajo un programa de Administración, Operación y Conservación del canal, contando con una planta de personal constituida por un gerente, dos auxiliares y un administrador para la parte administrativa, en la parte operativa cuenta con un jefe operativo, dos canaleros y un mayordomo de bocatoma y para la parte de conservación cuenta con tres operadores de máquina y dos conductores de volqueta. Además, cuenta con una Junta Directiva elegida por la Asamblea General de Asociados para un periodo de dos años, conformada por el presidente, vicepresidente, secretario y vocales, también cuenta con un revisor fiscal y un contador.

El área comprendida por el distrito de riego se halla situada a la margen derecha del río Magdalena cerca a la desembocadura del río Cabrera sobre la línea limítrofe del municipio de Villavieja y el Huila con el departamento del Tolima, a una altitud aproximada de 370 metros, donde dicho río abandona el territorio huilense e ingresa en forma total a tierras tolimenses (Olaya, Zambrano y Sánchez, 2005, 438); incluyendo el área que encierran las quebradas la Gutiérrez por el norte y la Arenosa por el sur; y a 60 kilómetros al norte de Neiva, capital del departamento del Huila. Está conformada por siete globos de tierras agrícolas explotados, bastante distantes entre sí, en los cuales hay tierras muy erosionadas de casi imposible recuperación; el distrito presenta un área bruta total de aproximadamente 3028 has y abarca áreas dentro de las inspecciones de San Alfonso, Potosí y La Victoria, de las cuales, se hace una descripción por sectores a continuación (Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, INCORA).

Inspección San Alfonso

La inspección de San Alfonso se encuentra localizada al norte del Municipio de Villavieja a 26 Km de la cabecera municipal y recostada la mayor parte de su territorio en la margen derecha del río Cabrera, posee un número total de 96 usuarios del distrito de riego que lleva el mismo nombre de la inspección. Su mayor actividad económica es la agropecuaria; muestra una temperatura promedio de 28°C y una altura de 440 msnm. Limita al norte con la inspección San Juanito y la Quebrada La Gutiérrez, al sur con la inspección El Líbano, el río Cabrera y la quebrada La Ovejera, por el oriente con Alpujarra (Tolima), la Cuchilla

Llano Hondo y el Cerro Pacarní, por el occidente con las inspecciones La Victoria, Potosí, Golondrinas y La Calera, como también con el Cerro Panadero. Existen organizaciones comunitarias, tales como, Junta de Acción Comunal, Uso Alfonso, Asociación de Padres de Familia y Restaurante Escolar, y Junta Administradora del Acueducto (Plan de Ordenamiento Territorial, Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial).

Inspección Potosí

La inspección de potosí se localiza en el sector noroeste del municipio de Villavieja a 22 Km de la cabecera municipal y recostada a la margen derecha del río Magdalena, presenta un número total de 18 usuarios del distrito de riego San Alfonso. Su principal actividad económica es la agricultura, la ganadería y la pesca; indica una temperatura promedio de 27°C y una altura de 384 msnm. Limita al norte con la Quebrada Agua Azul y la vereda Golondrinas, al sur con la inspección La Victoria y quebrada los Ahorcados, por el oriente con la inspección San Alfonso, loma La María, cerros Chacarón y Panadero, por el occidente con la inspección La Palmita (Municipio del Tolima) y el río Magdalena. Existen organizaciones comunitarias como Junta de Acción Comunal, Asociación de Padres de Familia, Junta Administradora del Acueducto, Empresa Comunitaria Potosí, Club de Deportes, y Asociación de Hogares de Bienestar (Plan de Ordenamiento Territorial, Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial).

Inspección La Victoria

La inspección la victoria posee un número total de 85 usuarios del distrito de riego, se encuentra ubicada al norte del municipio de Villavieja a 17 Km de la cabecera municipal, su principal actividad económica es la agricultura; presenta una temperatura promedio de 27°C y una altura de 386 msnm. Limita al norte con la inspección Potosí y la quebrada los Ahorcados, al sur con el Kilómetro 121, las quebradas Chunchullo y Tatacoa y con la parcelación San Borja, por el oriente con la inspección el Líbano, loma Perico y cerro Gordo, por el occidente con el municipio de Aipe (Huila) y con el río Magdalena. Se presentan organizaciones comunitarias como la Junta Administradora del Acueducto, la Junta de Acción Comunal, Empresa Comunitaria San Borja, Asociación de Mejoramiento de Vivienda la Verdad, Asociación de Padres de Familia y Restaurante Escolar, y la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego San Alfonso – USOALFONSO (Plan de Ordenamiento Territorial, Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial).

Por otra parte, el distrito de riego San Alfonso cuenta con obras y estructuras hidráulicas para el suministro y distribución del agua a los predios para los diferentes cultivos, dentro de las cuales se tiene²:

² El listado de las obras y su estado, se realizó por medio del método de observación, como también documentos, mapas y cartografía de la zona, pues se contaba con literatura de

1) La captación que deriva un caudal de 2336.2 Lt/s y se hace por gravedad mediante una bocatoma lateral situada en la margen izquierda aguas abajo del río Cabrera en las coordenadas 886612.78 mE y 861707.93 mN, en el sitio llamado Cerro Negro, cuatro kilómetros aguas arriba del caserío de San Alfonso, en el sitio existen problemas de taponamiento de las rejillas de limpieza debido a las altas concentraciones de sedimentos producto de las crecientes del río Cabrera, sumándose a esto el estado de los muros de contención y gaviones, los cuales han sido arrasados por las corrientes del río. Sin embargo, la estructura presenta buenas características físicas, cumpliendo con las especificaciones técnicas de construcción.

2) La conducción consta de dos túneles o conductos cerrados de concreto de aproximadamente 3 metros de diámetro, tubería de concreto para la distribución de 24 y 36 pulgadas de diámetro, un canal principal de 37.3 Km de longitud de sección trapezoidal revestido de concreto en su mayoría, en dicha conducción se presentan pérdidas por infiltración y erosión debido a la falta de revestimiento de aproximadamente 1700 m y reparcho; canales secundarios que se derivan del canal principal como son el canal San Alfonso, Canal Esmeralda I y II, canal Tatacoa, canal Potosí, canal Arenosa, canal Ahorcados y canal San Isidro, canales terciarios que se derivan de los canales secundarios de donde se abastecen algunos de los beneficiados, los demás lo hacen directamente de los canales principal y secundario.

3) El distrito de riego actualmente no cuenta con un sistema de desarenadores, sin embargo, existen presas o compuertas a lo largo del canal principal para el control de sedimentos, cumpliendo la función de desarenadores, pero, no son suficientes debido al alto índice de sedimentos del río Cabrera y al tamaño de las partículas. En la zona existe una estructura sobre el canal principal que se encuentra fuera de servicio por cuestiones de diseño, pues el río creció e ingresó en contra flujo por la cota de descarga de lodos taponando y averiando el sistema.

4) La red de distribución se realiza por medio de compuertas laterales en estado regular con fugas por deterioro, también existen conexiones fraudulentas que se realizan taponando el canal con costales llenos de arena, o simplemente tubos sumergidos a un costado del canal o en alguno de los caso rompen las tuberías de conducción para conectarse.

5) Existen obras de excedencias o aliviaderos para regular los volúmenes de agua cuando superan el nivel normal en el canal de riego.

información parcial (Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA y "FUNDISPROS"), o desactualizada (INCORA) al respecto, cabe resaltar que hubo colaboración de Carlos Andrés Rojas, Auxiliar de Registro del Distrito de Riego San Alfonso (2009).

- 6) Hay unas estructuras de transición en las entradas y salidas de las estructuras hidráulicas como también en los cambios de sección de los canales que se utilizan para reducir las pérdidas de energía y proteger de la erosión.
- 7) También encontramos algunos puente canales o viaductos empleados para salvar depresiones naturales y quebradas que desembocan en el río Cabrera.
- 8) Presenta caídas verticales que permiten disipar la energía del agua para controlar el flujo y minimizar el proceso de erosión en el canal, se ubican en zonas donde un canal es más alto que el otro.
- 9) La red de caminos sobre los bordes del canal y de acceso a las obras son destapadas y en estado regular debido a la época de invierno, existen 33 Km de vía carretable, que conduce a la bocatoma.
- 10) Además existen algunas obras auxiliares como la casa de vigilancia y operación, red de radiocomunicaciones y estación de aforo y meteorológica.
- 11) Igualmente, posee una planta física en donde funciona la planta de administración, maquinaria y equipos, tales como, una camioneta, un campero, un buldócer, una moto niveladora, dos volquetas, una pala draga sobre llantas, un tractor y una retroexcavadora.

Foto 1 Bocatoma distrito San Alfonso



En la zona se adelanta el estudio de Rehabilitación del Distrito de Riego San Alfonso municipio de Villavieja, departamento del Huila (Abril, 2009, 597), por las firmas Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA y "FUNDISPROS" presentado a la convocatoria pública del programa "Agro Ingreso Seguro (AIS)" del Ministerio de

Agricultura y Desarrollo Rural, para cofinanciar proyectos de infraestructura de riego y/o drenaje.

4.1.2 Distrito de riego Las Mercedes

De acuerdo con lo descrito en el Plan de Ordenamiento Territorial (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), la comunidad de la inspección San Juanito, debe su nombre a la quebrada San Juanito, producto de la violencia política entre liberales y conservadores de 1948 a 1960. A causa de la muerte del caudillo Jorge Eliecer Gaitán en Bogotá, el antiguo caserío de San Juanito ubicado en el llano del Espinal (hoy parcelación Las Mercedes), fue incendiado y destruido, generando un desplazamiento poblacional de sus primeros habitantes.

De acuerdo con la misma fuente (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), en la década de los años 90 la hacienda Las Mercedes, propiedad de la familia de los Escobar, con terrenos en Villavieja (Huila) y Natagaima (Tolima), es parcelada por el INCORA a campesinos de la inspección y áreas circunvecinas, rehabilitándose el antiguo sistema de riego. Pero, según Álvarez y Rodríguez (1998, 41), dicho distrito de riego fue construido en el año 1954, el cual irrigaba la finca de una sola persona y desde esa época ha tenido varios dueños de los cuales el último fue Germán Falla quien la vendió al INCORA en el año 1988.

Según los mismos autores (1998, 41), el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA) parceló la hacienda en 54 predios divididos entre 27 usuarios quienes administran el distrito de riego. El área total de la inspección es de 816.76 ha, ubicándose en el departamento del Huila 157.74 ha y en el departamento del Tolima 659.02 ha.

El distrito de riego Las Mercedes se encuentra organizado y dirigido a la fecha del estudio por una junta directiva conformada por el presidente, tesorero, secretario y fiscal. Se localiza en la inspección San Juanito localizada al norte del municipio de Villavieja, la cual limita al norte con la Inspección Anacarco en el municipio de Natagaima (Tolima), al sur con la Inspección de San Alfonso y la quebrada La Gutiérrez, al este por la Vertiente Occidental de la Cordillera Oriental y el municipio de Natagaima, al oeste por los ríos Magdalena y Cabrera, y la inspección La Calera en el municipio de Villavieja (Huila). En dicha inspección se hallan organizaciones comunitarias conformadas por La Junta de Acción Comunal, Asociación de Usuarios del Distrito de Riego Las Mercedes y la Asociación de Padres de Familia.

La inspección se encuentra a una altura de 440 msnm, presenta un clima cálido con temperaturas mayores de 24 °C y precipitación igual a 1.100 mm/año (datos climáticos tomados de los registrados por la estación hidrometeorológica de San Alfonso y citados por Álvarez y Rodríguez (1998, 79).

El distrito de riego Las Mercedes deriva del río Cabrera, entre 0,4 m³/s (Plan de Ordenamiento Territorial, Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial) y 0,6 m³/s (Álvarez y Rodríguez 1998, 91); pero, según Olaya, Zambrano y Sánchez (2005, 458-461), capta al menos, 0,6 m³/s para regar 180 hectáreas, que de acuerdo al POT, 30 ha se ubican en Villavieja (Huila) y 150 ha en el municipio de Natagaima (Tolima).

Según información aportada³, la principal actividad económica de la región es la agricultura (arroz) y la ganadería; el agua del acueducto se abastece del distrito de riego la cual no es apta para el consumo humano, por lo que tienen que abastecerse a “lomo de burro” de la quebrada Anacarco en el municipio de Natagaima en el Tolima para poder beber y cocinar.

De acuerdo con un beneficiario⁴, el distrito tiene dos sistemas de riego, uno por gravedad que logra regar 150 ha y otro por bombeo que beneficia 100 ha, pero, según Álvarez y Rodríguez (1998, 42), el área irrigada por gravedad es de 90 ha y por bombeo de 90 ha; cada uno de los 27 usuarios cuenta con dos parcelas que en promedio benefician 3.33 ha por bombeo y 3.33 ha por gravedad.

Al no existir información actualizada de las obras y estructuras hidráulicas del distrito de riego, se realizó un recorrido en compañía del mismo beneficiario, quien hizo un breve comentario del estado de las obras que lo componen, como también se hizo un registro fotográfico. Para el año 2009, el distrito de riego Las Mercedes se compone de:

- 1) Una captación de tipo lateral ubicada en la margen derecha del río Cabrera en la parte externa de un recodo de donde se deriva el agua para el distrito, la cual consta de un muro construido en concreto reforzado con hierro, protegido por gaviones, los cuales fueron arrasados y averiados por las avenidas de las crecientes del río.
- 2) El canal principal está construido en tierra, en sus primeros 800 m corre paralelo al curso del río, tiene una longitud total de 3480 m, de sección trapezoidal con dimensiones bastante variables, ha sido afectado por el cambio de cauce del río y las crecientes.
- 3) Los canales secundarios derivan del canal principal, el cual termina en una compuerta donde se hace la conducción por gravedad o se represa para ser bombeada y conducida por otro canal secundario.

³ Por habitantes de la vereda y usuarios del distrito.

⁴ Froilán Sánchez quien ejercía el cargo de tesorero en la junta del distrito de riego para el año 2009.

- 4) Los canales terciarios terminan en la quebrada Anacarco y se ramifican del canal secundario en donde existe un resalto hidráulico.
- 5) Existe un vertedero de excesos ubicado en el canal de aducción con el fin de evitar daños al canal, desarenador u otra estructura afectada en el caso en que se produzca un aumento en el caudal por avenidas del río.
- 6) Además existen puentes canales o viaductos a lo largo del recorrido del canal principal, empleados para salvar depresiones naturales y quebradas que desembocan en el río Cabrera.
- 7) Las obras de toma, que en algunos lotes se deriva el agua de los canales secundarios y terciarios, se hace por medio de tomagranjas laterales con sus respectivas compuertas, pero en la mayoría de veces se hace simplemente taponando o destapando tubos de Gress o PVC en varias derivaciones sin ningún control.
- 8) El distrito también cuenta con un sistema de bombeo, ubicado a 55 m del inicio de uno de los canales secundarios, consta de un cárcamo en concreto, una caseta de bombeo y su respectiva salida de humo de la combustión del ACPM, la bomba es de tipo centrífuga, debido al deterioro de algunos empaques en las bridas y rotura de tubos, hay fugas representativas de agua, que están socavando y averiando anclajes afectando la eficiencia de funcionamiento, acompañado de los altos costos del combustible y el transporte.
- 9) El sistema no cuenta con una estructura que permita la remoción de sedimentos (desarenadores), sin embargo cuenta con unas compuertas que permiten simplemente el desalojo de lodos.

Foto 2 Canal principal distrito Las Mercedes



4.1.3 Distrito de riego Doche

Conforme al Plan de Ordenamiento Territorial (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), la inspección de Doche se encuentra ubicada en el nororiente del municipio de Villavieja y recostada sobre el río Cabrera, limita con el vecino municipio de Alpujarra (Tolima), está ligada a la antigua Hacienda Doche de los Azueros, que al ser parcelada por el INCORA en 1987, permitió la construcción del distrito de Riego Doche.

De continuidad con la misma fuente bibliográfica (Villavieja. Alcaldía, 1999), el distrito de riego está organizado y dirigido por la junta conformada por el presidente, tesorero y secretario. Se localiza en la inspección Doche, más exactamente al Norte del Departamento del Huila, en el Municipio de Villavieja, a 18 Km de la cabecera municipal, a una altura sobre el nivel del mar de 384 metros. La inspección limita al norte con el río Cabrera y la quebrada La Borrega, la inspección de San Alfonso y el municipio de Alpujarra en el Tolima; al sur con la loma Boquete del Diablo, Quebrada La Borrega, y la vereda La Chivera; por el oriente con la Cuchilla Saltaren, el río Cabrera, y el municipio de Baraya; por el occidente con las lomas Tenerife y La Becerra, con las quebradas la Cabaña y Bateas, y con las inspecciones de San Alfonso y La victoria. En Doche se hallan organizaciones comunitarias conformadas por La Junta de Acción Comunal, la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego "ASODOCHE" y la Asociación de Padres de Familia.

De acuerdo a Olaya, Zambrano y Sánchez (2005, 460). "El Distrito de riego Doche, con aproximadamente 30 usuarios, irriga predios localizados sobre la margen izquierda del río Cabrera, en el noreste del Desierto La Tatacoa". Según otra fuente bibliográfica (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), el distrito de riego beneficia 55 ha y deriva del río Cabrera 0,2 m³/s.

Según lo expuesto en un proyecto realizado por la firma CODESIA, y presentado a la Convocatoria Pública del Programa "Agro, Ingreso Seguro - AIS -" del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para cofinanciar proyectos de infraestructura de riego y/o drenaje, cuyo nombre lleva, Ampliación y Rehabilitación del Distrito de Adecuación de Tierras Doche - municipio de Villavieja - departamento del Huila (Villavieja, abril 17 de 2009, 7, 8), la temperatura promedio de la inspección oscila entre los 26 y 28°C, siendo agosto y septiembre los meses más cálidos; con una humedad relativa entre el 66 a 70%, la precipitación presenta variaciones temporales, con oscilación entre 1.000 y 1.300 mm total anual.

En concordancia con la fuente citada anteriormente (Villavieja, abril 17 de 2009, 41, 42), en la actualidad Doche no dispone de ningún tipo de riego y la siembra de los cultivos se hace teniendo en cuenta las épocas de lluvia; pero en los últimos tiempos éstos períodos de lluvia se han vuelto inciertos, lo cual ocasiona graves pérdidas en las cosechas, puesto que las sequías prolongadas se han vuelto más

frecuentes, lo cual limita sus rendimientos, haciendo poco atractivo los cultivos y propiciando una disminución progresiva del área sembrada; el principal renglón económico de la región es la agricultura, encontrándose que el cacao asociado con plátano son los cultivos más importantes, al igual que cultivos de pancoger asociado con frutales como el Guanábano y Limón en áreas muy pequeñas, razón por la cual, los dueños de predios están muy interesados en la construcción del sistema de riego, ya que podrán lograr mejores rendimientos en los cultivos y asegurar de ésta manera las cosechas, logrando el sustento de sus familias.

Pero, siguiendo la misma fuente bibliográfica (Villavieja, abril 17 de 2009, 41, 42), en la zona se han realizado intentos de suministrar agua por bombeo a las áreas de adecuación, tanto por entidades del Estado como por particulares, pero los proyectos no se han cristalizado por razones de índole técnico, como de recursos económicos, es por esta razón, que en la zona se halla alguna infraestructura⁵, que de forma convencional los habitantes han aprovechado e implementado un sistema de riego por gravedad a canal abierto, que de manera ineficiente logran regar la zona baja de la vereda lo que se conoce como vega, siendo aproximadamente 50 ha, constituidas por plátano, yuca, cacao y algunos frutales como cítricos, como también el sustento de ganadería. Las obras y el estado de los componentes del sistema de riego por gravedad, que no cuenta con una captación ni un sistema de desarenación estable, por medio de un canal en tierra que posee problemas de derrumbes en algunos sectores y un avanzado estado de degradación, lo que afecta el correcto funcionamiento del distrito, se mencionan a continuación:

1) La bocatoma es tal vez el principal componente del sistema, ya que de ella depende el funcionamiento del distrito. No presenta ninguna estructura hidráulica ni muros de contención ni gaviones, se realiza de tipo lateral pero, al momento del estudio no se encontraba en funcionamiento debido al cambio de cauce del río. Sin embargo, la captación la realizan aguas abajo de la bocatoma antigua en un sitio donde la topografía les permitió tomar el agua.

