



CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

Neiva, 05 de Febrero de 2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Cristian Ricardo Culman Chau, con C.C. No. 1'075.243.138 de Neiva

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado Diagnóstico y Plan de Manejo de Conflictos Socioambientales por uso del agua en la cuenca baja del río Tune

presentado y aprobado en el año 2014 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

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

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

• Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

• Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.



CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

**GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS****DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO****CÓDIGO**

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Diagnóstico y Plan de Manejo de Conflictos Socioambientales por uso del agua en la cuenca baja del río Tune

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Culman Chaux	Cristian Ricardo

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Olaya Amaya	Alfredo

ASESOR (ES):

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

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola**FACULTAD:** Ingeniería**PROGRAMA O POSGRADO:** Ingeniería Agrícola**CIUDAD:** Neiva**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2014**NÚMERO DE PÁGINAS:** 104**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

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



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 3

Diagramas__ Fotografías__ Grabaciones en discos__ Ilustraciones en general__ Grabados__ Láminas__ Litografías__ Mapas__ Música impresa__ Planos__ Retratos__ Sin ilustraciones__ Tablas o Cuadros_x_

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

MATERIAL ANEXO: Encuestas tipo A y B; carta solicitud Corporación Autonoma del Alto Magdalena

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Plan de Manejo	Management Plan	6. _____	_____
2. Impacto Ambiental	Environmental Impact	7. _____	_____
3. Potencialidades	Potential	8. _____	_____
4. Río Tune	Tune River	9. _____	_____
5. _____	_____	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La cuenca hidrográfica nace en el municipio de Teruel a los 2800 m.s.n.m y desemboca en el río bache en el municipio de Palermo a los 525 m.s.n.m y posee una superficie de 189,379 Km, está área fue dividida en cuencas alta y baja.

En este estudio se identificaron, jerarquizaron y describieron los principales problemas ecológicos, económicos y sociales asociados al uso del agua, en especial durante los periodos secos y en los años con ENSO en la cuenca baja, como también se propuso un plan para la gestión de la cuenca baja con el propósito de aprovechar de manera sostenible los recursos hídricos y minimizar los problemas asociados al uso del agua. Para llevarlo a cabo se aplicaron entrevistas a usuarios del agua, especialistas del tema y profesionales conocedores del área de estudio, y de esta manera determinar los principales impactos positivos y negativos, amenazas naturales y potencialidades de la cuenca.

Como resultado de ello se identificaron 13 impactos negativos, 10 impactos positivos, 7 amenazas naturales y



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 3

7 potencialidades. En consecuencia se formuló un plan de gestión para maximizar los impactos positivos y potencialidades y minimizar los impactos negativos y amenazas naturales, con cinco objetivos, cinco hipótesis y treinta y un proyectos, distribuidos en cinco programas, a saber: educación ambiental, protección y recuperación de fuentes hídricas, producción agropecuaria sostenible, producción agropecuaria sostenible y gestión de riesgos ambientales.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The watershed was born in the town of Teruel to 2800 m and flows into the river slump in the town of Palermo at 525 meters and covers an area of 189.379 Km.

In this study were identified, nested and described the main ecological, economic and social problems associated with the use of water, especially during dry periods and years with ENSO, as well as a plan for managing the lower basin was proposed to in order to make sustainable use of water resources and minimize the problems associated with water use. To carry out interviews were applied to water users, subject specialists and professionals knowledgeable in the study area, and thus determine the main positive and negative impacts, natural hazards and potential.

As a result 13 negative results, 10 positive impacts, 7, and 7 potential natural hazards were identified. Consequently a management plan was formulated to maximize the positive impacts and minimize negative potentials and impacts and natural hazards, with five goals, five hypotheses and thirty-one projects covering five programs, namely: environmental education, protection and recovery water sources, sustainable farming, sustainable agricultural production and environmental risk management.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO DE LOS CONFLICTOS
SOCIOAMBIENTALES POR USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL
RIO TUNE, HUILA.**

CRISTIAN RICARDO CULMAN CHAUX

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ING. AGRÍCOLA
NEIVA-HUILA
2014

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO DE LOS CONFLICTOS
SOCIOAMBIENTALES POR USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RIO
TUNE, HUILA.**

CRISTIAN RICARDO CULMAN CHAUX

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

Director

ALFREDO OLAYA AMAYA

Magíster en Recursos Naturales con Especialidad en Manejo de Cuencas
Doctor en Ingeniería Área Recursos Hidráulicos