2) La conducción principal se hace por canal abierto en tierra en su mayor longitud (aproximadamente 2000 mts), de sección variable, que debido a los deslizamientos de tierra se producen taponamientos constantes, ocasionando represamientos y la suspensión del servicio. En la línea de conducción se hallan tramos en puente canal, pasos elevados de caños, un tramo de conducción cerrada en tubería de concreto.

3) El sistema para la conducción secundaria se hace directamente del canal principal, por medio de canales o zanjas. Se deriva un tramo en conducción cerrada a manera de sifón, en tubería de concreto, para la estación de bombeo.

⁵ Los datos expuestos son una aproximación, debido a que no se cuenta con ningún tipo de información al respecto, sin embargo se ha logrado realizar un recorrido por el canal y se ha apreciado el estado y las obras que componen el distrito de riego; como también se contó con información suministrada por los usuarios y habitantes de la zona.

4) En la zona se localiza una estación de dos equipos de bombeo diesel para abastecer el sector de ladera, donde se irrigarían 250 hectáreas aproximadamente. El sistema está fuera de servicio, debido a problemas de diseño y a la demanda de agua.

5) También encontramos que el distrito de riego no cuenta con un sistema de desarenación estable, lo que causa problemas de sedimentos en el canal. Existe un tramo del canal principal de sección diferente para realizar la remoción de lodos.

6) Las obras de toma se realizan por medio de tomagranjas laterales con sus respectivas compuertas, pero en la mayoría de veces se hace simplemente taponando en varias derivaciones sin ningún control.

Por otra parte, en la inspección de Doche el acueducto depende del distrito de riego, el cual no es eficiente, lo que implica en la calidad del agua, tampoco hay un sistema de alcantarillado lo que genera problemas sanitarios, el manejo de basuras y residuos no se realiza adecuadamente, disponiendo al aire libre dichos residuos, ocasionando problemas ambientales y de salud.

Foto 3 Caseta de bombeo distrito Doche



4.1.4 Distrito de riego Horizonte “Asohorizonte”

Con el fin de impulsar el desarrollo agrícola sostenible, recuperación y reacondicionamiento de tierras de laderas, de las inspecciones San Antonio Alto y Horizonte ubicadas al noreste del municipio de Colombia en el departamento del Huila, el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT (Municipio de Colombia, Julio de 1992), desarrolló el estudio para beneficiar con riego diferentes parcelas, permitiendo el aprovechamiento de las corrientes de agua, por el sistema de gravedad y suministrar el agua a los

diferentes minifundistas, mejorando la calidad de vida y garantizando el sostenimiento de las familias, aplicando tecnologías de manejo que permitan una explotación intensiva con diversificación de cultivos. Diseñando un minidistrito de pequeña irrigación por aspersión o miniaspersión.

La inspección de San Antonio Alto limita al norte con las veredas San Jerónimo y Los Alpes, al sur con las veredas de Boquerón y Horizonte, por el este con La Uribe en el departamento del Meta, y por el oeste con la vereda San Antonio Bajo; la inspección de Horizonte presenta sus límites con el norte con las veredas de San Antonio Alto y San Antonio Bajo, por el sur con la vereda El Ariari, por el este con la vereda Boquerón, y por el oeste con la vereda San Antonio Bajo.

De acuerdo al estudio realizado por el HIMAT (Municipio de Colombia, Julio de 1992, 4), dichas inspecciones pertenecen a la jurisdicción del municipio de Colombia, localizada al norte del departamento del Huila. Se encuentran a una altura entre 1100 y 1700 msnm. La zona posee un clima medio, tiene una topografía de relieves pendientes y suaves, surcados por depresiones entrelazadas, de características muy onduladas; el área poblada está rodeada de pastos y rastrojos naturales.

Según el HIMAT (Municipio de Colombia, Julio de 1992, 6, 20), para el proyecto de pequeña irrigación, la captación del agua se hace del afluente denominado quebrada El Hache, con un caudal máximo en épocas de lluvias de 680 Lt/seg y de 285 Lt/seg en épocas de estiaje. Continuando con la misma cita bibliográfica, el área total a regar es de 140 ha, distribuidas entre 56 parcelas con un área regable de 2.5 ha cada una, el caudal total requerido por el sistema es de 50 Lt/seg.

Conforme a datos suministrados por un funcionario⁶ de la junta administradora del distrito de riego, el número usuarios que se benefician es de 57, el caudal que se capta en la bocatoma es de 40 Lt/seg. Pero, de acuerdo a la CAM, mediante Resolución N° 22 del 17 de enero de 1997, el distrito de riego tiene una concesión de aguas de 50 Lt/seg, como caudal directo para beneficiar a 57 usuarios y regar un total de 115 ha por aspersión.

En concordancia con el presidente de la junta administradora⁷, el caudal que aparece concesionado por la Corporación Regional del Alto Magdalena (CAM) es menor, por lo cual, solicitó a la Corporación la reducción de éste mediante escrito radicado en la misma entidad bajo el número 54328 de noviembre 4 de 2008; acto al cual, la CAM, realizó una visita a la zona e hizo la correspondiente observación del caudal del distrito de riego, presentándose que es de 40 Lt/seg, aclarando que la tubería se encuentra enterrada y que al sustituir un tramo averiado, se pudo

⁶ Rosebeth González, tesorero de la Junta Administrativa de ASOHORIZONTE, para el año 2009.

⁷ Avaro Herrera Losada, presidente de la Junta Administrativa de ASOHORIZONTE para el año 2009.

evidenciar que el agua contiene trazas de hierro que se adhieren a las paredes reduciendo el diámetro interno causando la disminución del caudal. Sin embargo, mediante Resolución 0147 del 30 de junio de 2009, la misma entidad dicta un concepto técnico como viable la solicitud de disminución de caudal de aguas superficiales de la corriente quebrada El Hache a 40 Lt/seg.

Por otra parte, el INCODER (Neiva, 2 de febrero de 2009), hace constar que la personería jurídica de la Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala San Antonio Alto - Horizonte "ASOHORIZONTE", reconocida por Resolución N° 298 del 21 de junio de 1996, expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con domicilio en el municipio de Colombia, departamento del Huila, está vigente; y que la junta directiva a la fecha está integrada por el presidente, secretario y tesorero.

El minidistrito de riego posee las siguientes estructuras hidráulicas para la captación, conducción y distribución de los caudales en los predios⁸; y de su estado depende el correcto funcionamiento y eficiencia, dentro de las cuales se tienen:

- 1) En la parte alta del distrito de riego se ubica la bocatoma, la cual consiste en una captación de fondo en concreto reforzado, de donde se toma el agua y es conducida por gravedad.
- 2) La conducción se realiza por medio de una tubería p.v.c. de 6 pulgadas en un tramo de 103 mts aproximadamente, desde la bocatoma hasta el desarenador.
- 3) Se emplean tubería de tipo p.v.c. de presión (el RDE es variable de acuerdo al diseño), en 6, 4, 3, 2½, 2, 1 y 1½, pulgadas, para los tramos de conducción y distribución, para un total de aproximadamente 10 Km, de línea principal.
- 4) También existe en la zona una estructura de tipo desarenador para una capacidad de 24 Lt/seg, diseñado para remover partículas de 0,08 mm de diámetro, con el fin de que no afecte los aspersores.
- 5) Las conexiones en las alas de riego se hacen por medio de manguera polietileno de ¾ de diámetro, con longitudes de 10 a 60 mts, y sus respectivas válvulas.
- 6) En cada predio se ha instalado un hidrante de tipo válvula "Bayoneta" de ¾ de diámetro, para la distribución del agua a cada usuario, con su respectiva unión de tipo universal para el empalme de los hidrantes.

⁸ El listado de las obras y estructuras hidráulicas del distrito de riego, se realizaron con la ayuda de los usuarios, las visitas de campo que se realizaron a la zona y apoyados en el proyecto del HIMAT, Estudio y Diseño del Proyecto de Pequeña Irrigación de San Antonio Alto y Horizonte municipio de Colombia en el departamento del Huila.

7) En el sistema de riego se emplean compuertas para controlar el paso del agua a la bocatoma, desarenador y la cámara de quiebre.

8) En la línea principal de conducción se encuentra una cámara de quiebre de presiones debido a un paso profundo en la topografía.

Foto 4 Tubería de tipo p.v.c. distrito Asohorizonte



Algunas de las estructuras hidráulicas del distrito de riego se encontraban deterioradas debido a las condiciones climáticas, que en el momento de realizar el estudio de investigación estaban afectando a la zona y que hacía varios meses se venían presentando, como es el caso de la ola invernal trayendo consigo crecientes de la quebrada, sedimentación, deslizamientos, erosión, entre otros.

Sumado a dicha problemática: la falta de organización por parte de los usuarios para realizar las respectivas actividades de limpieza de las obras y mantenimiento del distrito.

4.1.5 Distrito de riego San Antonio Bajo

Con el objetivo de recuperar y reacondicionar las tierras de laderas, el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT, desarrolló un estudio en el año de 1990, denominado, Diseño y Construcción del Proyecto de Riego en Ladera de la Vereda San Antonio Bajo, ubicada en el municipio de Colombia en el departamento del Huila, con el propósito de introducir un sistema de riego con aspersión y lograr beneficiar las diferentes parcelas aprovechando el recurso hídrico de la quebrada El Hache, de la cual se captan aproximadamente 25 Lt/seg.

La inspección de San Antonio Bajo, se ubica al noroeste del municipio de Colombia, limitando al norte con el municipio de Dolores en el departamento del

Tolima y la vereda los Alpes en el municipio de Colombia en el departamento del Huila, al sur con las veredas El Ariari y Horizonte, por el este con las veredas San Antonio Alto y Los Alpes y por el oeste con el municipio de Dolores en el Tolima.

De acuerdo al HIMAT (Colombia, septiembre de 1990, 1), la inspección presenta una altura sobre el nivel del mar que oscila entre 1150 a 1400 mts, un clima medio, con topografías de relieves inclinados, surcados por depresiones entrelazadas, de características muy onduladas.

Por otra parte, el minidistrito de riego de San Antonio Bajo, con capacidad para irrigar por gravedad un total de 50 ha distribuidas entre 22 usuarios o parceleros, se encuentra dirigido por una Junta Administradora conformada por el presidente, el tesorero y la secretaria. Muestra unas características hidráulicas y de operación, las cuales son muy confusas, pues no se contaba con suficiente información o casi nula para realizar un detalle preciso, sin embargo, gracias a uno de los usuarios⁹, se logró hacer un listado preliminar de las obras y sus condiciones, el cual se enseña a continuación:

- 1) La captación se realiza de la quebrada El Hache, a una altura de 1400 msnm, luego baja a 1250 msnm, para luego ascender a 1309 msnm, desde donde se inicia el servicio de riego; su diseño es de tipo fondo, la cual capta 25 Lt/seg.
- 2) En la captación existe una presa en concreto, con el fin de conducir las aguas y una rejilla de hierro que evita el paso de sedimentos gruesos.
- 3) La conducción es de 1600 m aproximadamente de longitud, está diseñada en tubería p.v.c. de 1 hasta 6 pulgadas, la resistencia (RDE) varía de acuerdo a la presión estática.
- 4) También existe en la línea de conducción a 53 mts aproximadamente una estructura desarenador que también cumple la función de cámara colectora y tanque de equilibrio.
- 5) Siguiendo por la línea principal, encontramos una cámara de quiebre de presiones, ubicada a la altura de 1272 msnm.
- 6) El sistema de distribución de agua en los predios se realiza por medio de hidrantes tipo válvula Bayoneta.
- 7) En el diseño se emplearon válvulas de cierre lento, para controlar la salida del caudal, al momento de comenzar el riego.

⁹ Datos suministrados por un funcionario: Josefina Díaz, quien desempeñaba el cargo de secretaria de la Junta Administradora del Distrito para el año 2009, y apoyados en el proyecto que realizó el HIMAT para el diseño y construcción del minidistrito de riego, en el año 1990.

8) La distribución del agua de cada hidrante, por medio de las válvulas se realiza con manguera de tipo polietileno de calibre 40.

Foto 5 Tubería de tipo p.v.c. distrito San Antonio Bajo



Cumpliendo con el objetivo para el cual fue diseñado el sistema de riego, el cual se realiza por aspersión de características variables, según diseño del HIMAT, en la zona se presentan cultivos tales como, yuca, legumbres, caña, maíz, cacao, plátano, frutales y pastos para el sostenimiento de ganado doble propósito; pese a que en la vereda existe variedad de cultivos, la producción no logra índices altos lo que muestra que es casi de autoconsumo.

4.2 IMPACTOS AMBIENTALES Y AMENAZAS NATURALES DE LOS DISTRITO DE RIEGO

4.2.1 Área de influencia de los distritos de riego

Para la delimitación del área de influencia se adoptó la ecuación de la metodología de Olaya (2003, 253-268):

$$A_H = A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup A_5 \cup A_6 \cup A_7 \cup A_{10}$$

Donde:

A_H = Es el área de influencia hipotética de los distritos de adecuación de tierras y dado que cada A_S representa el área de un sistema s, que actúa como receptor de IP_n o IN_i o como generador de RO_j o RA_k ; dicha área se puede conocer mediante operaciones de unión de todas las A_S como se indica en la fórmula, las cuales van desde $A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup \dots \cup A_{14} \cup \dots \cup A_m$, dependiendo del tipo de distrito de riego, pero, para el caso de este estudio de investigación aplican:

A_1 = Área del mismo distrito de riego objeto de estudio.

A_2 = Área de residencia de actuales o potenciales usuarios y personal vinculados laboralmente al distrito.

A_3 = Área de los actuales o potenciales centros agroindustriales y de comercialización con fines agropecuarios.

A_5 = Área de infraestructura vial, ferroviaria, o de transporte aéreo, marítimo o fluvial, asociada actual o potencialmente al distrito.

A_6 = Área de otros sistemas de adecuación de tierras actuales o potenciales, asociados al distrito.

A_7 = Área de actuales o potenciales acueductos para abastecimiento de agua con fines domésticos urbanos o rurales, asociados al distrito.

A_{10} = Área de cuencas hidrográficas, de valles, de cañones o de ecosistemas acuáticos lóticos.

A continuación se describe cada una de las áreas (A_S), que comprenden el área de influencia hipotética objeto de éste estudio, para las cuales aplican:

A_1 = Para el caso de los distritos de riego ubicados en la cuenca baja del río Cabrera más exactamente en Villavieja, tenemos al de San Alfonso que logra irrigar 1530 has, distribuidas entre las inspecciones de San Alfonso, La Victoria y Potosí; Las Mercedes con 180 has (30 has en Villavieja y 150 en Natagaima) y Doche con 55 has a beneficiar. En la cuenca media del río Cabrera se encuentran los distritos de riego de Asohorizonte con 140 has y San Antonio Bajo con 50 has, ubicados en el municipio de Colombia- Huila.

A_2 = El área de residencia de los 199 usuarios del distrito de riego San Alfonso son las inspecciones de San Alfonso (96 usuarios), La Victoria (56 usuarios) y Potosí (18 usuarios); los 27 usuarios que conforman el distrito de riego Las Mercedes residen la mayoría en la misma vereda y una minoría en la inspección de San Alfonso; el distrito de riego Doche cuenta con 30 usuarios que se encuentran viviendo en la vereda Doche y en el municipio de Villavieja; los 57 usuarios del distrito de riego Asohorizonte habitan en las veredas de San Antonio Alto, Horizonte y en el centro poblado del municipio de Colombia; el distrito de riego San Antonio Bajo beneficia a 22 usuarios y viven en la vereda que lleva el mismo nombre. Por otra parte, las personas vinculadas laboralmente a los distritos ubicados en los municipios de Villavieja y Colombia viven prácticamente en la misma zona, aunque, se tiene en cuenta la mano de obra calificada que por motivos de falta de técnicos y profesionales en la región se debe recurrir a personal que habita en la ciudad de Neiva.

A_3 = Aplica para los distritos de riego San Alfonso y Las Mercedes, ya que el principal producto de comercialización es el arroz, el cual es comprado por los

molinos Roa y PTC ubicados en la ciudad de Neiva. El distrito de riego Doche destina su producción casi para el autoconsumo y distribución de los centros poblados y cabeceras municipales de la misma región al igual que los distritos de Asohorizonte y San Antonio Bajo.

A₅ = Está dada por el área comprendida por carreteras y vías de acceso a los diferentes sistemas de riego, aplica para el distrito de San Alfonso el cual tiene una infraestructura vial definida que permite el recorrido a lo largo del canal principal y llegar a la bocatoma y casa del bocatomo; Las Mercedes y Doche no poseen vías específicas, sin embargo, hay carreteras que permite acceder a algunos puntos del distrito. Los otros distritos no cuentan con infraestructura vial concreta debido a la ubicación de cada sistema, pero, existen vías no carretables de difícil acceso.

A₆ = Se define por el área asociada a otros sistemas de adecuación de tierras actuales o potenciales como son el Proyecto de Riego Tres Pasos – Cabrera, Venado – Cabrera, municipio de Villavieja en el Departamento del Huila; y el proyecto de construcción del distrito de riego San Marcos en el municipio de Colombia – Huila, dichos proyectos captarían el agua del río Cabrera.

A₇ = Se tendrán en cuenta los distritos de riego Las Mercedes y Doche, ya que del canal principal se capta el agua del acueducto de las inspecciones que llevan el mismo nombre, para el consumo humano y demás actividades domésticas; como también el distrito de riego San Alfonso que abastece únicamente el acueducto de la inspección La Victoria.

A₁₀ = Es el área de la cuenca hidrográfica del río Cabrera, la cual de acuerdo con el informe de la CAM sobre Priorización de Cuencas Hidrográficas del Departamento del Huila (2005, 21), alcanza una extensión de 223.629 has y su cauce tiene una longitud de 140 Km, abarcando áreas en los municipios de Colombia, Baraya y Villavieja, en la subregión Norte del departamento del Huila y los municipios de Alpujarra y Dolores al sureste del departamento del Tolima. Del río Cabrera se abastece de manera directa los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes y Doche; mientras, los distritos de riego Asohorizonte y San Antonio Bajo se abastecen de la quebrada el Hache (13,649 kms y 14.443 has según EOT del municipio de Colombia, 1998, 58), la cual es tributaria del mismo río.

Descripción del área de influencia del proyecto

Municipio de Villavieja

Según lo expuesto en el Plan de Desarrollo Municipal (Villavieja. Alcaldía, 2008, 26 – 33), el municipio de Villavieja es considerado como la Capital Paleontológica de Colombia, está localizado en el norte del departamento del Huila, más exactamente en la parte alta del valle interandino del río Grande de la Magdalena, posición estratégica que le da un carácter de escenario paisajístico invariable

consolidándolo como un atractivo turístico; limita al norte con el municipio de Natagaima en el departamento del Tolima, por el sur con los municipios de Tello y Baraya en el departamento del Huila, al oriente con el municipio de Baraya en el Huila y Alpujarra en el Tolima y al occidente con el municipio de Aipe en el Huila.

Las vías del municipio (Villavieja. Alcaldía, 2008), están localizadas en su totalidad en los valles del río Magdalena y río Cabrera y recorren sectores ondulados y planos, son estables geológicamente, al no existir zonas marcadas de derrumbe; el estado general de la red vial es regular, ya que existen puntos que necesariamente cortan drenajes en épocas de invierno y las lluvias causan trastorno al tránsito vehicular normal, su trazado se ubica sobre arcilla expansiva, que en época invernal se vuelven inaccesibles en ciertos tramos, además se hallan algunas bateas de acceso regular o nulo por estar cubiertas con sedimentos de las quebradas.

Las vías de acceso a los centros poblados de San Alfonso, Potosí, La victoria, Doche, y San Juanito, son destapadas, con ausencia de bermas y áreas de parqueo para los vehículos y, además, la señalización es significativamente incompleta y sus sentidos viales se encuentran por definir; sólo 49 Km son de vía fluvial, correspondiente a todo el río Magdalena, desde la quebrada Bateas hasta la desembocadura del río Cabrera, pasando por la cabecera municipal de Villavieja y los centros poblados de Potosí y La calera, que son ribereños (Plan de Desarrollo Municipal de Villavieja. Alcaldía, 2008).

Siguiendo con el mismo Plan (Villavieja. Alcaldía, 2008), la forma que adopta el paisaje y el relieve terrestre del municipio es producto de las constantes transformaciones causadas por las fuerzas de la naturaleza y por la erosión; las formaciones geológicas son denominadas “Honda” constituidas por areniscas arcósicas y arcillositas rojizas que afloran en la mayor parte del desierto de La Tatacoa y “Gigante” compuesta por depósitos Vulcanoclásticos provenientes de la actividad volcánica de la cordillera central durante el cuaternario temprano.

De acuerdo al POT (Villavieja. Alcaldía, 2008, 25 - 30), la exposición media anual de brillo solar es de 2.127,6 horas, máxima mensual de 263,6 horas y mínimo mensual de 59,5 horas; la humedad relativa varía entre el 57% y el 73% manteniéndose durante el año. El nivel de precipitación corresponde a una media anual de 1.115 mm, una máxima mensual de 411,2 mm y una mínima mensual de 0,4 mm, datos climáticos que se presentan con similitud para los centros poblados y veredas de San Alfonso, Potosí, La Victoria, Doche y Las Mercedes.

Por otra parte, La descripción de cada uno de los centros poblados mencionados con anterioridad, referentes a localización y límites, temperatura, altura sobre el nivel del mar, manejo y uso del suelo y actividades económicas, se realizan en éste estudio de investigación en el numeral 4.1 que lleva como nombre, Descripción de las características hidráulicas, administrativas, de operación y mantenimiento de los distritos de riego.

Figura 3 Localización de las veredas San Alfonso, san Juanito y Doche en el municipio de Villavieja



Tomado de cartografía Alcaldía Villavieja y modificado por los autores.

Área de influencia del distrito de riego San Alfonso

El centro poblado de San Alfonso posee una población de 907 habitantes distribuidos entre 220 viviendas aproximadamente, con un nivel del Sisben y una estratificación económica de uno y dos (POT, Villavieja. Alcaldía, 1998, 147).

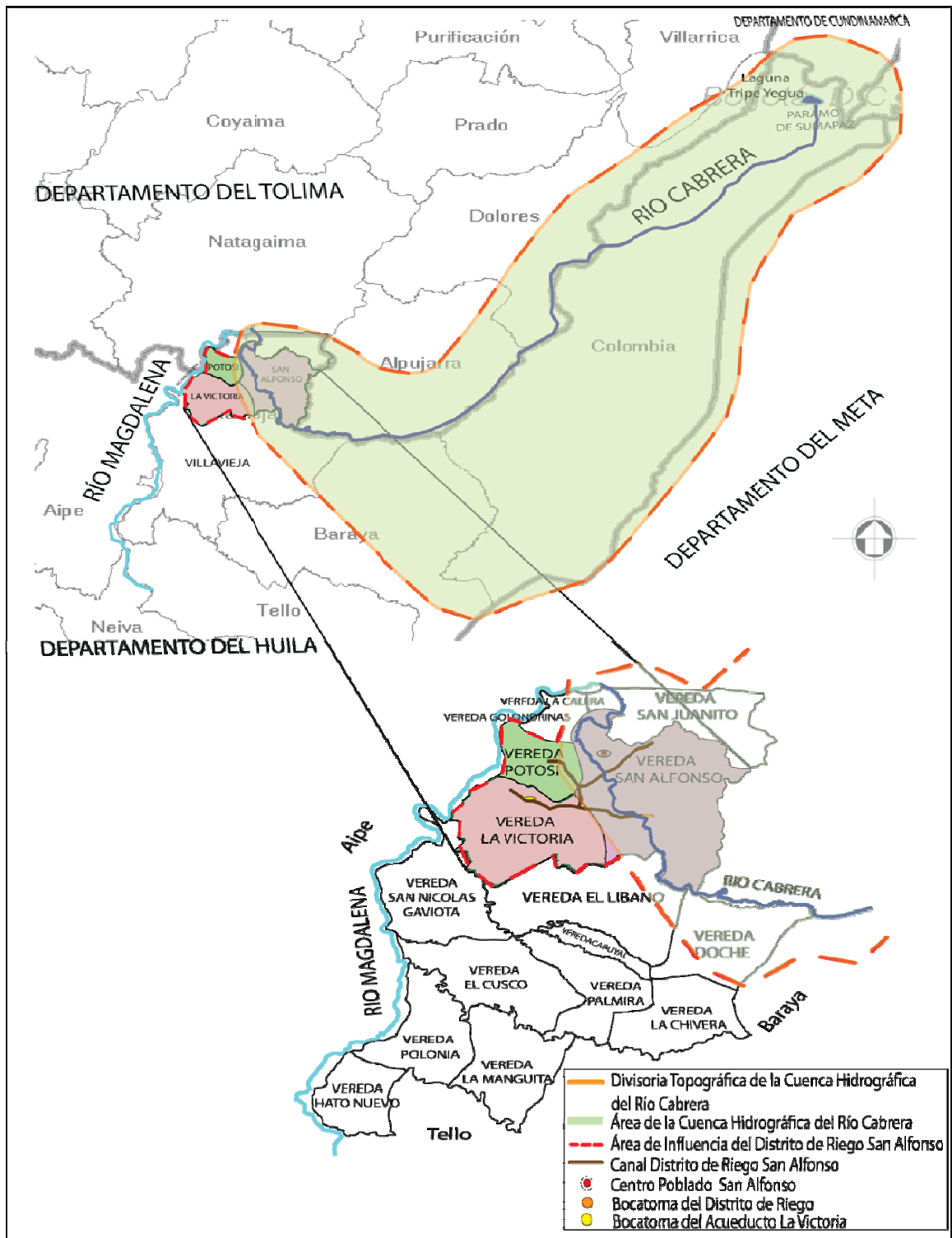
El área de influencia del distrito de riego San Alfonso, comprende el perímetro delimitado por la cuenca hidrográfica del río Cabrera, incluyendo el canal de conducción, la bocatoma que capta el caudal de dicho río, la vereda que lleva el mismo nombre, los canales secundarios y terciarios de distribución, hasta la

derivación y partición de caudales para los centros poblados La Victoria y Potosí en el puente que cruza el río Cabrera a la entrada del poblado.

También hace parte del área de influencia la bocatoma del acueducto de La Victoria ya que se abastece del canal principal del distrito de riego San Alfonso, asimismo, el perímetro de algunos suelos de expansión urbana comprendida por algunos terrenos planos u ondulados de actividad agropecuaria dependientes del agua de sistema de riego.

La vereda presenta un relieve dado por el Pico de La Buitrera (1000msnm), El Alto de la Mula y La Loma de La Cruz; además, en la hidrografía tenemos las quebradas La Garrapata, La Zanja Honda y La Gutiérrez y el río Cabrera (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial).

Figura 4. Área de influencia del distrito de riego San Alfonso



Tomado de cartografía Gobernación del Huila y modificado por los autores.

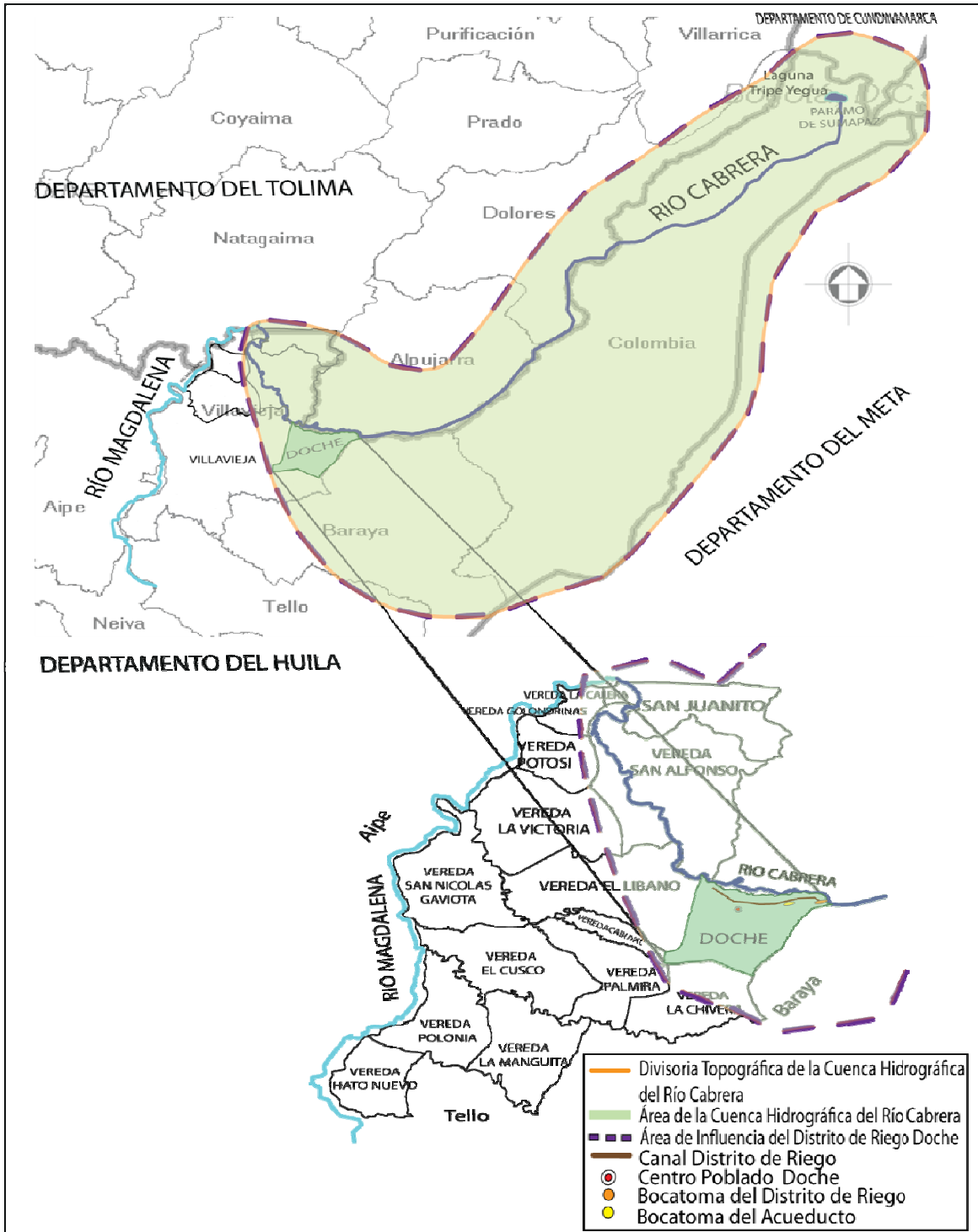
Área de influencia del distrito de riego Doche

El distrito de riego Doche tiene un área de influencia sobre la vereda que lleva el mismo nombre, la cual está delimitada por la cuenca hidrográfica del río Cabrera, el canal principal de riego, el acueducto y su bocatoma que deriva el caudal del canal principal a un costado de dicho río, de igual forma, aquellos terrenos destinados a la agricultura y al sostenimiento de ganadería, dependientes del agua del distrito.

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), la vereda Doche presenta un relieve conformado por las lomas Tenerife, La Becerrera, Rusio, Cacho Verde, Boquete, Saltaren y Cajucho; y la hidrografía por el Río Cabrera y las Quebradas La Borrega, Batatas, Cabañas, Chispaso, Los Limones, El Tambre, Piedra Pintada, Alejo, El Goloso, Niquen, Azufra, Fiques y Los Gemos.

Según la misma fuente (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), Doche, posee 32 casas y 170 habitantes, de los cuales la mayoría de los usuarios del distrito de riego residen en el centro poblado de Villavieja.

Figura 5. Área de influencia del distrito de riego Doche



Tomado de cartografía Gobernación del Huila y modificado por los autores.

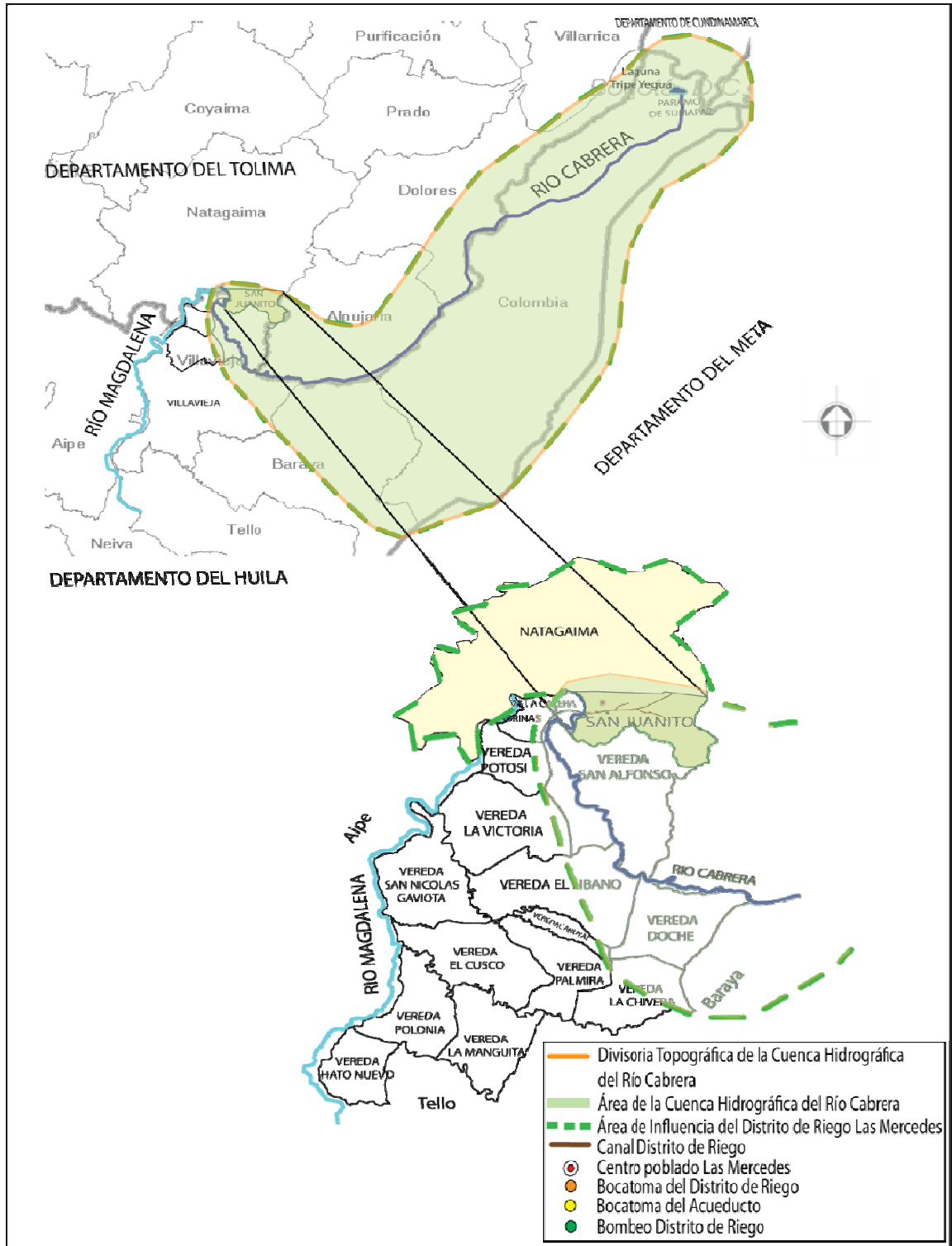
Área de influencia del distrito de riego Las Mercedes

De acuerdo al POT (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), la vereda San Juanito está conformada por 39 viviendas y una población de 130 habitantes, distribuidos entre San Juanito en el departamento del Huila y la mayoría en Natagaima en el departamento del Tolima.

Según la misma fuente bibliográfica (Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial), la hidrografía y relieve de la vereda se componen del río Cabrera, las quebradas Zanjón, San Juanito, Ocorco, La Gutiérrez, Madroñal, Loma Baya, Mal Paso, La Jagüey; y las lomas La Honda y El Cardo, Cerro Buenos Aires y Los Morados.

La cuenca hidrográfica del río Cabrera define el área de influencia del distrito de riego Las Mercedes, incluyendo la bocatoma del distrito que toma el agua del río en mención, el canal principal, los canales secundarios y terciarios, el acueducto y su captación que se hace del canal principal. Dicha área abarca territorios en los departamentos de Huila y Tolima, como también aquellos predios destinados a la agricultura y al sostenimiento de ganadería, dependientes del agua del distrito.

Figura 6 Área de influencia del distrito de riego Las Mercedes



Tomado de cartografía Gobernación del Huila y modificado por los autores.

Municipio de Colombia

Según el mapa del municipio de Colombia, éste se localiza al norte del departamento del Huila, a una altura que oscila entre 600 y 3800 msnm, y posee una extensión de 1.698 Km².

De acuerdo al Estudio de Factibilidad Hidráulico, Social, Económico y Ambiental para el Desarrollo del Proyecto de Pequeña Irrigación en la Vereda Boquerón Municipio de Colombia (Alcaldía, 2005, 12, 13), Colombia es un municipio agropecuario por excelencia, su actividad económica gira alrededor de la explotación agrícola en cultivos permanentes y semipermanentes, localizados en zonas de ladera.

De continuidad con la misma fuente bibliográfica (Municipio de Colombia. Alcaldía, 2005), el municipio limita por el norte con el departamento de Cundinamarca y noroeste con el departamento del Tolima, por el sur y suroeste con el municipio de Baraya - Huila, por el este y sureste con el departamento del Meta; presenta una diversidad de climas (cálido, templado, frío y páramo), como consecuencia de la interrelación de factores como la radiación solar, precipitación, temperatura, vientos, humedad y nubosidad.

Siguiendo con la bibliografía ya mencionada (Municipio de Colombia. Alcaldía, 1998, 57), el municipio presenta una hidrografía abundante y de gran importancia para la región, se encuentra bañado por los ríos Cabrera, Riachón, Ariari, Ambicá y Venado, como también por aproximadamente 120 quebradas de caudales significativos, dentro de las cuales se tienen las quebradas El Hache, La Legiosa, La Sucia, El Oso, Las Mercedes, La Mayor, El Lindero La Vega, La Gritería, La Montaña, entre otras.

Por otra parte, las vías del municipio recorren sectores de pendientes altas y empinadas, relieves variados de montaña, terrazas y abanicos debido a la tectónica de placas y fallas geológicas; físicamente no son estables, se presentan derrumbes asociados a las épocas de invierno y a los procesos erosivos. En general el estado de la red vial interveredal es de regular a malo, ya que existen puntos que necesariamente exigen transbordos y cortan drenajes naturales; también las lluvias causan daños considerables a la estructura vial afectando el tránsito vehicular y en ocasiones haciendo inaccesible determinados tramos.