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ING. AGRÍCOLA
NEIVA-HUILA
2014

CONTENIDO

RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO.....	12
1.4 APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS	12
2. REFERENTES TEORICOS	14
2.1 La Cuenca hidrográfica como unidad de planeación y desarrollo.....	14
2.2 Legislación colombiana sobre cuencas hidrográficas y recursos hídricos.	15
2.3 Conflictos socioambientales asociados al uso del agua	16
2.4 Diagnósticos y planes de manejo de las cuencas hidrográficas en el departamento del Huila.....	17
3. METODOLOGÍA	20
3.1 AREA DE ESTUDIO	20
3.2 FASES Y MÉTODOS.....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA CUENCA DEL RÍO TUNE CON ÉNFASIS EN LA CUENCA BAJA	35
4.1.1 Localización de la cuenca hidrográfica del río Tune.....	35
4.1.2 Características morfométricas	35
4.1.3 Características de las condiciones socioeconómicas de la cuenca hidrográfica río Tune	38
4.2 OFERTA, DEMANDA Y USUARIOS DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE	42
4.2.1 Análisis hidroclimático y de oferta hídrica.....	42
4.2.2 Análisis de demanda hídrica	58
4.3 IMPACTOS, POTENCIALIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA OFERTA, LA DEMANDA Y EL USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE	60

4.3.1	Potencialidades que favorecen el uso del agua	60
4.3.2	Impactos positivos generados por el uso del agua en la cuenca baja del río Tune.....	61
4.3.3	Impactos negativos generados por el uso del agua en la cuenca baja del río Tune.....	62
4.3.4	Amenazas naturales que afectan el uso del agua en la cuenca baja del río Tune.....	63
4.3.5	Descripción de potencialidades, impactos positivos y negativos y amenazas naturales.....	66
4.4	SINTESIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE	70
4.5	PLAN DE GESTIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO HIDRICO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE.....	71
4.5.1	Objetivos del plan de gestión	71
4.5.2	Hipótesis del plan	73
4.5.3	Esquema básico del plan, programas y proyectos	74
4.5.3.1	Identificación y priorización de proyectos.....	77
4.5.3.2	Programas.....	80
4.5.3.3	Perfil del proyecto aislamiento y regeneración natural de bosques de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas	82
4.5.3.4	Cronograma y presupuesto preliminar	83
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
	LITERATURA CITADA	91
	ANEXOS.....	95

LISTA DE CUADROS

Cuadro No. 1 Grado de los índices de aridez	25
Cuadro No. 2 Fases, etapas y métodos	34
Cuadro No. 3 Áreas parciales y acumuladas de la cuenca según diferentes intervalos de altitud	37
Cuadro No. 4 Población de la cuenca del río Tune	40
Cuadro No.5 Centros educativos de la cuenca del río Tune	41
Cuadro No. 6 Estaciones climatológicas del IDEAM	42
Cuadro No. 7 Determinación de temperaturas	43
Cuadro No. 8 Determinación de biotemperaturas	43
Cuadro No. 9 Determinación de las isotermas	44
Cuadro No. 10 Valores de temperatura ambiente y biotemperatura correspondiente a las elevaciones y partes de la cuenca del río Tune	45
Cuadro No. 11 Determinación de la biotemperatura de la cuenca	46
Cuadro No. 12 Valores máximos, medios y mínimos mensuales de precipitación... ..	48
Cuadro No.13 Determinación de la Precipitación de la cuenca.....	49
Cuadro No. 14 Determinación de la Precipitación de la cuenca alta y baja	49
Cuadro No. 15 Comportamiento hidrológico mensual de la cuenca del río Tune	54
Cuadro No. 16 Orden de importancia y número de tributarios de la cuenca río Tune	56
Cuadro No. 17 Caudales del río Tune en diferentes períodos climáticos.....	57
Cuadro No. 18 Usuarios con concesión de aguas del río Tune.....	59
Cuadro No.19 Orden de importancia de las potencialidades en la forma de criterios ecológicos y socioculturales seleccionados por los usuarios del agua a través de entrevistas	61
Cuadro No.20 Lista de impactos positivos del uso del agua según los encuestados	62
Cuadro No. 21 Lista de impactos negativos del uso del agua según los encuestados	63
Cuadro No.22 Orden de importancia de las amenazas naturales a través de los encuestados	64