Área de influencia de los distritos de riego San Antonio Bajo y Asohorizonte

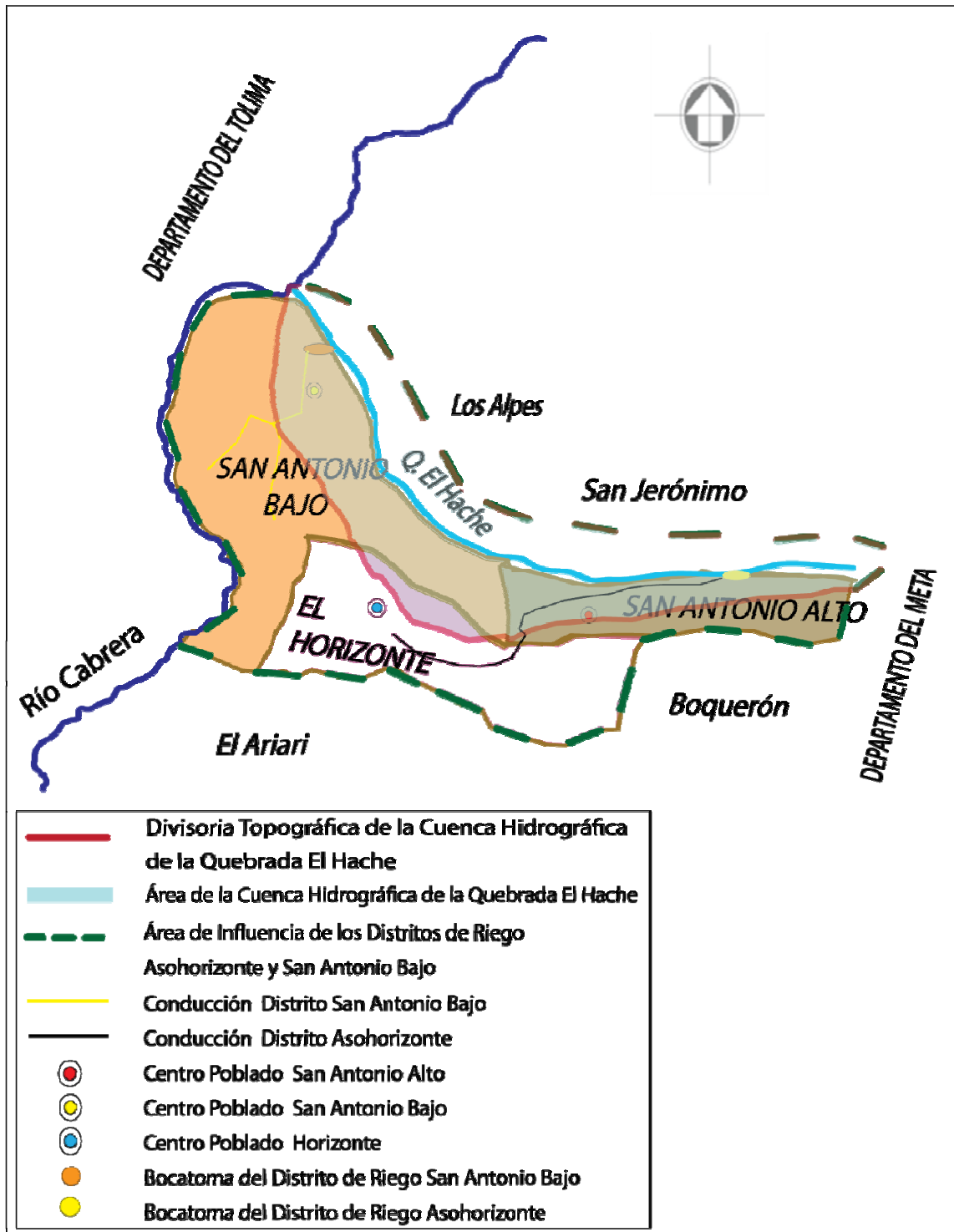
El área de influencia de los distritos de riego Asohorizonte y San Antonio Bajo, está delimitada por la cuenca hidrográfica de la quebrada El Hache, y abarca las veredas de San Antonio Bajo, San Antonio Alto y Horizonte, como también la bocatoma de cada uno de los distritos que captan el agua directamente de la quebrada, la línea principal de conducción, la red de distribución a los usuarios, el río Cabrera al cual desemboca la quebrada y aquellos predios destinados a la agricultura y al sostenimiento de ganadería dependientes del agua del distrito.

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Colombia (EOT) (Colombia. Alcaldía, 1999, mapa Uso y Cobertura del Suelo), las veredas Horizonte, San Antonio Bajo y San Antonio Alto, presentan suelos de características variadas, relacionadas con el relieve, pendientes y diversificación de clima, determinando el uso y el manejo concerniente a las diferentes actividades, prevaleciendo los bosques naturales, vegetación natural, pastos naturales y cultivos de café asociado con plátano, yuca, maíz, caña, entre otros.

De acuerdo con el mismo EOT (Colombia. Alcaldía, 1999, mapa Climatología), las veredas ostentan diversidad de climas producto de la interrelación de factores como la radiación solar, precipitación, temperatura, vientos, humedad y nubosidad, el clima medio y muy seco se presenta entre 600 y 1500 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 18 - 24 °C y precipitaciones anuales que varían de 500 a 1000 mm, el clima medio y húmedo a medio y seco se muestra entre los 1000 y 2000 msnm, con temperaturas entre 18 - 24 °C y precipitaciones entre 800 y 1500 mm; en la franja altitudinal que va de 2000 – 3000 msnm se encuentra el clima frío y muy húmedo, con temperaturas que van de los 12 a los 18 °C y precipitaciones entre 2000 y 4000 mm anuales.

Continuando con el mismo EOT (Colombia. Alcaldía, 1999, mapa Capacidad de Uso del Suelo), la zona tiene suelos de relieves fuertemente quebrados con pendientes entre 25 – 50 % y procesos erosivos más evidentes, hasta suelos con relieves ligeros adecuados para las labores agrícolas normales y suelos medios con sectores de baja precipitación, de texturas franco arenosa, franco a franco arcillosa superficiales a profunda, ricos en materia orgánica.

Figura 8 Área de influencia de los distritos de riego San Antonio Bajo y Asohorizonte



Tomado base IGAC y modificado por los autores.

4.2.2 Identificación y valoración de impactos ambientales por distrito de riego

Distrito de riego San Alfonso

De acuerdo con el cuadro No. 3, en el distrito de riego San Alfonso se identificaron dieciséis impactos positivos de los cuales cinco fueron reconocidos por más del 18 por ciento (%) de los encuestados, siendo el de mayor importancia ampliación del área cultivada con un porcentaje superior al setenta por ciento. Le siguen en su orden aumento de ingresos económicos (28,03%), generación de empleo (27,27%), aumento y mejoramiento de la canasta familiar (19,70%), aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados (18,18%).

En concordancia con el cuadro No. 4, en el distrito de riego San Alfonso se identificaron veintitrés impactos negativos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 19 por ciento (%), siendo el de mayor importancia uso excesivo de agroquímicos con un porcentaje superior al cuarenta por ciento. Le siguen en su orden contaminación de aguas superficiales (39,39%), conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua (27,27%), incremento de la erosión (21,21%), despilfarro del agua de riego en el predio (19,70%).

Distrito de riego Las Mercedes

Según los resultados obtenidos en el cuadro No. 3, en el distrito de riego Las Mercedes se identificaron once impactos positivos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 23 por ciento (%), siendo el de mayor importancia ampliación del área cultivada con un porcentaje superior al setenta por ciento. Le siguen en su orden aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico (65,38%), aumento de ingresos económicos (42,31%), aumento y mejoramiento de la canasta familiar (38,46%), generación de empleo (23,08%).

De conformidad con los resultados obtenidos en el cuadro No. 4, en el distrito de riego Las Mercedes se identificaron trece impactos negativos de los cuáles cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 23 por ciento (%), siendo el de mayor importancia aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras con un porcentaje superior al cincuenta por ciento. Le siguen en su orden contaminación de aguas superficiales (42,31%), aumento del riesgo de enfermedades asociadas con los agrotóxicos (38,46%), conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua (34,62%), deterioro o destrucción de obras hidráulicas por ríos o quebradas (23,08%), sobresedimentación en obras hidráulicas o en áreas de cultivos (15,38%).

Distrito de riego Doche

Según los resultados obtenidos en el cuadro No. 3, en el distrito de riego Doche se identificaron trece impactos positivos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 17 por ciento (%), siendo el de mayor importancia ampliación del área cultivada con un porcentaje superior al setenta por ciento. Le siguen en su orden aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico (53,57%), generación de empleo (32,14%), aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados (32,14%), aumento y mejoramiento de la infraestructura vial y del transporte (28,57%).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el cuadro No. 4, en el distrito de riego Doche se identificaron doce impactos negativos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 20 por ciento (%), siendo el de mayor grado aumento del riesgo de enfermedades de origen hídrico con un porcentaje superior al cuarenta por ciento. Le siguen en orden conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua (39,29%), deterioro de las obras hidráulicas del distrito por falta de mantenimiento y de protección de las mismas (35,71%), uso excesivo de agroquímicos (35,71%), disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego (32,14%).

Distrito de riego Horizonte

En concordancia con los resultados obtenidos en el cuadro No. 3, en el distrito de riego Horizonte se identificaron catorce impactos positivos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 16 por ciento (%), siendo el de mayor importancia ampliación del área cultivada con un porcentaje superior al sesenta por ciento. Le siguen en su orden aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados (56,00%), aumento y mejoramiento del desarrollo integral regional (28,00%), aumento de ingresos económicos (22,00%), generación de empleo (16,00%).

De conformidad con los resultados obtenidos en el cuadro No. 4, en el distrito de riego Horizonte se identificaron diecinueve impactos negativos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 18 por ciento (%), siendo el de mayor grado obstrucción o ruptura de tuberías para la conducción del agua de riego con un porcentaje superior al cuarenta por ciento. Le siguen en orden disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego (24%), despilfarro del agua de riego en el predio (20%), conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua (18%), incremento de la erosión (18%).

Distrito de riego San Antonio Bajo

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro No. 3, en el distrito de riego San Antonio Bajo se identificaron once impactos positivos de los cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 20 por ciento (%) siendo el de

mayor importancia ampliación del área cultivada con un porcentaje igual al cien por ciento. Le siguen en su orden aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados (50%), aumento de ingresos económicos (40,91%), generación de empleo (31,82%), aumento del precio de la tierra (22,73%).

Según los resultados obtenidos en el cuadro No. 4, en el distrito de riego San Antonio Bajo se identificaron nueve impactos negativos de los cuales seis fueron reconocidos por los usuarios con más del 18 por ciento (%), siendo el de mayor grado deterioro de las obras hidráulicas del distrito por falta de mantenimiento y de protección de las mismas con un porcentaje superior al cuarenta por ciento. Le siguen en orden conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua (36,36%), uso excesivo de agroquímicos (27,27%), disminución de la vegetación forestal protectora (18,18%), despilfarro del agua de riego en el predio (18,18%), disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego (18,18%).

Cuadro 3. Lista de impactos positivos de los distritos de riego

IMPACTOS POSITIVOS		DISTRITOS DE RIEGO										TOTAL	
		San Alfonso		Doche		Las Mercedes		San Antonio Bajo		Asohorizonte			
		F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%
IP ₃	Ampliación del área cultivada	93	70.45	21	75,00	20	76.92	22	100	32	64	188	72,87
IP ₂₇	Aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados	24	18.18	9	32.14	5	19.23	11	50	28	56	77	29,84
IP ₂	Aumento de ingresos económicos	35	26.52	5	17.86	11	42.31	9	40.91	11	22	71	27,52
IP ₁₄	Generación de empleo	36	27.27	9	32.14	6	23.08	7	31.82	8	16	66	25,58
IP ₂₁	Aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico	22	16.67	15	53.57	17	65.38	2	9.09	0	0	56	21,71
IP ₇₆	Aumento y mejoramiento de la canasta familiar	26	19.70	5	17.86	10	38.46	3	13.64	6	12	50	19,38
IP ₂₄	Aumento y mejoramiento del desarrollo integral regional	17	12.88	4	14.29	3	11.54	1	4.55	14	28	39	15,12
IP ₁₀	Aumento del precio de la tierra	18	13.64	4	14.29	1	3.85	5	22.73	6	12	34	13,18
IP ₁	Aumento de la producción y de la productividad agrícola	22	16.67	2	7.14	1	3.85	3	13.64	3	6	31	12,02
IP ₁₉	Aumento y mejoramiento de la infraestructura vial y del transporte	14	10.61	8	28.57	1	3.85	0	0	0	0	23	8,91
IP ₃₈	Incremento de áreas reforestadas	19	14.39	1	3.57	1	3.85	2	9.09	0	0	23	8,91

Continuación cuadro No. 3. Lista de impactos positivos de los distritos de riego

IMPACTOS POSITIVOS		DISTRITOS DE RIEGO										TOTAL	
		San Alfonso		Doche		Las Mercedes		San Antonio Bajo		Asohorizonte			
		F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%
IP ₈	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	5	3.79	0	0	0	0	0	0	3	6	8	3,10
IP ₂₂	Aumento de la maquinaria agrícola o de la optimización de su uso	6	4.55	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2,33
IP ₅₀	Aumento de la producción en acuicultura	0	0	2	7.14	0	0	1	4.55	0	0	3	1,16
IP ₇₀	Aumento de la producción en ganadería	1	0.76	1	3.57	0	0	0	0	0	0	2	0,78
IP ₁₁	Aumento y mejoramiento del desarrollo tecnológico en adecuación de tierras y en actividades afines	1	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,39
IP ₁₃	Mejoramiento en la planeación de cultivos y del mercadeo de productos agrícolas y afines	1	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,39
IP ₅₃	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0,39
IP ₅₆	Aumento de la conciencia ecológica comunitaria, en especial asociada al agua	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0,39
IP ₆₂	Aumento de la solidaridad y del sentido de pertenencia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0,39

Cuadro 4. Lista de impactos negativos de los distritos de riego

IMPACTOS NEGATIVOS		DISTRITOS DE RIEGO										TOTAL	
		San Alfonso		Doche		Las Mercedes		San Antonio Bajo		Asohorizonte			
		F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%
IN ₃₁	Uso excesivo de agroquímicos	57	43.18	10	35.71	1	3.85	6	27.27	3	6,00	77	29,84
IN ₃	Conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua	36	27.27	11	39.29	9	34.62	8	36.36	9	18,00	73	28,29
IN ₁₅	Contaminación de aguas superficiales	52	39.39	0	0	11	42.31	0	0	2	4,00	65	25,19
IN ₁₄	Despilfarro del agua de riego en el predio	26	19.70	1	3.57	0	0	4	18.18	10	20,00	41	15,89
IN ₁₀	Aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras	11	8.33	4	14.29	14	53.85	3	13.64	8	16,00	40	15,50
IN ₁₈	Incremento de la erosión	28	21.21	0	0	2	7.69	0	0	9	18,00	39	15,12
IN ₂₅	Disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego	5	3.79	9	32.14	0	0	4	18.18	12	24,00	30	11,63
IN ₁	Disminución de la vegetación forestal protectora	13	9.85	3	10.71	0	0	4	18.18	6	12,00	26	10,08
IN ₂₄	Deterioro de las obras hidráulicas del distrito por falta de mantenimiento y de protección de las mismas	4	3.03	10	35.71	0	0	11	50	1	2,00	26	10,08
IN ₃₇	Incremento de las quemas con fines agropecuarios y de riesgos de incendios forestales	15	11.36	2	7.14	2	7.69	3	13.64	0	0,00	22	8,53
IN ₄₁	Sobresedimentación en obras hidráulicas o en áreas de cultivos	12	9.09	6	21.43	4	15.38	0	0	0	0,00	22	8,53
IN ₅₄	Aumento del riesgo de enfermedades asociadas con los agrotóxicos	11	8.33	0	0	10	38.46	0	0	0	0,00	21	8,14
IN ₉₃	Obstrucción o ruptura de tuberías para la conducción del agua de riego	0	0	0	0	0	0	0	0	21	42,00	21	8,14

Continuación cuadro No. 4. Lista de impactos negativos de los distritos de riego

IMPACTOS NEGATIVOS		DISTRITOS DE RIEGO										TOTAL	
		San Alfonso		Doche		Las Mercedes		San Antonio Bajo		Asohorizonte			
		F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%
IN ₄₃	Generación de residuos sólidos domésticos, agrícolas o agroindustriales	10	7.58	0	0	1	3.85	0	0	1	2,00	12	4,65
IN ₅₅	Aumento del riesgo de enfermedades de origen hídrico	0	0	12	42.86	0	0	0	0	0	0,00	12	4,65
IN ₃₂	Contaminación de suelos	8	6.06	0	0	1	3.85	0	0	2	4,00	11	4,26
IN ₁₆	Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo	2	1.52	1	3.57	0	0	0	0	5	10,00	8	3,10
IN ₄₈	Contaminación Atmosférica	6	4.55	0	0	0	0	0	0	2	4,00	8	3,10
IN ₄₉	Disminución de la diversificación agrícola (incremento del monocultivo)	8	6.06	0	0	0	0	0	0	0	0,00	8	3,10
IN ₇₄	Deterioro de la estructura del suelo	6	4.55	0	0	1	3.85	0	0	0	0,00	7	2,71
IN ₃₀	Disposición de basuras o de escombros en áreas de servidumbres o de obras del distrito	6	4.55	0	0	0	0	0	0	0	0,00	6	2,33
IN ₈₁	Deterioro o destrucción de obras hidráulicas por ríos o quebradas	0	0	0	0	6	23.08	0	0	0	0,00	6	2,33
IN ₇₉	Daño en la propiedad privada asociadas con las zonas de servidumbre del distrito	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10,00	5	1,94
IN ₈₄	Subutilización de áreas adecuadas del distrito	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10,00	5	1,94
IN ₅₂	Aumento de plagas	4	3.03	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4	1,55
IN ₆₅	Incremento de la compactación	2	1.52	0	0	0	0	0	0	2	4,00	4	1,55
IN ₇₃	Incremento del costo de la canasta familiar	2	1.52	0	0	1	3.85	0	0	0	0,00	3	1,16
IN ₁₂	Captación y usos ilícitos del agua para riego	0	0	0	0	0	0	1	4.55	1	2,00	2	0,78
IN ₂₈	Encharcamiento del suelo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,00	1	0,39
IN ₄₅	Disminución de la biodiversidad terrestre	1	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0,39
IN ₉₉	Deterioro de las características físico químicas del suelo	0	0	1	3.57	0	0	0	0	0	0,00	1	0,39

4.2.3 Identificación y valoración de amenazas naturales por distritos de riego

Distrito de riego San Alfonso

De acuerdo con el cuadro No. 5, en el distrito de riego San Alfonso se identificaron trece amenazas naturales de las cuales cinco fueron reconocidos por los usuarios con más del 18 por ciento (%), siendo la de mayor importancia períodos anuales de sequía (51,52%). Le siguen en su orden torrencialidad de ríos y quebradas (avalanchas) (46,97%), lluvias de alta intensidad (45,45%), vientos fuertes (22,73%), áreas inundables (21,97%), inestabilidad natural de cauces en ríos y quebradas (15,91%).

Distrito de riego Las Mercedes

En el distrito de riego Las Mercedes se identificaron nueve amenazas naturales de las cuales cinco (cuadro No. 5) fueron reconocidas por los usuarios con más del 30 por ciento (%), siendo la de mayor importancia torrencialidad de ríos y quebradas o avalanchas (61,54%). Le siguen en su orden vientos fuertes (53,85%), períodos anuales de sequía (50,00%), lluvias de alta intensidad (42,31%), áreas inundables (34,62%).

Distrito de riego Doche

En el distrito de riego Doche se identificaron siete amenazas naturales de las cuales cinco (cuadro No. 5) fueron reconocidas por los usuarios con más del 25 por ciento (%), siendo la de mayor importancia torrencialidad de ríos y quebradas o avalanchas (89,29%). Le siguen en su orden vientos fuertes (46,43%), lluvias de alta intensidad (32,14%), períodos anuales de sequía (32,14%), inestabilidad geológica (25,00%).

Distrito de riego Horizonte

En el distrito de riego Horizonte se identificaron diez amenazas naturales de las cuales cinco (cuadro No. 5) fueron reconocidas por los usuarios con más del 10 por ciento (%), siendo la de mayor importancia inestabilidad geológica (64,00%). Le siguen en su orden lluvias de alta intensidad (56,00%), períodos anuales de sequía (20,00%), vientos fuertes (14,00%), torrencialidad de ríos y quebradas o avalanchas (10,00%).

Distrito de riego San Antonio Bajo

En el distrito San Antonio Bajo se identificaron siete amenazas naturales de las cuales cuatro (cuadro No. 5) fueron reconocidas por los usuarios con más del 40 por ciento (%), siendo la de mayor importancia inestabilidad geológica (72,73%). Le siguen en su orden lluvias de alta intensidad (68,28%), períodos anuales de sequía (50,00%), vientos fuertes (40,92%).