Cuadro No.23 Orden de importancia de las amenazas naturales a través del reconocimiento de campo	64
Cuadro 24 Orden de importancia de las amenazas naturales a través de la revisión y síntesis bibliográfica	65
Cuadro No.25 Orden final de las amenazas seleccionadas a partir de la revisión bibliográfica, las entrevistas y el reconocimiento de campo	66
Cuadro No.26 Objetivos del Plan de Gestión	72
Cuadro No.27 Hipótesis del plan de gestión de la cuenca del río Tune	73
Cuadro No.28 Lista de proyectos por hipótesis	75
Cuadro No.29 Priorización de proyectos según el número de objetivos y de hipótesis a cumplir	78
Cuadro No. 30 Lista de programas y proyectos del plan de gestión	80
Cuadro No.31 Presupuesto y cronograma del proyecto	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 - Movimiento del Agua en Asociaciones Climáticas	23
Gráfico No. 2 Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión	31
Gráfico No. 3 Curva hipsométrica de la cuenca del río Tune	37
Gráfico No. 4 Comportamiento Hidrológico Mensual.....	55

LISTA DE MAPAS

Mapa No. 1 Trazado de isoyetas e isotermas sobre la superficie de la cuenca hidrográfica río Tune	50
---	----

RESUMEN

La cuenca hidrográfica del río Tune posee una superficie de 189.379 Km², nace en el municipio de Teruel a en la cordillera central, se encuentra entre la cota 2800 m.s.n.m y 525 m.s.n.m y desemboca en el río Baché.

Se consideró hacer el estudio, con base en los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la disponibilidad y demanda del agua de la cuenca baja del Río Tune para diferentes usos legales e ilegales, en especial el agropecuario?, ¿Cuáles son los principales problemas sociales, económicos y ecológicos de la cuenca baja del río Tune como consecuencia de la baja disponibilidad de agua en comparación con su demanda, durante los meses secos y los años con presencia de El Niño-Oscilación Sur (ENSO)? y ¿Cuáles podrían ser los programas, proyectos o medidas para aprovechar de manera sostenible el recurso hídrico y minimizar los problemas económicos, ecológicos y sociales, asociados al uso del agua en la cuenca baja del Río Tune?.

Como objetivo principal de esta investigación es identificar, jerarquizar y describir los principales problemas ecológicos, económicos y sociales asociados al uso del agua, en especial durante los periodos secos anuales y en los años con ENSO, como también proponer un plan para la gestión de la cuenca baja del río Tune con el propósito de aprovechar de manera sostenible los recursos hídricos y minimizar los problemas asociados al uso del agua, en especial durante los periodos secos anuales y en los años con ENSO.

Este estudio pretende beneficiar a los usuarios del agua ya que suministra información para la toma de decisiones para la concesión de agua, además muestra unos resultados útiles para la Alcaldía de Palermo y la CAM relacionados con la propuesta de solución de conflictos socioambientales asociados al uso del agua.

El estudio se formuló en cinco fases: 1) preliminar, 2) Diagnóstico oferta y demanda, 3) Diagnóstico ecológico, económico y social, 4) Formulación del Plan de Manejo y 5) Preparación y presentación del informe final.

Se identificaron 13 impactos negativos, de los cuales los más importantes son: Contaminación acuática, erosión de suelos por malas prácticas agropecuarias y deforestación en las zonas de nacimiento y recarga hídrica, así mismo, se identificaron 10 impactos positivos, de los cuales los más importantes son: suministro de agua para riego, aumento del precio de la tierra y aumento de la producción y de la productividad agrícola. También se identificaron 7 amenazas ambientales, de las cuales las más importantes son: áreas inundables, torrencialidad de ríos y quebradas y susceptibilidad de los suelos a la erosión. Se identificaron 7 potencialidades, de las cuales las más importantes son: agua y suelos para la agricultura y la ganadería, agua para consumo humano Y recursos minerales.

Para maximizar los impactos positivos y potencialidades y minimizar los impactos negativos y amenazas naturales se formuló un Plan de Gestión, con cinco objetivos, cinco hipótesis y treinta y un proyectos, distribuidos en cinco programas, a saber: educación ambiental, protección y recuperación de fuentes hídricas, producción agropecuaria sostenible, producción agropecuaria sostenible y gestión de riesgos ambientales.

Palabras Clave

Plan de Manejo, Impacto Ambiental, Potencialidades, Río Tune.

SUMMARY

The Tune River watershed has an area of 189,379 square kilometers, was born in the town of Teruel in central range, is among the altitude 2800 m.s.l and 525 m.s.l. and flows into the river Baché.

It was considered to make the study, based on the following questions: What is the availability and demand for water down in the basin of the river Tune for different legal and illegal uses, especially the agricultural?, What are the main social problems, economic and ecological down in the basin of the river Tune as a result of low water availability versus demand during the dry months and years with the presence of El Niño-Southern Oscillation (ENSO)? and What might be the programs, projects or measures to take advantage in a sustainable manner the water resource and minimize the economic, ecological and social problems associated with the use of water in the basin of the river Tune?.

The main objective of this research is to identify, prioritize and describe the major ecological, economic and social problems associated with the use of water, especially during the annual dry periods and years with ENSO, as well as propose a plan for the management of the basin of the river Tune in order to make sustainable use of water resources and minimize the problems associated with water use, especially during the annual dry periods and years with ENSO.

The study was formulated in five phases: 1) Preliminary, 2) Diagnosis supply and demand, 3) ecological, economic and social diagnosis, 4) Development of the Management Plan and 5) Preparation and submission of the final report.

13 negative impacts were identified, of which the most important are: Water pollution, soil erosion from poor farming practices and deforestation in areas of birth and water recharge, likewise, 10 positive impacts were identified, of which the most important are: water supply for irrigation, increased land prices and increased production and agricultural productivity. : 7 Environmental threats were identified too: Flood plains, torrential rivers and streams and susceptibility of soils to erosion. 7 potentials were identified, which the most important are: water and soil for agriculture and livestock, drinking water and mineral resources.

to maximize the positive impacts and potential and minimize negative impacts and natural hazards Management Plan, with five goals, five hypotheses and thirty-one projects covering five programs: Environmental education, protection and recovery of water sources, sustainable farming, sustainable agricultural production and environmental risk management.

Keywords

Management Plan , Environmental Impact Potential , River Tune

1. INTRODUCCIÓN

Los conflictos ligados con la relación entre las personas y su ambiente, denominados **Conflictos Socioambientales**, han crecido a pasos agigantados en las últimas décadas. Se considera que existe un conflicto socioambiental cuando dos o más actores interdependientes no están de acuerdo sobre la distribución de determinados recursos comunes o determinados elementos vinculados al control, uso y acceso de recursos naturales y actúan basándose en estas incompatibilidades percibidas (Lumerman; Psathakis; Ortiz, 2011, 10).

Según la misma fuente bibliográfica (2011, 6), estos conflictos son hechos de tipo social, que por su impacto en el marco de lo público, involucran no sólo aspectos sociales y ambientales, sino también en el ámbito económico, cultural y político. Existe una multiplicidad de factores que directa o indirectamente contribuyen a hacer emerger estos fenómenos: explotación intensiva de los recursos, consumo desmedido, crecimiento poblacional, distribución desigual de los ingresos, y escasez o ausencia de políticas públicas adecuadas.

En nuestro país existen disposiciones legales sobre los recursos naturales y el medio ambiente, tanto en la Constitución como en numerosas leyes, pero aún falta que se ponga en práctica en gran parte de sus artículos y reglamentaciones.

Se sabe y se menciona en forma reiterada que los recursos naturales en la región son importantes a nivel cultural, ambiental y crecimiento económico, y que son la base de la transformación productiva, que constituyen una reserva para las futuras generaciones; sin embargo, no se les da el grado de importancia, ni el tratamiento que requieren.

Los conflictos socioambientales son definidos como posiciones contrapuestas entre la comunidad local y el Estado, o entre la comunidad y otros entes privados con intereses contrarios o excluyentes, surgidos por el impacto ambiental negativo que las actividades humanas tienen sobre los recursos naturales. Estos conflictos surgen en distintas etapas, que incluyen desde actitudes colaborativas hasta la confrontación propiamente tal, y actualmente no están abordados de manera integral y consolidada por los instrumentos relacionados con la gestión de los recursos hídricos. Por otra parte, las instituciones locales que gestionan el agua, como las comunidades de agua, tienen herramientas propias de gestión de conflictos (es decir, para evitar que surjan o para solucionarlos cuando ya han acaecido); sin embargo, estas organizaciones de gestión colectiva están debilitadas por la escasa participación de los usuarios (Fontaine, 2004 ; Gentes, 2003; Quintana, 2008; Sabatini y Sepúlveda, 2002).