Cuadro 5. Lista de amenazas naturales de los distritos de riego

AMENAZAS NATURALES		DISTRITOS DE RIEGO										TOTAL	
		San Alfonso		Doche		Las Mercedes		San Antonio Bajo		Asohorizonte			
		F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%	F.A	%		
RA ₃₃	Lluvias de alta intensidad	60	45.45	9	32.14	11	42.31	15	68.18	29	58	124	48,06
RA ₄	Periodos anuales de sequia	70	53.03	9	32.14	13	50,00	11	50	10	20	113	43,80
RA ₁₅	Torrencialidad de ríos y quebradas (avalanchas)	64	48.48	25	89.29	16	61.54	1	4.55	5	10	111	43,02
RA ₆₀	Vientos fuertes	30	22.73	13	46.43	14	53.85	9	40.91	7	14	73	28,29
RA ₃₉	Inestabilidad geológica	0	0	7	25	0	0	16	72.73	32	64	55	21,32
RA ₃	Áreas inundables	29	21.97	5	17.86	9	34.62	1	4.55	1	2	45	17,44
RA ₂₇	Inestabilidad natural de cauces en ríos y quebradas	21	15.91	3	10.71	4	15.38	0	0	0	0	28	10,85
RA ₁₆	Suelos erodables	4	3.03	0	0	1	3.85	1	4.55	2	4	8	3,10
RA ₅₃	Alta concentración de sólidos en fuentes de agua que entran al distrito	5	3.79	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1,94
RA ₉₁	susceptibilidad natural a los incendios, piromanía o tradición de quemas con fines agropecuarios	4	3.03	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1,55
RA ₁₀₅	Heladas	1	0.76	0	0	0	0	0	0	3	6	4	1,55
RA ₄₅	Excesiva dependencia de los agroquímicos	3	2.27	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,16
RA ₅	Deforestación y erosión en cuencas hidrográfica aguas arriba	1	0.76	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0,78
RA ₈	Altos costos de inversión y de operación en la adecuación de tierras	0	0	0	0	1	3.85	0	0	0	0	1	0,39
RA ₃₄	Proximidad a focos de producción de basuras o de escombros	0	0	0	0	1	3.85	0	0	0	0	1	0,39
RA ₁₁₅	Lluvia de granizo	1	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,39
RA ₁₁₆	Descargas eléctricas de origen natural	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,39

4.2.4 Estudio comparativo de los impactos y amenazas naturales de los distritos de riego en el escenario actual.

De acuerdo a la Guía Ambiental para la Construcción y Operación de Proyectos de Adecuación de Tierras Distritos de Riego y/o Drenaje. (INAT. República de Colombia. Bogotá D.C., 2003, 56, 57), algunos de los impactos ambientales potenciales que se pueden generar por el desarrollo de los proyectos de adecuación de tierras y distritos de riego en las etapas de construcción y operación de los sistemas, son: cambio en los sistemas naturales de drenaje, disminución de la disponibilidad del recurso hídrico, contaminación físico – química, sedimentación, salinización, erosión, pérdida del potencial productivo, contaminación, Emisiones por maquinarias y equipos, afectación de la cobertura vegetal, efectos sobre la salud humana, mejoramiento de la calidad de vida, generación de empleo, aumento en el valor de predios, entre otros.

4.2.4.1 Estudio comparativo de impactos ambientales

Impactos positivos

Según los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta a usuarios de los distritos de riego, se determinaron cinco impactos positivos que son comunes y con más alta frecuencia en los distritos de riego objeto de estudio, los cuales son: ampliación del área cultivada, aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados, aumento de ingresos económicos, generación de empleo, aumento y mejoramiento de la canasta familiar, y aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico.

Foto 6. Cultivo de arroz en el distrito Las Mercedes



Los impactos aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico, incremento de áreas reforestadas, se presentan en los distritos San Alfonso, Doche, Las Mercedes y San Antonio Bajo. El impacto aumento y mejoramiento de la infraestructura vial y del transporte se presenta en tres distritos los cuales son San Alfonso, Doche y Las Mercedes, en la zona de Colombia (Huila) este impacto no fue reconocido por los usuarios debido a que las carreteras se encuentran en pésimo estado en la temporada invernal y no se le realiza mantenimiento constante dificultando el ingreso de productos necesarios para los cultivos y, además, afecta la extracción de las cosechas.

El impacto aumento de la producción en acuicultura se presenta en los distritos de Doche y San Antonio Bajo, el impacto aumento de la producción en ganadería también se presenta en dos distritos los cuáles son San Alfonso y Doche. Los demás impactos solo se presentan en uno u otro distrito.

Foto 7. Vías de acceso a San Antonio Bajo y Horizonte (Colombia-Huila)



Impactos negativos

En concordancia con los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta a usuarios de los distritos de riego, se determinaron tres impactos negativos que son comunes y de alta frecuencia en los distritos de riego, los cuáles son: uso excesivo de agroquímicos, conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua, aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras.

Los impactos despilfarro del agua de riego en el predio, disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego, disminución de la vegetación forestal protectora, deterioro de las obras hidráulicas del distrito por

falta de mantenimiento y de protección de las mismas, se presentan en cuatro distritos los cuáles son: San Alfonso, Doche, San Antonio Bajo y Horizonte. El impacto incremento de las quemas con fines agropecuarios y de riesgos de incendios forestales se presenta en los distritos San Alfonso, Doche, Las Mercedes y San Antonio Bajo. En el distrito Horizonte este impacto no se presenta debido a las condiciones climáticas de la zona que ayudan a prevenir este tipo de impacto.

El impacto sobredimentación en obras hidráulicas o en áreas de cultivos se presenta en los distritos San Alfonso, Doche y Las Mercedes, en los distritos de San Antonio Bajo y Horizonte no se presenta este impacto debido a que la conducción de dichos distritos es cerrada. Los impactos generación de residuos sólidos domésticos, agrícolas o agroindustriales, contaminación de suelos se presenta en San Alfonso, Las Mercedes y Horizonte; el impacto reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo se presenta en San Alfonso, Doche y Horizonte.

Foto 8. Deterioro del canal del distrito San Alfonso



Foto 9. Sobresedimentación canal Doche



Foto 10. Sobresedimentación bocatoma distrito Doche



Foto 11. Generación de residuos sólidos distrito San Alfonso



Mientras, los impactos de contaminación Atmosférica, incremento de la compactación se presentan en los distritos San Alfonso y Horizonte. Los impactos deterioro de la estructura del suelo, incremento del costo de la canasta familiar se presentan en los distritos San Alfonso y Las Mercedes, en los demás distritos no se presenta debido al monocultivo afectando las características físico-químicas del suelo, en los distritos mencionados anteriormente el costo de la canasta familiar se ve afectado por el tipo de cultivo que siembran (arroz), ya que es un cultivo que deja grandes ganancias económicas. Los demás impactos solo se presentan en uno u otro distrito.

4.2.4.2 Estudio comparativo de amenazas naturales

De conformidad con los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta a usuarios de los distritos de riego, se determinaron cinco amenazas naturales que son frecuentes, las cuales son: lluvias de alta intensidad, períodos anuales de sequía, torrencialidad de ríos y quebradas (avalanchas), vientos fuertes, áreas inundables. La amenaza suelos erodables se presentan en los distritos San Alfonso, Las Mercedes, San Antonio Bajo y Horizonte, según las personas encuestadas en la Vereda Doche ninguno coincidió con esta amenaza, pero, en las visitas de campo realizadas a la zona se aprecia que esta amenaza afecta la región de manera significativa afectando la eficiencia del distrito.

Foto 12. Inestabilidad geológica en Doche



La amenaza inestabilidad geológica se presenta en Doche, San Antonio Bajo y Horizonte; de acuerdo al Instituto Nacional de Investigaciones Geológico – Mineras “INGEOMINAS” (Geología, Recursos Minerales y Amenazas Geológicas, 1989, 23), esto se debe a la ubicación geográfica en la cual se encuentra la vereda de San Antonio, ya que por esta pasa un sinclinal el cual hace límite con fallas del sistema de Garzón – Suaza (Falla de Algeciras); la amenaza inestabilidad natural de cauces en ríos y quebradas se presenta en los distritos San Alfonso, Doche y Las Mercedes; la amenaza que se presentó en los distritos de San Alfonso y Horizonte fue heladas. Las demás amenazas se presentan en uno u otro distrito.

Foto 13. Áreas inundadas Doche



4.2.4.3 Descripción comparada de impactos ambientales y amenazas naturales

Descripción de impactos ambientales positivos

Los impactos que son comunes y con mas alta frecuencia, que se presentaron en los cinco distritos de riego estudiados de acuerdo a los usuarios, son: ampliación del área cultivada, aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados, aumento de ingresos económicos, generación de empleo y aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso domestico (cuadro No.3).

Según los usuarios encuestados, el impacto ampliación del área cultivada, fue el que obtuvo un mayor reconocimiento en los cinco distrito de riego (72,87%), ya que se han beneficiado con la construcción de sistemas para la adecuación de tierras ampliando el número de hectáreas cultivadas beneficiadas.

En los distritos de riego San Alfonso, Doche y Las Mercedes, que se ubican en la cuenca baja del río Cabera, el impacto positivo ampliación del área cultivada es representativo ya que en ésta zona se presentan periodos prolongados de sequías trayendo consigo limitaciones hídricas para el correcto desarrollo de las actividades agrícolas en cultivos transitorios como, arroz, algodón, ahuyama, maíz tecnificado amarillo, melón, pimentón, sandía, sorgo, tabaco rubio, tomate de mesa, y cultivos permanentes como cacao, plátano, cítricos, papaya y uva (Evaluaciones Agropecuarias Municipales/Observatorio de Territorios Rurales/SEDAM, 2008).

Para los distritos de riego Asohorizonte y San Antonio Bajo, ubicados en el municipio de Colombia (cuenca media del río Cabrera), el impacto positivo ampliación del área cultivada, se presentó debido a que la zona no contaba con

sistemas de riego anteriormente, además los requerimientos hídricos de los cultivos son altos en los periodos vegetativos y los vientos generan la evaporación del agua, perjudicando cultivos transitorios como arveja, frijol tecnificado, frijol tradicional, hortalizas, maíz tecnificado y tradicional, papa, pimentón, tomate de mesa, cultivos permanentes como cacao, café, caña panelera, plátano intercalado, aguacate, curuba, cítricos, cholupa, granadilla, lulo, mora, maracuyá, papaya, tomate de árbol y uva (Evaluaciones Agropecuarias Municipales/Observatorio de Territorios Rurales/SEDAM, 2008).

Con base a que los usuarios utilizan el agua del distrito para abastecer bebederos y regar pastos para el sostenimiento de ganado, surge el impacto positivo aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados con el 29.84%, de reconocimiento por los usuarios, reflejándose en el incremento de cabezas de ganado en la región de Villavieja que llega a un total de 14.630 aproximadamente y 47.233 hectáreas sembradas en pastos; siendo San Alfonso el de menor porcentaje, mientras que en el municipio de Colombia las cifras llegan a 18.950 cabezas de ganado y 36,700 hectáreas en pastos, presentando el mayor porcentaje Asohorizonte (Evaluaciones Agropecuarias Municipales/Observatorio de Territorios Rurales/SEDAM, 2008).

El impacto positivo aumento de ingresos económicos (27.52%), está relacionado con las actividades agrícolas y pecuarias de las zonas de Villavieja y Colombia, y se ve reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios relacionado con adquisición de bienes, vehículos de transporte, estudios superiores, mejoramiento de las viviendas, etc.

El cultivo del arroz es la principal actividad agrícola que se beneficia con el agua de los distritos San Alfonso, Doche y Las Mercedes, ubicados en Villavieja, generando 1.293.064 jornales anuales (SEDAM, 2008); de allí, la importancia del impacto positivo generación de empleo (25.58%), requiriendo mano de obra calificada y no calificada; para el caso de los distritos de riego estudiados en el municipio de Colombia, el empleo se limita a mano de obra familiar, pues deriva del establecimiento de cultivos transitorios y permanentes a pequeña escala y de ganadería no tecnificada.

El impacto positivo aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico (21.71%), aplica para los distritos de riego que abastecen los acueductos como el de Las Mercedes, Doche y San Alfonso, este último únicamente para el centro poblado La Victoria, que corresponden al municipio de Villavieja, pues los habitantes utilizan el agua en labores domésticas, tales como cocinar, lavar ropa, ducharse entre otras; en el municipio de Colombia se presenta este impacto con un mínimo reconocimiento únicamente en San Antonio Bajo, ya que el agua para uso doméstico en la zona se abastece directamente de un acueducto propio, sin afectar a los distritos de riego objeto de estudio.

Descripción de impactos ambientales negativos

Los impactos negativos que son comunes y con más alta frecuencia que se obtuvieron por medio de las encuestas realizadas a los usuarios de los cinco distritos de riego son: uso excesivo de agroquímicos, conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito en especial por el agua, despilfarro del agua de riego en el predio y aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras (cuadro No.4).

El impacto negativo uso excesivo de agroquímicos con un porcentaje de 29.84, fue el de mayor reconocimiento en los cinco distritos, teniendo San Alfonso la mayor participación, esto se debe a la alta demanda de agroquímicos y fertilizantes requeridos por el cultivo del arroz, a la deficiencia de nutrientes en el suelo y al incremento de malezas e insectos en las áreas cultivables; mientras que en los distritos de riego estudiados en el municipio de Colombia, la incidencia de dicho impacto es baja ya que los cultivos no requieren de la aplicación de químicos en altas proporciones y los suelos en la zona presentan mejores condiciones físico - químicas.

El impacto negativo conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito en especial por el agua con un 28.29% es el segundo impacto en su orden jerárquico, que se presenta con mayor relevancia en los distritos San Alfonso y Las Mercedes, esto se debe a que los usuarios realizan taponamientos en los canales para captar más agua del canal y por ende inundaciones en los lotes, afectando a los demás usuarios aguas abajo del canal, mientras que en el distrito Doche no hay una persona encargada para la realización de las labores de mantenimiento y operación, lo que genera discusiones cuando se presentan averías de las obras hidráulicas y al momento de delegar funciones la comunidad nunca llega a un acuerdo, siendo la misma persona la que siempre debe estar pendiente de dichas labores. En el distrito de riego Asohorizonte, éste impacto se ve reflejado en discusiones por el paso de la línea de conducción por predios de un agricultor de la zona produciendo supuestamente daños al terreno; en San Antonio Bajo se originó una demanda legal por un problema similar y sumado a esto las rupturas de la tubería para la realización de conexiones ilegales.

En los distritos de riego San Alfonso y Doche, se encontró con que el impacto negativo despilfarro del agua de riego en el predio, tuvo una mayor frecuencia, comparado con el porcentaje total de reconocimiento que fue de 15.89, siendo el tercero en la lista en su orden de importancia, pues los sistemas de adecuación de tierras no cuenta con un instrumento para la medición del caudal que le corresponde a cada usuario y se generan desperdicios por excesos de agua en los lotes. En el distrito Las Mercedes no se reconoció este impacto como problema, pues es normal para los usuarios que el agua se desperdicie; mientras que en los distritos de riego Asohorizonte y San Antonio Bajo ubicados en el municipio de Colombia, aunque el riego es por aspersión, el despilfarro de agua

puede deberse a largos periodos del funcionamiento de aspersores y a los daños en las tuberías de conducción.

El impacto negativo aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras de acuerdo al grado de importancia tuvo un 15.50 % en los cinco distritos de riego, siendo el cuarto en su orden, afectando principalmente a los usuarios del distrito Las Mercedes, debido a los valores elevados por alquiler de maquinaria para la preparación de los lotes y el mantenimiento del distrito, como también a la compra y transporte del combustible para el bombeo. En San Alfonso estos costos se relacionan con los daños, reparaciones y sedimentación, que se presentan en las estructuras hidráulicas, Doche tuvo un porcentaje de reconocimiento bajo, pues el sistema por gravedad, aunque la captación tiene problemas relacionados con niveles altos y bajos del río opera con alguna regularidad y el de bombeo no está en funcionamiento; en los distritos Asohorizonte y San Antonio Bajo, dicho impacto está relacionado con los costos elevados producto de los daños ocasionados a la conducción cerrada debido a deslizamientos de tierras.

Descripción de amenazas naturales

Los usuarios de los cinco distritos de riego, reconocieron que las amenazas lluvias de alta intensidad, periodos anuales de sequía, torrencialidad de ríos y quebradas (avalanchas), vientos fuertes y áreas inundables se presentan con mayor frecuencia en las zonas de Villavieja y Colombia (cuadro No.5).

La amenaza natural de mayor reconocimiento en su orden fue lluvias de alta intensidad con un 48.06% en su orden general, esto se debe a que las épocas de lluvia que se presentan en Villavieja son de tiempo corto pero de gran intensidad generando una alta precipitación, afectando las estructuras de los distritos, los cultivos, las viviendas, carreteras, etc.; en el municipio de Colombia esta amenaza genera grandes daños debido a la topografía del terreno produciendo derrumbes y deslizamientos de tierra perjudicando las estructuras de los distritos, los cultivos, las viviendas y vías.

Mientras que la amenaza natural periodos anuales de sequía se ubicó en el segundo puesto con un 43.80%, según el grado de importancia que le dieron los usuarios; dicha amenaza se ve reflejada con mayor frecuencia en los distritos de riego de Villavieja ocurriendo en lapsos de tiempo más prolongados y con alta intensidad, disminuyendo el caudal disponible tanto en ríos y quebradas, el cual es utilizado para abastecer los distritos, afectando directamente los cultivos, animales, generando pérdidas económicas; en los distritos de Colombia, el problema se presenta con menor incidencia, afectando principalmente el caudal de la quebrada El Hache.

La amenaza natural torrencialidad de ríos y quebradas (43.02%) se presentó en el tercer lugar de acuerdo al orden general, dicha amenaza afecta la zona correspondiente a Villavieja, donde están ubicados los distritos de San Alfonso, Doche y Las Mercedes, afectando principalmente las estructuras del distrito, cultivos y problemas de sedimentación en los canales. Todo esto afecta la eficiencia y produce pérdidas a los agricultores. Esta amenaza presenta una mínima influencia en los distritos de riego Asohorizonte y San Antonio Bajo en Colombia, debido a que el sistema de conducción es por tubería y los daños se producen principalmente en la bocatoma.

La amenaza natural vientos fuertes con un porcentaje de 28.29, obtuvo el cuarto lugar de reconocimiento general por parte de los beneficiarios y se presenta con mayor frecuencia en los distritos localizados en jurisdicción de Villavieja, generando daños en cultivos, viviendas y produciendo obstrucción en los canales; en la zona de Colombia objeto del estudio, dicha eventualidad también está relacionada con los daños en viviendas y cultivos, pero no afecta a las conducciones porque estas se hacen por tubería bajo tierra.

La amenaza áreas inundables con el 17.44% en su orden de importancia, fue la quinta según los beneficiarios, dicha amenaza obtuvo un mayor reconocimiento por los usuarios de los distritos San Alfonso, Doche y Las Mercedes, debido a la topografía plana del terreno lo que permite que la zona sea susceptible a dicho suceso natural, se presenta con mucha frecuencia afectando principalmente los cultivos disminuyendo la producción y por ende los ingresos económicos de los agricultores. En la zona comprendida por los distritos de riego Asohorizonte y San Antonio Bajo, ésta amenaza no ocasiona grandes peligros, pues la topografía de pendientes y montañas hacen casi mínimo el riesgo producto de la eventualidad.

4.2.5 Prospectiva de los distritos de riego

De acuerdo a la encuesta realizada a los usuarios que se benefician de los sistemas de riego, en la pregunta: En el futuro, ¿cuál cree usted que sean los fenómenos y desastres naturales que más van a afectar las obras y el funcionamiento del distrito de riego?, la mayoría de encuestados coincidieron en su respuesta siendo las eventualidades de mayor significancia para los distritos estudiados en la zona de Villavieja, crecientes, inundaciones, avalanchas, el proceso de desertificación y las sequías; y para los que se ubican en la zona de Colombia posiblemente podrían ser afectados en un futuro por los procesos relacionados con la erosión, la ola invernal y las remociones en masa.

Pero de acuerdo a un estudio realizado sobre el cambio climático en la zona cálida del norte del departamento del Huila, por el Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario – GHIDA, de la Universidad Surcolombiana (Izquierdo, Chavarro y Trujillo 2007, 40), las amenazas que pueden afectar dicha zona norte

son: el proceso de desertificación, disminución de caudales en ríos y quebradas debido al fenómeno de El Niño, aumento en la temperatura, disminución y cambio en la distribución e intensidad de las precipitaciones por causas del fenómeno de La Niña, afectando la producción agrícola, los suelos, recursos hídricos, ecosistemas, salud humana, entre otros.

Según el mismo estudio (Izquierdo, Chavarro y Trujillo 2007, 41), la temperatura promedio en los próximos diez años aumentará 1°C, además, se considera el aumento del área desértica de la Tatacoa teniendo en cuenta las áreas que actualmente lo rodean llevando a un proceso de degradación de suelos; las demandas hídricas pueden llegar a incrementarse en aproximadamente 5267 m³/ha, que generarán un problema ambiental por la administración del recurso hídrico conllevando a pérdidas o bajos rendimientos en la producción agrícola.

Continuando con la misma fuente bibliográfica (Izquierdo, Chavarro y Trujillo 2007), las épocas de lluvias sufrirán un cambio de tal modo que serán más intensas por periodos de tiempo más corto y la época seca se presentará en un lapso de tiempo más prolongado, conllevando a una mayor necesidad de riego para suplir los requerimientos hídricos de los cultivos haciendo necesario aumentar los periodos de riego, modificando las épocas y tiempos de siembra.

Desde el punto de vista comparativo, haciendo un análisis general entre las respuestas de los usuarios y los resultados científicos del estudio mencionado con anterioridad (Izquierdo, Chavarro y Trujillo 2007), se puede decir que el pronóstico cualitativo de los beneficiarios de los distritos de riego, en términos generales, coinciden con el escenario futuro cuantificado y descrito por el estudio en referencia, respecto a inundaciones y sequías

4.3 Directrices fundamentales para la gestión de los impactos ambientales y amenazas naturales

El propósito fundamental del plan de manejo ambiental (PMA) es establecer programas, proyectos y medidas que permitan prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos y afrontar con mayor éxito las amenazas; de igual forma, mejorar o maximizar los impactos positivos que se generen o presenten en los cinco distritos de riego objeto de éste estudio de investigación.

Con relación a los cinco impactos positivos, cinco impactos negativos y las cinco amenazas naturales que obtuvieron un mayor grado de reconocimiento por los usuarios, se realizaron ocho objetivos y cuarenta medidas agrupadas en los cuadros No. 6, 7, 8 y 9, los cuales se tomaron como base para formular el PMA.

Cuadro 6. Objetivos del plan de manejo ambiental

OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO				
OBJETIVOS		IP _i , que se maximizan	IN _j , que se minimizan	Consecuencia A _n que se minimizan
Ob	ENUNCIADO			
O ₁	Maximizar la productividad agrícola, el agua para ganados, los ingresos y la canasta familiar para propietarios y arrendatarios como también la generación de empleo	IP ₂ , IP ₃ , IP ₁₄ , IP ₂₇ , IP ₇₆		
O ₂	Minimizar la construcción de obras hidráulicas prohibidas, conexiones fraudulentas y sobrantes de aguas superficiales en los lotes		IN ₁₄	
O ₃	Minimizar contaminación del agua, el aire y el suelo		IN ₃₁	
O ₄	Minimizar los conflictos entre usuarios en especial por el uso del agua y por las actividades relacionadas al mantenimiento de las obras del distrito		IN ₃	
O ₅	Minimizar los costos en la implementación de maquinaria para adecuación de tierras y el mantenimiento del distrito		IN ₁₀	
O ₆	Minimizar los efectos que puedan causar las fases cálidas y húmeda del fenómeno de El Niño y La Niña			RA ₃₃ , RA ₄ , RA ₃
O ₇	Minimizar y prevenir los efectos causados por los vientos fuertes y avalanchas			RA ₁₅ , RA ₆₀
O ₈	Maximizar la eficiencia del uso del agua de riego asociada a la falta de mantenimiento de obras hidráulicas y el despilfarro del agua en los predios		IN ₂₅	

Cuadro 7. Medidas para los impactos positivos generados en los cinco distritos de riego

LISTA DE MEDIDAS PARA MAXIMIZAR IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS			
Impacto ambiental positivo		Medidas	
Código (Ip _i)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
IP ₃	Ampliación del área cultivada	M ₁	Solicitar por medio de la junta administradora de cada distrito un curso-taller semestral de veinte horas dirigida por el SENA hacia los agricultores por un periodo de un año sobre la rotación de cultivos
		M ₂	Utilizar semillas certificadas por el ICA, para garantizar la calidad de la cosecha, y establecer técnicas adecuadas para la preparación de los terrenos evitando al máximo las quemadas en los lotes y la sobre utilización de la maquinaria
		M ₃	Las asociaciones de los distritos deberán formular proyectos para el rediseño, ampliación y mejoramiento de los sistemas de riego, dirigidos a la Secretaria de Agricultura Departamental
IP ₂₇	Aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados	M ₄	Cada beneficiario de los distritos que tenga ganado deberá implementar un sistema de medición que controle el agua para los bebederos que garantice el ahorro y uso eficiente del recurso
		M ₅	Un taller de dieciséis horas con el SENA para capacitar a los habitantes del área de influencia de cada distrito de riego sobre el manejo y procesamiento de productos derivados de la leche
		M ₆	Las juntas directivas deberán reglamentar mediante estatutos internos y sanciones el consumo de agua del distrito de riego y conexiones fraudulentas destinada a fines distintos como bebederos para el sostenimiento de ganadería.
		M ₇	Los propietarios que posean más de diez cabezas de ganado deberán implementar sistemas productivos de ganadería semi-estabulada
IP ₂	Aumento de ingresos económicos	M ₈	Elaboración de una propuesta por parte de los presidentes de los distritos de riego dirigida al SENA para la realización de un taller semestral de formación técnica con prioridad a los propietarios y trabajadores de la región
		M ₉	Establecer convenios entre las juntas administradoras y entidades gubernamentales y privadas para la adquisición de equipos y herramientas de dotación que permitan mejorar la producción
		M ₁₀	Los presidentes de los distritos deberán gestionar dos conferencias anuales por medio de los CPGA (centros provinciales de gestión agroempresarial) dirigido a los agricultores y productores sobre como mantener una producción sostenible
		M ₁₁	Crear cooperativas en las cabeceras municipales de Villavieja y Colombia, que asocien a los pequeños y medianos productores con el fin de comercializar sus productos y apoyar a los agricultores con créditos agrarios

Continuación cuadro No. 7. Medidas para los impactos positivos generados en los cinco distritos de riego.

LISTA DE MEDIDAS PARA MAXIMIZAR IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS			
Impacto ambiental positivo		Medidas	
Código (Ip _i)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
IP ₁₄	Generación de empleo	M ₁₂	Cada junta administradora deberá crear una base de datos de los trabajadores disponible de la zona del área de influencia de los distritos de riego que incluya, nombre, número de celular y lugar de residencia, con el fin de garantizar la mano de obra cuando sea necesario
		M ₁₃	Se establecerá un portafolio directorio de servicios, de organizaciones de profesionales, técnicos y tecnólogos dentro y fuera de la región, en cada uno de los centros poblados
		M ₅	Un taller de dieciséis horas con el SENA para capacitar a los habitantes del área de influencia de cada distrito de riego sobre el manejo y procesamiento de productos derivados de la leche
IP ₇₆	Aumento y mejoramiento de la canasta familiar	M ₁₄	Habilitar un centro de acopio, distribución y comercialización en Villavieja y Colombia para los productos cosechados en la región
		M ₁₁	Crear cooperativas en las cabeceras municipales de Villavieja y Colombia, que asocien a los pequeños y medianos productores con el fin de comercializar sus productos y apoyar a los agricultores con créditos agrarios
		M ₁₅	Incentivar el autoconsumo de productos de la región por medio de actividades lúdicas realizadas por las alcaldías municipales como obras de teatros y dinámicas por medio de juegos y concursos, como también la realización de festivales gastronómicos con productos autóctonos, en las zonas de mayor densidad poblacional del área de influencia de los distritos de riego

Cuadro 8. Medidas para los impactos negativos generados en los cinco distritos de riego.

LISTA DE MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS			
Impacto ambiental negativo		Medidas	
Código (Ip _j)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
IN ₃₁	Uso excesivo de agroquímicos	M ₁₆	Las juntas directivas de los distritos de riego deberán solicitar a las casas proveedoras de insumos, que dicten un taller teórico - práctico semestral con duración de un día a los agricultores y trabajadores sobre el manejo eficiente de agroquímicos y su aplicación de acuerdo con los rangos permisibles
		M ₁₇	Solicitar a entidades e instituciones como la CAM, el SENA y la USCO, conferencias y material didáctico (folletos y cartillas) sobre el establecimiento de sistemas de producción de abonos orgánicos a base de lombricultura y compostajes, aprovechando materiales orgánicos biodegradables producidos en la zona, dirigidos a a los propietarios y agricultores
		M ₁₈	Los presidentes de los sistemas de riego y juntas de acción comunal gestionarán la elaboración y suministro de trescientos manuales educativos a los finqueros y habitantes rurales del área de influencia, por parte de la CAM, el SENA y la USCO, donde se enseñe a manejar el abono orgánico para su posterior uso e implementación
IN ₃	Conflictos entre Usuarios o Entre Funcionarios del Distrito, en Especial por el Agua	M ₁₉	La asociación de los distritos acordarán la realización de un taller con duración de 16 horas por dos días, dictado a los agricultores por parte del SENA, en donde se enseñe a medir exactamente los tiempos de riego, la frecuencia de riego y el números de riegos por día a aplicar dependiendo del cultivo, y establecer valores estándares para cada una de las anteriores variables por medio de folletos que sirvan de guía
		M ₂₀	Implementar un sistema de compuertas en los distritos de San Alfonso, Las mercedes y Doche, para el control y distribución del agua en los lotes para dotar a cada usuario con la cantidad de caudal correspondiente
		M ₂₁	Las juntas directivas deberán realizar una jornada lúdica mensual con duración de un día para la socialización e integración de los usuarios en cada uno de los poblados del área de influencia de los distritos de riego

Continuación cuadro No. 8. Medidas para los impactos negativos generados en los cinco distritos de riego.

LISTA DE MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS			
Impacto ambiental negativo		Medidas	
Código (Ip)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
IN ₁₀	Aumento de los Costos de Inversión y de Operación en Sistemas de Adecuación de Tierras	M ₂₂	Generar proyectos y convenios entre las administraciones de los distritos de riego y entidades gubernamentales para la adquisición de maquinaria, equipos y herramientas, para la adecuación de tierras
		M ₁₉	La asociación de los distritos acordarán la realización de un taller con duración de 16 horas por dos días, dictado a los agricultores por parte del SENA, en donde se enseñe a medir exactamente los tiempos de riego, la frecuencia de riego y el números de riegos por día a aplicar dependiendo del cultivo, y establecer valores estándares para cada una de las anteriores variables por medio de folletos que sirvan de guía
		M ₂₃	Ralizar una capacitación semestral con una duración de 30 horas durante un año, en coordinación con los presidentes de las juntas de cada uno de los distritos de riego y el SENA, para dictar talleres con ayudas audiovisuales y entregar cartillas instructivas a los agricultores para el establecimiento y manejo de los cultivos
IN ₁₄	Despilfarro del agua de riego en el predio	M ₂₄	Elaboración de un manual por parte de la administración con la asesoría de un profesional sobre el manejo, protección, conservación y aprovechamiento del agua para los propietarios de los predios en el área de influencia
		M ₁₉	La asociación de los distritos acordarán la realización de un taller con duración de 16 horas por dos días, dictado a los agricultores por parte del SENA, en donde se enseñe a medir exactamente los tiempos de riego, la frecuencia de riego y el números de riegos por día a aplicar dependiendo del cultivo, y establecer valores estándares para cada una de las anteriores variables por medio de folletos que sirvan de guía
		M ₂₅	Concientización por medio de charlas, videos y cartillas instructivas a los usuarios de los distritos de riego, sobre el manejo eficiente de los recursos naturales, enseñándoles la importancia de racionalizar el agua y las consecuencias del uso excesivo del riego y así contribuir a la conservación del medio ambiente.
		M ₂₆	Implementar un sistema de microaspersión autocompensado para los distritos de riego de Horizonte y San Antonio bajo, para el control y distribución del agua en los lotes

Continuación cuadro No. 8. Medidas para los impactos negativos generados en los cinco distritos de riego.

LISTA DE MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS			
Impacto ambiental negativo		Medidas	
Código (Ip _i)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
IN ₂₅	Disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego	M ₁₉	La asociación de los distritos acordarán la realización de un taller con duración de 16 horas por dos días, dictado a los agricultores por parte del SENA, en donde se enseñe a medir exactamente los tiempos de riego, la frecuencia de riego y el número de riegos por día a aplicar dependiendo del cultivo, y establecer valores estándares para cada una de las anteriores variables por medio de folletos que sirvan de guía
		M ₂₀	Implementar un sistema de compuertas en los distritos de San Alfonso, Las Mercedes y Doche, para el control y distribución del agua en los lotes para dotar a cada usuario con la cantidad de caudal correspondiente
		M ₂₇	Las asociaciones de los distritos deberán formular proyectos para el rediseño, ampliación y mejoramiento de los sistemas de riego, dirigidos a la Secretaría de Agricultura Departamental
		M ₂₈	Las juntas administradoras establecerán jornadas trimestrales de limpieza y mantenimiento a los canales y estructuras hidráulicas de los distritos de riego San Alfonso, Las Mercedes y Doche, en conjunto con los usuarios
		M ₂₉	La organización de cada distrito de riego, deberá acordar con un ingeniero agrícola, una evaluación periódica anual del estado y eficiencia de las obras hidráulicas que componen el sistema de irrigación

Cuadro 9. Medidas para las amenazas encontradas en los cinco distritos de riego

LISTA DE MEDIDAS PARA MINIMIZAR LAS AMEZAZAS NATURALES			
Amenaza natural		Medidas	
Código (An)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
RA ₃₃	Lluvias de Alta Intensidad	M ₃₀	Diseño y aprobación mediante acuerdo del Concejo Municipal, de un proyecto de construcción de obras de gaviones, taludes y diques para la protección de zonas de alto riesgo y de las estructuras hidráulicas de los distritos de riego
		M ₃₁	Recolección y aprovechamiento de las aguas lluvias por medio de la construcción de reservorios y albercas con un sistema de canales metálicos en las viviendas de los poblados de Villavieja, para utilizarla en actividades domésticas y agropecuarias.
		M ₃₂	Implementar programas gubernamentales mediante acuerdo del Concejo Municipal de Villavieja y Colombia, tales como, familias guarda bosques, para la protección de ecosistemas estratégicos en una extensión de cincuenta hectáreas en la cuenca media y cincuenta hectáreas en la cuenca baja del Rio Cabrera
		M ₃₃	Apoyo financiero y logístico de entidades gubernamentales a los comité regional de emergencia para la prevención y atención de desastres del Huila (CREPADH) en los municipios de Colombia y Villavieja
RA ₄	Periodos Anuales de Sequía	M ₃₂	Implementar programas gubernamentales mediante acuerdo del Concejo Municipal de Villavieja y Colombia, tales como, familias guarda bosques, para la protección de ecosistemas estratégicos en una extensión de cincuenta hectáreas en la cuenca media y cincuenta hectáreas en la cuenca baja del Rio Cabrera
		M ₃₁	Recolección y aprovechamiento de las aguas lluvias por medio de la construcción de reservorios y albercas con un sistema de canales metálicos en las viviendas de los poblados de Villavieja, para utilizarla en actividades domésticas y agropecuarias.
		M ₃₄	Talleres dictados por los CREPADH, apoyados en folletos y cartillas instructivas, dirigidos a la comunidad respecto a la prevención y control de incendios forestales en caso de que se presenten
		M ₃₅	Realizar un curso para el establecimiento de bancos de propagación, reproducción y aprovechamiento de la guadua con una intensidad de ciento ochenta horas a los habitantes dictado por el SENA, con el fin de implementar planes y programas de reforestación mediante acuerdo del Concejo Municipal en la cuenca alta, media y baja del Rio Cabrera
		M ₃₆	Establecimiento y dotación del Cuerpo de Bomberos, que incluya radios para sus miembros y los de la Red de Información Interveredal, mediante aprobación del Concejo Municipal de Villavieja y Colombia.

Continuación cuadro No. 9. Medidas para las amenazas encontradas en los cinco distritos de riego

LISTA DE MEDIDAS PARA MINIMIZAR LAS AMEAZAS NATURALES			
Amenaza natural		Medidas	
Código (An)	Nombre	Código (Ma)	Nombre
RA ₁₅	Torrencialidad de Ríos y Quebradas (Avalanchas)	M ₃₇	Implementación y publicación de un boletín institucional semestral para informar a la comunidad sobre prevención y atención de desastres y amenazas naturales, por parte de las Alcaldías muicipales
		M ₃₈	Construcción de trinchos de barreras vivas con especies nativas al rededor de los lotes susceptibles a los riesgos
		M ₃₀	Diseño y aprobación mediante acuerdo del Concejo Municipal, de un proyecto de construcción de obras de gaviones, taludes y diques para la protección de zonas de alto riesgo y de las estructuras hidráulicas de los distritos de riego
		M ₃₉	Generar proyectos mediante acuerdos entre los comités locales de emergencias y las alcaldías municipales para la realización de limpiezas anuales por medio de dragados y campañas institucionales a ríos y quebradas que generen altos riesgos en el área de influencia
RA ₆₀	Vientos Fuertes	M ₃₈	Construcción de trinchos de barreras vivas con especies nativas al rededor de los lotes susceptibles a los riesgos
		M ₃₄	Realizar un curso para el establecimiento de bancos de propagación, reproducción y aprovechamiento de la guadua con una intensidad de ciento ochenta horas a los habitantes dictado por el SENA , con el fin de implementar planes y programas de reforestación mediante acuerdo del Concejo Municipal en la cuenca alta, media y baja del río Cabrera
		M ₃₂	Implementar programas gubernamentales mediante acuerdo del Concejo Municipal de Villavieja y Colombia, tales como, familias guarda bosques, para la protección de ecosistemas estratégicos en una extensión de cincuenta hectáreas en la cuenca media y cincuenta hectáreas en la cuenca baja del Río Cabrera
RA ₃	Áreas Inundables	M ₃₈	Construcción de trinchos de barreras vivas con especies nativas al rededor de los lotes susceptibles a los riesgos
		M ₃₀	Diseño y aprobación mediante acuerdo del Concejo Municipal, de un proyecto de construcción de obras de gaviones, taludes y diques para la protección de zonas de alto riesgo y de las estructuras hidráulicas de los distritos de riego
		M ₃₃	Apoio financiero y logístico de entidades gubernamentales a los comité regional de emergencia para la prevención y atención de desastres del Huila (CREPADH) en los municipios de Colombia y Villavieja
		M ₄₀	Construcción de muros de contención en los cambios de dirección del río donde se generen riesgos a los habitantes y a los cultivos, mediante los comité regionales y las alcaldías locales

Descripción de Programas y Proyectos Ambientales del P.M.A

A continuación se presenta en el cuadro No. 10 el resumen de listado de impactos y amenazas que fueron reconocidas por los usuarios de acuerdo a los mayores porcentajes; además, el plan de manejo ambiental se formuló mediante la implementación de cinco programas y once proyectos, establecidos en el cuadro No. 11.