Las cuencas hidrográficas urbanas y rurales presentan problemas de tipo económico, social y ambiental. Estos problemas surgen por el continuo ataque que hace el hombre en su afán de conseguir recursos para su subsistencia provocando que el uso actual de la cuenca cambie, ocasionando daños irreparables al medio ambiente como la deforestación, la contaminación significativa de la riqueza hídrica, viéndose

reflejada en los cambios de vegetación con la disminución de una especies y el desarrollo de otras; así mismo, la alteración de la fauna acuática, alteración de la calidad del agua, eliminación de los flujos superficiales lo mismo que el deterioro paisajístico provocando por el uso de terrenos para depositar sobrantes de material de construcción y otros residuos sólidos.

La gestión de los recursos hídricos, que comprende la regulación, la distribución, y en algunos casos, la definición del tipo de uso y cantidad del recurso hídrico, se puede analizar desde un enfoque exclusivamente normativo (proveniente del Estado) o institucional. El enfoque institucional se entiende como el conjunto de reglas y normas, que pueden ser formales o informales, y que relacionan los sistemas sociales y económicos en múltiples aspectos, tales como las interacciones sociales, las expectativas sobre los beneficios a partir de las transacciones económicas y las formas en las cuales los actores determinan sus posibilidades de acción, de acuerdo con sus intereses individuales (Matzavinós et ál., 2004; North, 1981; North, 1990).

1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana, en concordancia con el concepto del desarrollo sostenible, maneja unos ejes principales en las áreas de gestión de recursos agua y suelo, postcosecha de productos agrícolas, mecanización agropecuaria y construcciones agropecuarias. En coherencia con estos ejes existen cursos obligatorios y electivos que fortalecen cada una de las áreas; por ende, la gestión de recursos agua y suelo está consolidada por cursos como: Calidad de Aguas, Evaluación de Impacto Ambiental, Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, Hidroclimatología, Edafología, Diseño experimental, Parámetros de Ingeniería de Diseño, Riego y Drenaje, entre otras.

De acuerdo con los conocimientos adquiridos a lo largo del pregrado, y los conflictos generados en la cuenca baja del río Tune, producto de la reducción de la oferta hídrica, mala administración del recurso para uso agropecuario, aspectos técnicos deficientes en conducción, riego, demanda desmedida y contaminación parte de la población, por ello, he decidido enfocar y profundizar este proyecto de grado a diagnosticar los constantes problemas socioambientales que se presentan por la baja disponibilidad del recurso en época de sequía, en especial para usos agropecuarios, en dicho caso, es realizar un diagnóstico y plan de manejo de los conflictos socioambientales por uso del agua en la cuenca baja del río Tune, en el Huila. La necesidad del estudio surgió de conversaciones con la comunidad del municipio y la alcaldía de Palermo respectivamente. La corporación del Alto Magdalena manifestó su interés en el desarrollo del estudio para fortalecer, modificar y regular aquellas obras o actividades que generan mayor impacto en el medio ambiente.

En Colombia, un aumento de los conflictos socioambientales surge probablemente por el sobreuso al cual está sometidos los recursos naturales.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto mundial del desarrollo agropecuario y agricultura de precisión, los sistemas de producción eficientes están enfocados en el uso adecuado y sostenible de los recursos naturales, que ocupan un rol fundamental en la conservación del medio, afectada considerablemente por el aprovechamiento irracional de sus recursos. La dinámica climática atribuida a diferentes fenómenos ha llevado a los agricultores asumir riesgos con sus cultivos en el momento de suplir los requerimientos hídricos de la planta (Izquierdo, 2007, 48). La baja disponibilidad de los recursos hídricos afecta de manera significativa los distritos de riego del país que requieren un flujo diario para suplir las necesidades de los sistemas de producción agrícola.

En la cuenca baja del río Tune se presenta escasez de agua durante los meses secos, en especial, durante los años con fase cálida El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), y una alta demanda del recurso hídrico para actividades agropecuarias. Esta situación genera conflictos entre comunidades (propietarios de predios rurales) e instituciones.

Esta problemática puede empezar a solucionarse con estudios que muestren en detalle el potencial hídrico, los problemas sociales y ambientales que afectan desfavorablemente tal recurso y el bienestar de los habitantes de la cuenca.

Por lo expresado, se considera necesario realizar una investigación que permita responder de manera satisfactoria las siguientes preguntas:

- I. ¿Cuál es la disponibilidad y demanda del agua de la cuenca baja del Río Tune para diferentes usos legales e ilegales, en especial el agropecuario?
- II. ¿Cuáles son los principales problemas sociales, económicos y ecológicos de la cuenca baja del río Tune como consecuencia de la baja disponibilidad de agua en comparación con su demanda, durante los meses secos y los años con presencia de El Niño-Oscilación Sur?
- III. ¿Cuáles podrían ser los programas, proyectos o medidas para aprovechar de manera sostenible el recurso hídrico y minimizar los problemas económicos, ecológicos y sociales, asociados al uso del agua en la cuenca baja del Río Tune?

1.3 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO

Objetivo Generales

Realizar una investigación para identificar los conflictos socioambientales por usos de agua de la cuenca baja del río Tune y proponer las respectivas alternativas de solución.

Objetivos Específicos

- 1) Determinar la oferta y demanda de agua para diferentes usos, en especial para actividades agropecuarias, en la cuenca baja del río Tune.
- 2) Identificar, jerarquizar y describir los principales problemas ecológicos, económicos y sociales asociados al uso del agua, en especial durante los periodos secos anuales y en los años con El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).
- 3) Hacer un inventario de los usos y usuarios legales e ilegales del recurso hídrico en la cuenca baja del río Tune.
- 4) Proponer un plan para la gestión de la cuenca baja del río Tune con el propósito de aprovechar de manera sostenible los recursos hídricos y minimizar los problemas asociados al uso del agua, en especial durante los periodos secos anuales y en los años con El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).
- 5) Proponer un programa para la administración del recurso hídrico de conformidad con la legislación colombiana y directrices de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), para el uso racional del agua.

1.4 APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS

Este estudio se realiza con el consentimiento de la Corporación, al ser de gran importancia para la comunidad del municipio de Palermo, donde algunas personas inconformes con los conflictos manifiestan los grandes problemas ambientales que se presentan a lo largo del año, además puede constituirse en una herramienta importante para la autoridad ambiental, en este caso la CAM, para otorgar los permisos o concesiones requeridas para el normal desarrollo de la cuenca baja del río Tune.

Las condiciones actuales de desarrollo agrícola mundial están enfocadas en los sistemas de producción eficientes. Cada día este enfoque toma más fuerza dentro del marco general de producción basado en el uso sostenible y eficiente de los recursos naturales en la agricultura. En este ámbito de manejo eficiente y conservacionista los indicadores agroambientales desempeñan un rol relevante, más ahora cuando la dinámica que afecta al mundo así lo exige.

El realizar el Diagnostico y Plan de Manejo a la cuenca baja del río Tune, es de gran interés para los usuarios, y la CAM, alcaldía de Palermo, autoridades ambientales y a todos aquellos que de manera directa o indirecta se ven afectados o favorecidos por los periodos de estiaje y reducción del recurso hídrico. El estudio determinará los problemas socioambientales más significativos de la cuenca baja del río Tune asociados al uso del agua en actividades agropecuarias. Una de las finalidades del estudio es el de brindar herramientas de juicio a la CAM a que coadyuven con el manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales, contribuyendo a la construcción de obras hidráulicas adecuadas, al correcto funcionamiento y por ende a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios y la economía de la región.

Es muy gratificante para la Universidad Surcolombiana, en especial el Programa de Ingeniería Agrícola que se desarrollen este tipo de estudios que buscan contribuir en la generación de información a través de documentos didácticos, que apoyan el proceso académico de los estudiantes de pregrado y como documentos base para los Grupos de Investigación en el momento de proponer diferentes proyectos enfocados en el fortalecimiento de las líneas de investigación y desarrollo tecnológico con el propósito de contribuir en el manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales y su relación con el medio ambiente. En este sentido, se destacan las actividades educativas e investigativas del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC), el cual apoyó la realización del presente trabajo de grado.

2. REFERENTES TEORICOS

2.1 La Cuenca hidrográfica como unidad de planeación y desarrollo

Para definir la cuenca hidrográfica como unidad de planeación y desarrollo, se utilizaran los conceptos de Dourojeanni, Hewlett y Nutter, López y Hernández y Blair, citados por Olaya (1999, 35).

La cuenca hidrográfica es un territorio delimitado por la propia naturaleza, especialmente por los límites de las zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce. La cuenca, sus recursos naturales y habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares a cada una. En zonas de alta montañas y cordilleras los ejes longitudinales de las cuencas se constituyen en vías naturales de comunicación y de integración comercial ya sea a lo largo de ríos o de las cumbres que las separan unas de otras. Se fomentan estrechos caminos de interacción entre sus habitantes que les confieren condiciones socioeconómicas particulares a sus habitantes (Dourojeanni, 1994, 21).