Cuadro 10. Listado de impactos y amenazas

RESUMEN	
IMPACTOS POSITIVOS	
IP ₃	Ampliación del área cultivada
IP ₂₇	Aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados
IP ₂	Aumento de ingresos económicos
IP ₁₄	Generación de empleo
IP ₇₆	Aumento y mejoramiento de la canasta familiar
IMPACTO NEGATIVOS	
IN ₃	Conflictos entre Usuarios o Entre Funcionarios del Distrito, en Especial
IN ₁₀	Aumento de los Costos de Inversión y de Operación en Sistemas de Adecuación de Tierras
IN ₁₄	Despilfarro del agua de riego en el predio
IN ₂₅	Disminución de la eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego
IN ₃₁	Uso excesivo de agroquímicos
AMENAZAS	
RA ₃₃	Lluvias de Alta Intensidad
RA ₄	Periodos Anuales de Sequía
RA ₁₅	Torrencialidad de Ríos y Quebradas (Avalanchas)
RA ₆₀	Vientos Fuertes
RA ₃	Áreas Inundables

Cuadro 11. Resumen del plan de manejo ambiental

Programas	Proyectos	Pn	Medidas	Ip _i que se maximizan	In _j que se minimizan	An minimizadas
Desarrollo económico	Mercadeo y comercialización	P ₁	M ₅ , M ₁₁ , M ₁₄ , M ₁₅	Ip ₂ , Ip ₁₄ , Ip ₇₆		
	Manejo empresarial	P ₂	M ₄ , M ₅ , M ₁₁ , M ₁₂ , M ₁₃ , M ₁₈ , M ₂₅	Ip ₂ , Ip ₁₇ , Ip ₂₇ , Ip ₇₆	In ₁₄ , In ₃₁	
Manejo ambiental	Educación ambiental y manejo de recursos naturales	P ₃	M ₆ , M ₁₆ , M ₁₇ , M ₁₈ , M ₁₉ , M ₂₀ , M ₂₄ , M ₂₅ , M ₃₁ , M ₃₂ , M ₃₅ , M ₃₈ , M ₃₉		In ₃ , In ₁₀ , In ₁₄ , In ₂₅ , In ₃₁	RA ₄ , RA ₁₅ , RA ₃₃ , RA ₆₀
	Reforestación	P ₄	M ₅ , M ₃₂ , M ₃₄ , M ₃₅			RA ₄ , RA ₁₅ , RA ₃₃ , RA ₆₀
Desarrollo y bienestar social	Seguridad alimentaria	P ₅	M ₁ , M ₂ , M ₄ , M ₅ , M ₉ , M ₁₀ , M ₁₁ , M ₁₄ , M ₁₅ , M ₂₃	Ip ₂ , Ip ₃ , Ip ₁₄ , Ip ₂₇ , Ip ₇₆	In ₁₀	
	Sector privado y gubernamental	P ₆	M ₂ , M ₁ , M ₄ , M ₅ , M ₆ , M ₈ , M ₁₀ , M ₁₆ , M ₁₇ , M ₁₈ , M ₁₉ , M ₂₂ , M ₂₃ , M ₂₅ , M ₃₃ , M ₃₄ , M ₃₆ , M ₃₇ , M ₃₉ , M ₄₀	Ip ₂ , Ip ₃ , Ip ₁₄ , Ip ₂₇	In ₃ , In ₁₀ , In ₁₄ , In ₂₅ , In ₃₁	RA ₄ , RA ₆₀
	Integración comunitaria	P ₇	M ₂₁ , M ₂₅ , M ₃₆		In ₃ , In ₁₄ , In ₂₅	
Atención y prevención de desastres	Contingencia ambiental	P ₈	M ₃₀ , M ₃₁ , M ₃₂ , M ₃₃ , M ₃₄ , M ₃₅ , M ₃₆ , M ₃₇ , M ₃₉ , M ₄₀			RA ₃ , RA ₄ , RA ₁₅ , RA ₃₃ , RA ₆₀
Adecuación de tierras	Capacitación y asistencia técnica	P ₉	M ₁ , M ₄ , M ₅ , M ₈ , M ₁₀ , M ₁₆ , M ₁₇ , M ₁₉ , M ₂₃ , M ₂₄ , M ₂₅ , M ₃₂ , M ₃₄ , M ₃₅	Ip ₂ , Ip ₃ , Ip ₁₄ , Ip ₂₇	In ₃ , In ₁₀ , In ₁₄ , In ₂₅ , In ₃₁	RA ₄ , RA ₃₃ , RA ₆₀
	Infraestructura productiva	P ₁₀	M ₂ , M ₇ , M ₉ , M ₁₇ , M ₁₈ , M ₂₂ , M ₂₃ , M ₂₈	Ip ₂ , Ip ₃ , Ip ₂₇	In ₁₀ , In ₂₅ , In ₃₁	RA ₄
	Mejoramiento de los sistemas de riego	P ₁₁	M ₃ , M ₁₉ , M ₂₀ , M ₂₂ , M ₂₅ , M ₂₈ , M ₂₉ , M ₃₉	Ip ₃	In ₃ , In ₁₀ , In ₁₄ , In ₂₅	RA ₁₅

Programa de desarrollo económico

El propósito del programa de desarrollo económico, se orienta a la activación y progreso de la economía de la región, basándose en la implementación del manejo tecnificado de las labores agrícolas e infraestructura adecuada para el mejoramiento de los sistemas de riego y de la visión empresarial de la zona. El programa está formado por los proyectos de mercadeo y comercialización y proyecto de manejo empresarial.

Proyecto de mercadeo y comercialización

El proyecto de mercadeo y comercialización, está dirigido a las técnicas más adecuadas que deben ser empleadas en la oferta de los productos, dando un valor agregado con el fin de comercializarlos, reactivando el sector agrícola de la región. De conformidad con el cuadro 11, este proyecto está conformado por las medidas M₅, M₁₁, M₁₄ y M₁₅.

Proyecto de manejo empresarial

El proyecto de manejo empresarial, está enfocado a la concientización y capacitación de los habitantes sobre el manejo empresarial y la organización que se le debe dar a los sistemas de producción, logrando mejores ingresos y desarrollo socio-económico de la zona. Dicho proyecto lo componen las medidas M₄, M₅, M₁₁, M₁₂, M₁₃, M₁₈, M₂₅, que se aprecian en el cuadro 11.

Programa de manejo ambiental

El objetivo del programa de manejo ambiental, está orientado a la generación de conciencia ambiental en los habitantes de la región acerca de la problemática que se genera con los sistemas de producción convencionales; como también, a la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. Este programa se encuentra conformado por los proyectos de educación ambiental y manejo de recursos naturales y proyecto de reforestación.

Proyecto de educación ambiental y manejo de recursos naturales

El proyecto de educación ambiental y manejo de recursos naturales, está constituido por las medidas M₆, M₁₆, M₁₇, M₁₈, M₁₉, M₂₀, M₂₄, M₂₅, M₃₁, M₃₂, M₃₅, M₃₈, M₃₉, (cuadro 11), las cuales están orientadas a la concientización ambiental con el fin de minimizar, mitigar, corregir o compensar los efectos adversos

generados por los habitantes en el área de estudio al medio ambiente para no causar desequilibrios en los ecosistemas.

Proyecto de reforestación

El proyecto de reforestación está encaminado a corregir las acciones causadas por la tala indiscriminada de bosques, establecido por las medidas M₅, M₃₂, M₃₄, M₃₅, (cuadro 11), comprometiendo seriamente los ecosistemas hídricos que se encuentran en la zona de los distritos de riego.

Programa de desarrollo y bienestar social

La finalidad del programa de desarrollo y bienestar social, está dirigido al mejoramiento del bienestar de las personas como también a la implementación y generación de conciencia agropecuaria, incentivando el tema de seguridad alimentaria contribuyendo con el desarrollo del agro en Colombia. Dicho programa está conformado por los proyectos de seguridad alimentaria, sector privado y gubernamental e integración comunitaria.

Proyecto de seguridad alimentaria

El proyecto de seguridad alimentaria, está determinado por las medidas M₁, M₂, M₄, M₅, M₉, M₁₀, M₁₁, M₁₄, M₁₅, M₂₃, (cuadro 11), y se refiere a la implementación de una diversificación de cultivos en la región, para garantizar la disponibilidad y sostenibilidad de los diferentes alimentos de mayor consumo.

Proyecto del sector privado y gubernamental

El plan de manejo ambiental contempla el proyecto del sector privado y gubernamental para la implementación de sistemas productivos, y el aprovechamiento de técnicas y adquisición de conocimientos mediante capacitaciones brindadas por los sectores en mención, de acuerdo a la necesidad requerida para el mejoramiento agropecuario y socio-económico de los habitantes, dicho proyecto se encuentra organizado por las medidas M₁, M₂, M₄, M₅, M₆, M₈, M₁₀, M₁₆, M₁₇, M₁₈, M₁₉, M₂₂, M₂₃, M₂₅, M₃₃, M₃₄, M₃₆, M₃₇, M₃₉, M₄₀, (cuadro 11).

Proyecto de integración comunitaria

El proyecto de integración comunitaria, se planificó con el fin de crear un espacio social para beneficio de los usuarios y el mejoramiento de las relaciones

interpersonales y el fomento de actividades para el mantenimiento y conservación de los distritos de riego. Este proyecto está constituido por las medidas M₂₁, M₂₅, M₃₆, (cuadro 11).

Programa de atención y prevención de desastres

En el programa de atención y prevención de desastres, se procura abordar y prevenir oportunamente a los habitantes de la zona, de los riesgos que se pueden presentar por eventuales y adversas acciones de la naturaleza, con medidas que ayudarán a minimizar los efectos causados por amenazas naturales; está compuesto por el proyecto de contingencia ambiental.

Proyecto de contingencia ambiental

De acuerdo a las medidas M₃₀, M₃₁, M₃₂, M₃₃, M₃₄, M₃₅, M₃₆, M₃₇, M₃₉, M₄₀, que se encuentran establecidas en el cuadro 11, se formuló el proyecto de contingencia ambiental con el fin de capacitar a la población respecto al comportamiento frente a una eventualidad causada por un fenómeno natural y aplicar los conocimientos adquiridos para disminuir y compensar los daños causados.

Programa de adecuación de tierras

Para la formulación del plan de manejo ambiental se implementó el programa de adecuación de tierras por medio del cual, se adoptaron los proyectos de capacitación y asistencia técnica, infraestructura productiva y mejoramiento de los sistemas de riego.

Proyecto de capacitación y asistencia técnica

El incremento en los conocimientos del manejo técnico de cultivos, postcosecha, ganadería y derivados de la leche, son básicamente los objetivos y prioridades del proyecto de capacitación y asistencia técnica desarrollado por las medidas M₁, M₄, M₅, M₈, M₁₀, M₁₆, M₁₇, M₁₉, M₂₃, M₂₄, M₂₅, M₃₂, M₃₄, M₃₅, (cuadro 11), para el mejoramiento de la producción y la calidad, dándoles un valor agregado que se ve reflejado en el incremento económico y desarrollo de destrezas cognitivas de los habitantes.

Proyecto de infraestructura productiva

La prioridad del proyecto infraestructura productiva es la implementación de instalaciones adecuadas para la realización de las diferentes actividades, que se requieren en la optimización de los diferentes procesos de producción, contribuyendo a la eficiencia, mejoramiento y al desarrollo económico de la región. Dicho proyecto se encuentra conformado por las medidas M₂, M₇, M₉, M₁₇, M₁₈, M₂₂, M₂₃, M₂₈, que se encuentran en el cuadro 11.

Proyecto de mejoramiento de los sistemas de riego

De acuerdo al objetivo primordial del proyecto mejoramiento de los sistemas de riego, el cual está determinado por las medidas M₃, M₁₉, M₂₀, M₂₂, M₂₅, M₂₈, M₂₉, M₃₉, se busca aumentar la eficiencia de los distritos, mejorar la producción e implementar técnicas de adecuación de tierras, mediante proyectos de rediseño de las obras hidráulicas de los distritos de riego objeto de éste estudio de investigación.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Toda obra, proyecto o actividad que se realice en el ambiente requiere un estudio de impacto ambiental que identifique, evalúe y entregue un diagnóstico de los posibles impactos positivos o negativos y amenazas naturales que se puedan presentar en el área de influencia del proyecto con su respectivo plan de manejo ambiental, por lo tanto, en este trabajo de investigación se presentan algunas herramientas de gestión que permitan prevenir, mitigar, corregir o compensar los efectos causados por dichas eventualidades naturales que afecten los cinco distritos de riego objeto de este estudio.
- Al comparar los 10 impactos positivos más importantes y de mayor frecuencia a nivel nacional, según Olaya (2003,221-224) con los 10 impactos positivos de mayor reconocimiento en la cuenca del río Cabrera, existe una coincidencia con los siguientes impactos: aumento de la producción y de la productividad agrícola, generación de empleo, ampliación del área cultivada, aumento del precio de la tierra y aumento y mejoramiento de la infraestructura vial y del transporte. Al efectuar la misma comparación con los impactos negativos, la coincidencia se da entre los siguientes impactos: contaminación de aguas superficiales, incremento de la erosión, disminución de la vegetación forestal protectora, conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua y aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras. Pero respecto de las amenazas la coincidencia solo se observa en suelos erodables. Por lo expresado, los impactos positivos y negativos de los distritos en estudio reflejan en gran medida la problemática ambiental de los distritos de adecuación de tierras del país. Sin embargo, las amenazas naturales de estos distritos en general expresan condiciones muy particulares respecto a la tendencia en el país.
- Los distritos de riego San Alfonso, Doche y Las Mercedes, representan un alto grado de importancia debido a su ubicación estratégica y a las condiciones hidroclimáticas del municipio de Villavieja, pues son la base de la economía y el sustento de sus habitantes; pero, para el caso de los distritos Asohorizonte y San Antonio Bajo en el municipio de Colombia, los ingresos económicos de la región no depende totalmente de los sistemas de adecuación de tierras, puesto que el área beneficiada son pequeñas parcelas y los cultivos son transitorios de pan coger, sin embargo el agua suple los requerimientos hídricos de las labranzas, mejorando la productividad agrícola y los ingresos económicos a la región.

- En los distritos de riego objeto de este estudio de investigación, se encontraron veinte impactos positivos, de los cuales de acuerdo al grado de jerarquización, los de mayor reconocimiento por los usuarios fueron, ampliación del área cultivada, aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganados, aumento de ingresos económicos, generación de empleo y aumento en la satisfacción de demanda de agua para uso doméstico, cabe resaltar que éste último impacto no fue reconocido por los usuarios del distrito de riego Asohorizonte, ya que la vereda cuenta con acueducto propio, al igual que San Antonio Bajo.
- Existe una gran cantidad de impactos positivos, negativos y amenazas, pero los que tienen mayor peso entre los distritos de riego en general, son comunes a todos, sin embargo, aunque tratándose de los mismos impactos y amenazas el grado de reconocimiento varía, presentándose en algunos distritos y en otros no.
- Los usuarios de los cinco distritos de riego reconocieron treinta y uno impactos negativos, siendo los más representativos en la zona de acuerdo al grado de importancia, uso excesivo de agroquímicos, conflictos entre usuarios o entre funcionarios del distrito, en especial por el agua, contaminación de aguas superficiales, despilfarro del agua de riego en el predio y aumento de los costos de inversión y de operación en sistemas de adecuación de tierras; en los distritos de riego Doche y San Antonio Bajo, el impacto contaminación de aguas superficiales no tuvo ningún reconocimiento por parte de los beneficiarios, en el distrito Las Mercedes, el impacto despilfarro del agua de riego en el predio, tampoco fue reconocido.
- En los cinco distritos de riego se identificaron diecisiete amenazas naturales, siendo las de mayor relevancia, lluvias de alta intensidad, períodos anuales de sequía, torrencialidad de ríos y quebradas (avalanchas), vientos fuertes e inestabilidad geológica; ésta última amenaza no tuvo ningún reconocimiento por parte de los usuarios de los distritos San Alfonso y Las Mercedes.
- Al realizar la comparación de los impactos y amenazas naturales en la zona, con la lista de comprobación de Olaya (2003), se hallaron las amenazas lluvia de granizo, que tuvo un reconocimiento mínimo en el distrito de riego San Alfonso y descargas eléctricas de origen natural, que fue identificada con un bajo índice en el distrito Asohorizonte; dichas amenazas al no estar contempladas en la lista, se tomó la determinación por parte de los autores y el director del proyecto de darles su respectivo nombre y un código.

- Los cinco distritos de riego, presentan deficiencias en el funcionamiento y deterioro de las estructuras hidráulicas que lo componen, esto se debe a la falta de control sobre el recurso hídrico, a la carencia de operación y mantenimiento de los mismos, como también a la no formulación de proyectos de evaluación y rediseño.
- La calidad del servicio a los usuarios, la operación y el mantenimiento a los distritos de riego, dependen significativamente del orden y nivel de organización. En este sentido puede expresarse que tal calidad y nivel son satisfactorios en el distrito de riego San Alfonso reflejándose en un mejor funcionamiento y estado de las obras que lo componen; por el contrario en el distrito de riego Doche, la falta de organización es deficiente, lo que genera poca aceptación de los usuarios respecto al estado de las estructuras y a la correcta prestación del servicio.
- Para la formulación del plan de manejo ambiental (P.M.A.), se crearon cinco programas con sus respectivos proyectos, programa de desarrollo económico, programa de manejo ambiental, programa de desarrollo y bienestar social, programa de atención y prevención de desastres y programa de adecuación de tierras, los proyectos implementados en cada programa tienen como fin maximizar los impactos positivos, minimizar los impactos negativos y los efectos adversos de las amenazas.
- Los once proyectos propuestos en el PMA., son: proyecto de mercadeo y comercialización, proyecto de manejo empresarial, proyecto de educación ambiental y manejo de recursos naturales, proyecto de reforestación, proyecto de seguridad alimentaria, proyecto del sector privado y gubernamental, proyecto de integración comunitaria, proyecto de contingencia ambiental, proyecto de capacitación y asistencia técnica, proyecto de infraestructura productiva y proyecto de mejoramiento de los sistemas de riego.
- Para la delimitación e identificación del área de influencia se tuvo en cuenta que dicha área no solamente es la comprendida por la superficie a regar, sino que también se incluyeron otras que directa o indirectamente se relacionan o se afectan con los servicios que prestan los sistemas de irrigación, como son, vías de acceso a los centros poblados y aquellas que pertenecen a los distritos de riego, los acueductos de las veredas que se benefician del agua del distrito, y las cuencas que abastecen los distritos.

- Se recomienda ejecutar en su totalidad el plan de manejo ambiental, formulado para los cinco distritos de riego en la cuenca media y baja del río Cabrera, de acuerdo a las normas vigentes legales, y de esta manera lograr prevenir, mitigar, corregir o compensar y mejorar los efectos adversos o benéficos producto de las eventualidades naturales.
- Es recomendado reorganizar los sistemas directivos y las juntas de administración de cada uno de los cinco distritos de riego, asignando las respectivas funciones y velando por la correcta disposición y cumplimiento de ellas.
- Se deben fortalecer los procesos educativos establecidos en el PMA y a su vez direccionarlos, de tal forma que no solo se cumpla con las capacitaciones previamente programadas, sino, que realmente se cree conciencia ambiental, de protección y conservación de los recursos, entre los habitantes del área de estudio, los usuarios y beneficiarios de los sistemas de riego respecto a los impactos que se generan con las técnicas y medidas convencionales de siembra, adecuación de tierras y los tratamientos que se brindan a los cultivos con agroquímicos, para que todos sean partícipes y contribuyan al cumplimiento y finalidad de éste proyecto.
- Es de suma importancia desarrollar los programas del plan de manejo ambiental y sus respectivos proyectos, ya que los ingresos y el sostenimiento de los usuarios de los cinco distritos de riego y sus familias, dependen de las actividades agropecuarias producto de los beneficios logrados con los procedimientos de riego, lo que hace necesario que las instituciones gubernamentales y privadas asuman su responsabilidad y contribuyan con el desarrollo socio – económico, educativo y sostenible de los diferentes sectores involucrados en este estudio de impacto ambiental.
- Se propone implementar la rotación de cultivos en la zona comprendida por los distritos de riego San Alfonso y Las Mercedes, para reducir los problemas ambientales y fitosanitarios relacionados con la aplicación de agroquímicos al cultivo del arroz.
- Se recomienda ampliar la cobertura del Sistema de Prevención y Atención de Desastres de las cabeceras municipales a las áreas comprendidas por los cinco distritos de riego, San Alfonso, Las Mercedes y Doche ubicados en el municipio de Villavieja; Asohorizonte y San Antonio Bajo, en el municipio de Colombia, todos en el departamento del Huila,

LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ, Albeiro, RODRÍGUEZ, Hilda Jazmín. Rediseño del Distrito de Riego Las Mercedes Villavieja-Huila. Neiva. 1998. p. 222. Trabajo de grado (Ingenieros Agrícolas). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.

Amenazas naturales, Neiva, febrero 10 de 2009. Disponible en <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>

Informe sobre Priorización de Cuencas Hidrográficas, CAM, Municipio de Neiva, Editora del Huila Ltda, 2005. p. 2.

CAM. Cambios Climáticos. Cartilla instructiva para la atención de cambios climáticos y prevención de desastres naturales para el Departamento del Huila. Neiva s.f. 26.

Proyecto salón hogar. Definición y entendimiento de los desastres naturales. Puerto Rico 2008. (www.proyectosalohogar.com/Ciencia_al_Dia/Indice.htm - 41k). Febrero 2009.

RAMIREZ, Patricia. Qué es el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO)?. web nimbus, citado por cepes. Disponible en <http://nimbus.efis.ucr.ac.cr/meteo/documentos/enos.html>, Junio 2009.

Desastres naturales, Neiva, agosto de 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org>

ESPINOZA, Vicente Enrique. Los Distritos de Riego, su Administración, Operación y Conservación. México: Continental, 1976. p. 623.

Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Colombia. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial.

RODRÍGUEZ, Sérbulo y PERDOMO, Yina. Estudio de Factibilidad Hidráulico, Social, Económico y Ambiental para el desarrollo del Proyecto de Pequeña Irrigación en la Vereda Boquerón del Municipio de Colombia, Villavieja. Alcaldía, 2005. p. 137.