Según el mismo autor (1994, 23), una cuenca hidrográfica constituye una unidad; por lo tanto, facilita la relación entre sus habitantes independientemente de que éstos se agrupan dentro de dicho territorio en comunas delimitadas por razones político – administrativas debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho que deben enfrentar peligros comunes. Debido a esta interdependencia, si no existen sistemas de conciliación de interés entre los diferentes actores que dependen de una misma cuenca y del agua, se producen conflictos entre ellos.

La gestión integrada de cuenca tiene como un fin favorecer el desarrollo sustentable desde el momento en que con este proceso de gestión se busca conciliar el aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca (crecimiento económico, transformación productiva) así como manejar los recursos con fines de evitar conflictos y problemas ambientales (sustentabilidad ambiental) y la equidad se logra mediante procesos de decisión donde participan los diferentes actores (Dourojeanni, 1994, 26). Una cuenca hidrográfica es una superficie inclinada delimitada por una divisoria topográfica (división de aguas o divorcio de aguas), que colecta y descarga agua que en forma superficial drena por una salida común (Hewlett y Nutter, 1969, 32).

Por cuenca se debe entender el conjunto de sistemas naturales y socioeconómicos dinámicos y circunscritos a un área de drenaje superficial común considerando también su dimensión vertical. Esto significa que no se debe analizar la cuenca como unidad conceptual desde el punto de vista hidrológico como recurso natural solamente, sino también dentro de un contexto de las ciencias sociales. El manejo de cuencas es el conjunto de actividades del hombre tendientes a intervenir en los procesos naturales y socioeconómicos con el fin de controlarlos en función de sus objetivos prácticos inmediatos y/o a largo plazo (López y Hernández, 1980, 14).

Según Blair (1987, 12), el concepto de manejo corresponde a toda aquellas actividades ordenadas y planificadas que desarrolla el hombre dentro de un área física conocida como cuenca hidrográfica, aprovechando los recursos naturales para lograr una producción óptima y sostenible dando como resultado el incremento en el bienestar social y económico del hombre.

2.2 Legislación colombiana sobre cuencas hidrográficas y recursos hídricos.

Dentro de la problemática ambiental de las cuencas hidrográficas, Colombia ha sido unos de los primeros países en el ámbito latinoamericano en contar con normas, decretos y leyes que de forma directa e indirecta protegen los recursos hídricos, mineros y pesqueros, de vital importancia para los colombianos. La responsabilidad de la gestión ambiental estuvo dispersa entre numerosas entidades del orden nacional, adscritas a diversos ministerios, generando conflictos y vacíos en la aplicación de códigos y acuerdos para el manejo ambiental, por tal motivo el país ha venido adquiriendo progresivamente una conciencia clara del proceso de desarrollo. Este compromiso queda plasmado en la nueva constitución colombiana aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente 1991.

La organización y las funciones del subsector de adecuación de tierras se establecen en la ley 41 de 1993, la cual tiene como objetivo regular la construcción de obras de adecuación de tierras, con el fin de mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias velando por la defensa y conservación de las cuencas hidrográficas. Las concesiones de agua corresponderán a la entidad administradoras de cada distrito de riego y la función de conceder el derecho de aguas superficiales y subterráneas. Toda persona natural o jurídica que explote en calidad de dueño, un predio de el área de dicho distrito, debe someterse a las normas legales o reglamentarias que regulan la utilización de los recursos, el manejo y conservación de las obras y la protección y defensa de los recursos naturales.

En 1974 se expide el Decreto 2811 ó Código Nacional de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente, que de manera general relaciona varios aspectos sobre la regulación del medio ambiente y de manera muy somera el tema de cuencas hidrográficas en la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto. Posterior al Decreto 2811 de 1974, se expide el Decreto 2857 de 1981 las finalidades de la ordenación de una cuenca hidrográfica deben estar encaminadas al planeamiento del uso y manejo de sus recursos naturales, y a la orientación y regulación de las actividades de los usuarios de tal manera que consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos y la preservación de la estructura biofísica especialmente del recurso hídrico. Posteriormente este fue derogado por el Decreto 1729 de 2012 que realizó modificaciones sobre cuencas hidrográficas y actualmente este aspecto se rige por el Decreto 1640 de 2012, “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”.

2.3 Conflictos socioambientales asociados al uso del agua

En Colombia, un aumento de los conflictos socioambientales surge probablemente por el sobreuso al cual está sometidos los recursos naturales.

La conflictividad derivada de los impactos del cambio climático se manifiesta principalmente sobre el uso del recurso hídrico. Este eje es transversal a prácticamente todos los conflictos socioambientales que se identifican en el país.