HERMELIN, Michel. Desastres de Origen Natural en Colombia, 2005. p. 226

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MINERÍA. Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Observatorio de Territorios Rurales. Neiva, 2008.

GOBERNACIÓN DEL HUILA, Comité regional para la prevención y atención de desastres del Huila. Plan territorial para la prevención y atención de desastres del departamento del Huila 2004 – 2015. Neiva, 2005. p. 52 – 74.

Impactos ambientales y Amenazas Naturales. Disponible en <http://www.santacruz.gov.ar/recursos/educacion/impacto.htm> Neiva, febrero 10 de 2009.

Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT. Estudio y Diseño del Proyecto de Pequeña Irrigación San Antonio Alto y Horizonte Municipio de Colombia Departamento del Huila, Neiva, 1992. p. 130.

Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT. Estudio, Diseño y Construcción del Proyecto de Riego en Ladera de la Vereda San Antonio Bajo ubicada en el Municipio de Colombia en el Departamento del Huila, Neiva, 1990. P. 38.

DEPARTAMENTO DEL HUILA. Resumen Distrito de Riego de San Alfonso. Instituto Colombiano de La Reforma Agraria (INCORA). Neiva, s.f. 11.

Instituto Nacional de Investigaciones Geológico – Mineras “INGEOMINAS” Geología, Recursos Minerales y Amenazas Geológicas. Santa Fe de Bogotá, 1989. p. 41

IZQUIERDO, Jaime, CHAVARRO, Jorge y TRUJILLO, Adolfo. Agricultura y Cambio Climático en el Huila. Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario – GHIDA de la Universidad Surcolombiana. Neiva, 2007. p. 48.

MARTÍNEZ, Bencardino, Estadística y Muestreo. Santa Fe de Bogotá, 1998. p. 886.

OLAYA, Alfredo, SANCHEZ, Mario y ACEBEDO, Juan Carlos. La Tatacoa, Ecosistema Estratégico de Colombia. Neiva: Universidad Surcolombiana, primera edición diciembre de 2001. p. 76.

OLAYA, Alfredo. Sistema de apoyo para la toma de decisiones en distritos de riego y drenaje a partir de sus recursos, restricciones e impactos ambientales, para el caso de Colombia. Medellín, 2003. p. 325. Tesis (Doctor en Ingeniería Área Recursos Hidráulicos). Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Minas. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Postgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos.

OLAYA, Alfredo, SÁNCHEZ, Mario. Del Macizo Colombiano al Desierto La Tatacoa. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2005. p. 524.

POVEDA, Jaramillo Germán. Efectos del Fenómeno de El Niño / Oscilación del Sur (ENSO) sobre los Caudales de Ríos del Huila y Tolima. Revista Entornos. Universidad Surcolombiana. Diciembre de 2003. 44.

Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Villavieja. Alcaldía, 1999, Ficha Territorial.

CODESIA. Ampliación y Rehabilitación del Distrito de Adecuación de Tierras Doche - municipio de Villavieja - departamento del Huila. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Villavieja. Alcaldía, 2009.

Ingeniería de riegos y obras civiles Ltda. Resumen del documento Estudio de Ampliación del Distrito de Adecuación de Tierras San Alfonso Villavieja - Departamento del Huila. Neiva, 2009, *s.p.*

Fundación desarrollo de las ingenierías y las ciencias de la salud para la proyección social "Fundispros". Resumen del documento Estudio de Ampliación del Distrito de Adecuación de Tierras San Alfonso Villavieja - Departamento del Huila. Neiva, 2009, *s.p.*

COLOMBIA. Presidencia, Guía Ambiental para Evitar, Corregir y Compensar los Impactos de las Acciones de Reducción y Prevención de Riesgos en el Nivel Municipal. Bogotá D.C., 2005.p.106.

COLOMBIA. Presidencia, Instituto Nacional de Adecuación de Tierras INAT, Guía Ambiental para la Construcción de Proyectos de Adecuación de Tierras Distritos de Riego y/o Drenaje. Bogotá D.C., 2003. p. 175.

ANEXOS

ANEXO A. Cuestionario de encuesta aplicado a funcionarios de distrito de riego

FORMATO DISEÑADO PARA EL DISTRITO DE RIEGO DOCHE

FUENTE					
Tipo de fuente	Nombre	Caudal mínimo (L/S)	Problemas detectados en la cuenca	Sitio de captación del distrito	Desembocadura de la Fuente

CAPTACION							
No de captaciones	Tipo de captación	Capacidad	Funcionamiento	Estado de captación			
	Lateral con muro transversal	Caudal (L/s)	Bueno		Bueno		
			Regular		Regular		
			Malo		Malo		
	Bocatoma de fondo	Caudal (L/s)	Bueno		Bueno		
			Regular		Regular		
			Malo		Malo		
	Bocatoma lateral con bombeo	Caudal (L/s)	Bueno		Bueno		
			Regular		Regular		
			Malo		Malo		
	Bocatoma lateral por gravedad	Caudal (L/s)	Bueno		Bueno		
			Regular		Regular		
			Malo		Malo		
	Toma de embalses y lagos	Caudal (L/s)	Bueno		Bueno		
			Regular		Regular		
			Malo		Malo		

Observaciones: _____

SISTEMA DE BOMBEO						
No de estaciones de bombeo	Tipo de bomba		Caudal de bombeo (L/s)	Estado		Funcionamiento
	Centrifuga			Buena		Buena
				Regular		Regular
	Axiales			Malo		Malo

ADUCCION							
Tipo	Material		Área y Diámetro	Longitud (km)	Tipo de funcionamiento	Estado de aducción	Estado de funcionamiento
Canal	Tierra	Revestido	Área transversal (m2)		Gravedad	Bueno	Bueno
Tubería	PVC	Acero Galvanizado	Pulgadas		Presión	Regular	Regular
	Tubo Concreto	Tubo de Gres			Otro	Malo	Malo

DESARENADOR						
Capacidad		Tipo		Estado de funcionamiento		Estado de la estructura
Caudal (L/s)		Convencional		Bueno		Buena
		De flujo Vertical		Regular		Regular
volumen (m3)		Alta rata		Malo		Malo

Observaciones:

SISTEMA DE TRATAMIENTO											
Capacidad		Se realiza tratamiento		Tipo de tratamiento		Estado de Funcionamiento		Estado de la estructura		Tipo de funcionamiento	
Caudal (L/s)		SI		Sedimentación		Bueno		Bueno		Gravedad	
				Filtración							
				Intercambio de Iones		Regular		Regular			
Volumen (m3)		NO		Adsorción						Malo	
				Desinsectación							

CONDUCCION											
Tipo de funcionamiento		Material		Diámetros (pulg)		Longitud (Km)		Estado de la Conducción		Estado de funcionamiento	
Gravedad		PVC						Bueno		Bueno	
Presión		Concreto						Regular		Regular	
Otros		Acero						Malo		Malo	

RED DE DISTRIBUCION										
Diámetros (Pulg)		Materiales			Cobertura del servicio		Estado de la red		Estado de funcionamiento	
		PVC					Bueno		Bueno	
		Polietileno					Regular		Regular	
		Tubo galvanizado					Malo		Malo	

Observaciones:

OBRAS COMPLEMENTARIAS			
	SI	NO	Localización
Muros de contención			
Diques			
Carreteras (vías de acceso al distrito)			
Puentes			
Bombas			
Estación de bombeo			
Válvulas			
Cámaras de quiebre			
Barreras de protección			
Otras ¿Cuáles?			

ENCUESTA PARA FUNCIONARIOS DEL DISTRITO DE RIEGO DOCHE

Entidad administradora del distrito

Junta de acción comunal _____

Junta administradora de distrito _____

Entidad Gubernamental _____ Nombre de la entidad _____

Entidad nacional _____ Nombre de la entidad _____

Entidad Municipal _____ Nombre de la entidad _____

Otros _____ Nombre de la entidad _____

Como se encuentra conformada?

Presidente _____ Vicepresidente _____ Tesorero _____ Secretario _____

Vocales _____ Otros _____

Creación Legal: Cargos y jerarquía del organigrama

Disposición Legal y reglamentos de su creación y funcionamiento?

Leyes _____ Fecha _____

Estatuto _____ Fecha _____

Decreto _____ Fecha _____

¿Quién está a cargo de la operación y administración del distrito?

¿Qué sistema se utiliza para la medición del caudal del agua que se entrega a los usuarios?

Cada cuanto se factura el suministro del agua? _____

¿Cuál es el caudal de abastecimiento para la población futura?

_____ (L/S)

Costo de servicio del agua

Tarifa fija	_____	Valor estándar	_____
Tarifa volumétrica	_____	Valor m^3	_____
Otra tarifa	_____	Valor	_____

¿Cuánto es el costo de la potabilización del agua?

\$ _____

¿Cuántos son los habitantes de la vereda y cuantos es el número de usuarios que tiene el distrito?

¿Cuál es el total de habitantes en la vereda?

¿Se han implementado zonas de reforestación en áreas del distrito?

SI _____ NO _____ LUGAR _____

¿Número de hectáreas que se benefician con el agua del distrito de riego?

¿Distribución del agua del distrito de riego por cultivos y otros usos?

Arroz	_____	Pastos	_____
Cacao	_____	Piscicultura	_____
Sorgo	_____		

¿Cómo es la rotación de cultivos en el área del distrito de riego?

¿Distribución de los cultivos y otros usos que se benefician del distrito de riego?

Arroz _____ Pastos _____

Cacao _____ Piscicultura _____

Sorgo _____

NOMBRE DEL ENCUESTADO:

CEDULA DE CUIDADANIA:

CARGO:

PROFESION:

ENTIDAD O EMPRESA:

NOMBRE DE LA VEREDA:

MUNICIPIO:

FECHA DE LA ENCUESTA:

ANEXO B. Cuestionario de encuesta aplicado a usuarios de distrito de riego

ENCUESTA PARA LOS USUARIOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

1) ¿Cual considera usted que sean los tres beneficios económicos, sociales o ecológicos más importantes del distrito de riego para usted o los habitantes de la vereda?		2) ¿Cuales proyectos, actividades o medidas recomienda para mantener o mejorar cada uno de los anteriores beneficios?	
A		A	
B		B	
C		C	
3) ¿Quiénes son los que más se favorecen con cada uno de los beneficios mencionados?		4) ¿Qué actividad u obra produce cada uno de los beneficios mencionados?	
A		A	
B		B	
C		C	
5) ¿Usted como se dio cuenta que ese beneficio se produce?			
A			
B			
C			

1) ¿Cuales considera usted que son los tres perjuicios o consecuencias desfavorables económicas, social o ecológica más importante del distrito de riego para usted y los habitantes de la vereda?		2) ¿Cuales proyectos, actividades o medidas recomienda para mantener o mejorar cada una de las consecuencias o impactos negativos?	
A		A	
B		B	
C		C	
3) ¿Quienes o que son los que se ven más afectados con cada una de los perjuicios mencionadas?		4) ¿Que actividades u obras produce cada una de los perjuicios mencionados?	
A		A	
B		B	
C		C	
5) ¿Usted como se dio cuenta que ese perjuicio se produce?			
A			
B			
C			

1) ¿En la vereda cuales son las 3 principales amenazas o desastres naturales más frecuentes?		2) ¿Cuales de estas amenazas o desastres naturales han afectado el distrito de riego?	
A		A	
B		B	
C		C	
3) ¿Qué daños o problemas causa o provoca cada uno de las amenazas o desastres naturales		4) ¿Dónde se presenta cada una de los daños mencionados anteriormente para los distrito de riego	
A		A	
B		B	
C		C	
5) ¿Quiénes fueron los más perjudicados por cada uno de estos daños y por qué?		6) ¿Cómo se dio cuenta que el distrito de riego sufrió estos daños?	
A		A	
B		B	
C		C	

¿Para usted que significan los términos de desastres y amenazas naturales?

Desastres: _____

Amenazas Naturales: _____

¿En general en cuales épocas del año ocurren los daños mencionados anteriormente debido a desastres o fenómenos naturales?

¿En cuál año, mes y día han ocurrido los principales daños o problemas del distrito de riego debido a desastres y fenómenos naturales?

Año _____ Mes _____ Día _____

¿Cuáles otros factores o causas producen daño en la obra o en el funcionamiento del distrito de riego?, mencione 3

A _____

B _____

C _____

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

En el futuro ¿Cuál cree usted que sean los fenómenos y desastres naturales que más van a afectar las obras y el funcionamiento del distrito de riego?

¿Por qué cree eso?

¿Usted sabe que es el fenómeno de El Niño?

SI _____ NO _____

¿En qué consiste? _____

¿Usted cree que el fenómeno de El Niño ha afectado las obras o el funcionamiento del distrito de riego?

¿Usted sabe que es el fenómeno de La Niña

SI _____ NO _____

¿En qué consiste? _____

¿Usted cree que el fenómeno de La Niña ha afectado las obras o el funcionamiento del distrito de riego?

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

¿Cuándo no está en funcionamiento el distrito de riego con que opciones cuenta para el abastecimiento de agua?

¿Reciben capacitaciones para la prevención de las diferentes amenazas o desastres naturales que se presentan en la zona? ¿Cuáles?

¿Qué otras capacitaciones reciben y quienes las dirigen?

¿Qué enfermedades se han presentado a causa de los fenómenos naturales y problemas ambientales?

NOMBRE DEL ENCUESTADO: _____

CEDULA DE CIUDADANIA: _____

CARGO: _____

PROFESION: _____

ENTIDAD O EMPRESA: _____

GRUPO COMUNITARIO: _____

NOMBRE DE LA VEREDA: _____

MUNICIPIO: _____

FECHA DE LA ENCUESTA: _____

ANEXO C. Lista de usuarios de los distritos de riego encuestados

Listado de usuarios encuestados del distrito de riego de San Antonio Bajo

Lisandro Torres Serrato	Humberto Montero
José Edinson Serrato	Aura Luz Serrato
Claudiano Serrato	Carlos Julio Díaz Sánchez
José de Jesús Serrato	Rogelio Galindo
Salvador Serrato	Marina Serrato
Orlando Serrato	Ángel Antonio Serrato Serrato
Gamaliel Serrato	Josefa Díaz González
Edgar Serrato	Aldemar Galindo
Agustín Gonzales	Jeremías Serrato
Clodomiro Serrato	Alberto Serrato
Cristóbal Serrato	Neftalí Rincón

Listado de usuarios encuestados del distrito de riego de Las Mercedes

Germán Capera Romero	José Dionisio Romero
Edelmira Callejas	José Ignacio Vargas
Arquímedes Aragonés	Jairo Sánchez
Yolanda Bustos	Yanira Hernández
José Alberto Ortiz	Luis Carlos Bustos
Rogelio Mosquera	Mauricio Callejas
Eberth Piedrahita	Álvaro Perdomo
Jhon Jair Pacheco	Ernesto Sánchez
Luis Vicente Mayor Cardozo	Jairo Pacheco
Aurora Rodríguez	Amparo Perdomo
Heriberto Castañeda	Fernando Pacheco
Luis Antonio Conde	Ricardo bustos
Ramiro Calderón	Froilán Sánchez

Listado de usuarios encuestados del distrito de riego de Doche

Salvador Rodríguez	Alcides Tapia Tovar
I.E Gabriel Plazas	Iban Tovar
Rafael Márquez	Ilbania García
Mario Ramírez	Inés Perdomo
José Olegario Prada	Ángel María Perdomo
Jaime Rodríguez	Ariel Tovar
Joselito Sabogal	Omar Casilima
Alfredo Villalobos	Ernesto Narváez
Luz Casilima	Dagoberto Díaz
Edgar Bustos	Diógenes Angarita
Amelia Perdomo	Pablo Velasco
Mario Vargas García	Milciades Calderón
Ramiro Bustos	Gustavo Calderón

Listado de usuarios encuestados del distrito de riego de Horizonte

Arcadio Serrato	Gilberto Serrato	Víctor Hugo Serrato
Alirio Bastidas	Noel González	Juan De La Cruz Galindo
Justiniano Serrato	Aminto González	Carmen Rosa Reyes
Euclides González	Stella Montero	Eduardo González
Raquel Castañeda	Humberto Galeano	Marin Serrato
Raúl González	Honorio Serrato	Yicela Guzmán
Hipólito Reyes	Nectaly Rincón	Luz Mery González Serrato
Francisco Medina	Clodomiro Serrato Narváez	Medardo Serrato
Yesid Cardozo	Amaly Díaz	Helda González
Hugo Serrato	Álvaro Herrera	Gilberto Serrato Díaz
Sergio Serrato	Eleazar Herrera	Inés Montero
Luis Ely Montero	William Augusto Corredor	Amira Manchola
Giovanny Galeano González	Vicente Serrato	Melkiset González
Mirrain Serrato	Everth Serrato	Arcesio Galeano
Alberto Serrato	David Herrera	Aristides Serrato
Libardo Manchola	Armando Galeano	Arcelia Orozco
Rosevelt González	Sara Tovar	

Listado de usuarios encuestados del distrito de riego de San Alfonso

Umbelina Lozano de Moreno	Gonzalo Cortes
Freddy Bahamón Buendía	Araceli Díaz de Vanegas
Edgar Calderón Romero	Julio Cesar Sánchez
Alcides Olaya	Magnolia Useche
Nirsa Olaya	Almario Quesada
Martin Mayor	Hernando Calderón
Alexander Archila	Adelina Quesada
Edinson Vásquez	José Adiel Olaya
Hernán Losada Vanegas	Rubén Montes Quintero
Gilberto Mosquera Céspedes	David Calderón Sánchez
Hermogenes Vargas Vanegas	Úrsula González
Faiber Calderón	Silvio Cortes
Resurrección Osorio de Villoria	Nidia González
Alejandro Villoria	Misael Cortes
Yamil Bayamón	María Emma Forero Cortés
Adolfo Olaya Perdomo	Licenio Vanegas
Hernán Rojas	Mercedes Soto de Calderón
Abelardo Paredes Bayamón	Crisanto Urueñas Pascuas
Jaime Capera Mosquera	Wenceslao Vanegas
Luis Fernando Villoria Osorio	Humberto Quesada
Fernando Pacheco Esquivel	Celis Olaya Olaya
Arístides Paredes Castañeda	Luis Alfonso Useche
José Ignacio Rodríguez	Elías Cortés
José Alberto Olaya	Iban González
Alonso Bayamón	Isidro Vanegas
Moisés Moreno Vanegas	Miriam Soto
Jesús Antonio Navarro	Alicia Díaz
Santiago Rojas	Rafael Quesada Vanegas
Pedro Olaya Perdomo	Fidelino Olaya González
Harold Mauricio Mayor	Edmundo Forero
Fernando Marín	Eliceo Cortés
Rafael Sánchez	Nubia Quesada
David Yara Martínez	Ángel Andrés Cortés

Gustavo Plazas	Jorge Rodríguez Trujillo
Isabel González de Márquez	Gustavo Sánchez Soto
Blanca Nubia Osorio Díaz	Flor Ana Moreno
Rolando Yaras	Agustín Urueña Pascuas
Humberto Yara	Guillermo Quesada
Ramona León	Isidoro Cortes
José Henry Navarro	Januario Quesada Vanegas
Arturo Mosquera	María Edith Cortes
Hipólito Celada	Ricardo Vanegas
Inocencio Bayamón	Darío Olaya González
Lyly Bayamón	Nohora Calderón
Eduardo Mayor	Alberto Cortes
Jaime Vanegas	Rosaura de Rodríguez
Luis Carlos Vanegas	Ovidio Vanegas González
Misael Cortes	Carlos Alberto Cortes
Hugo Hernando Aroca	Esmeralda Cuellar
David Vanegas	Aristóbulo Urueña
Javier Vanegas	Lilia Lozano
Luz Dalila Quesada	Leonor Vargas
Eduardo Olaya	María Victoria Sarmiento
Ángela Patricia Borrero	Raúl Arturo Ramírez
Helena Quesada	Orlando Medina
Nelly Álvarez Quesada	Federico Rojas Montes
Judith Díaz	Jairo Reyeros Carreño
Jesús María Cortes	Agustín Charry
José Vanegas	Samari Calderón
Abelino Díaz	Jorge Celiano Cortes
Emma Vanegas	Doris Quesada
Salvador Díaz	Pedronel Cortes
Lino Bayamón	Isidro Vanegas
Nelly Gutiérrez	Ismael Ramírez
Fanny Rodríguez	Juan Carlos Sánchez
Hugo Lozano	Yolanda Sánchez