El agua se constituye como aquel recurso vital sin el cual se vería limitada la vida como así también el desarrollo de las actividades que a diario desarrollamos y nos producen. El agua es un recurso finito y su distribución genera tensiones entre los intereses de las comunidades y los intereses de agricultores, ganaderos, sectores de la industria y pueblos originarios.

A pesar del grado de importancia que en toda su dimensión representa para los ecosistemas naturales y las actividades humanas, en tiempo remotos esta fue considerada un recurso ilimitado, por lo cual existía muy poca o ningún tipo de planificación para su uso sostenible. Hoy en día debido a la “crisis del agua” la situación ha dado la vuelta a nivel mundial y en muchos lugares existen graves problemas por escasez, lo cual está generando competición y conflictos por el agua entre usos y usuarios.

En Colombia estos conflictos socioambientales, en especial los relacionados con el uso y la distribución del recurso hídrico, tiene su punto de partida en la década de los 70 con la establecimiento de la política mundial de revolución verde. Y el de la exacerbación en la década de los 90 con la implantación del modelo económico neoliberal para el país. Los conflictos se generaron a partir de la implantación de estas políticas afectaron considerablemente la zona rural, a nivel social, político y ambiental.

Como el caso del recurso hídrico, este es analizado a nivel mundial, como un recurso de uso común, el cual debido a su difícil exclusión y rivalidad son vulnerables a la sobreexplotación, y por tanto, para su manejo se desarrollan diversas formas institucionales y de intervención (Becker y Ostrom, 1995, 34, Ostrom, 1990, 21).

Un caso particular, dónde incesantemente están latentes conflictos socioambientales, son los sistemas de irrigación, o canales de agua en particular, y en este escenario se han analizado dilemas secuenciales dónde la ubicación del usuario determina asimetrías en el acceso, y en efecto, de poder entre los diferentes usuarios (Ostrom y Walker, 2003, 42). Se establece que estructuras de distribución de agua de manera vertical, como son los canales de riego, generan situaciones de conflicto entre los usuarios ubicados en las partes altas y en las bajas, debido, entre otras, a las siguientes condiciones (Ostrom y Garner, 1993, 58, Grossman y Mendoza, 2003, 64, Osés-Erazo et ál., 2008, 43):

- 1) Las diferencias en beneficios en el caudal captado entre los usuarios ubicados en la parte alta y baja.
- 2) La diferencia en los costos relacionados al mantenimiento de los canales según la ubicación de los usuarios dentro del sistema.
- 3) El tipo de sistema de producción.
- 4) Los costos asociados para llegar a acuerdos y establecer mecanismos eficientes, para el cumplimiento, monitoreo y sanción.

2.4 Diagnósticos y planes de manejo de las cuencas hidrográficas en el departamento del Huila.

El Ingeniero Agrícola de la Universidad Surcolombiana en el transcurso de su carrera se ha capacitado para la elaboración de diagnósticos, planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas por medio asignaturas relacionadas para tal fin; de esta forma se observa el aporte de la universidad incursionando en el país profesionales con un gran enfoque relacionado con el medio ambiente y la sostenibilidad de los recursos naturales teniendo en cuenta los aspectos socioeconómicos de cada región.

Por medio de la Universidad Surcolombiana se han realizado varios diagnósticos y planes de manejo en el departamento del Huila, en la modalidad de trabajos de grado para optar al título profesional de Ingeniero Agrícola, en relación a la fecha se relacionan a continuación.

En la década de los años 80's se realizaron los siguientes trabajos:

- 1) La Microcuenca La Criolla del municipio de Pitalito tiene un estudio preliminar para su manejo integral, considerando la metodología establecida por el C.I.D.I.A.T (194) y el estudio USCO – PROCAM (1985) para la elaboración del diagnóstico biofísico y socioeconómico que proporcionan las bases para la implantación de los métodos y principios técnicos aplicables en la región para el manejo de los recursos naturales renovables de su área de estudio.
- 2) La microcuenca quebrada “El Hígado” municipio de Tarqui cuenta con un diagnóstico biofísico y socioeconómico para formular alternativas de manejo. Este se desarrolló por la metodología de la C.V.C (1988) y plantean alternativas de manejo encaminadas a un desarrollo integral de la misma así como seis programas y seis proyectos encaminados para tal fin.
- 3) Fernández y Ortega realizaron en 1989, el estudio de Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico para la microcuencas de las Quebradas Torrentosa y Tijiña, en el municipio de Acevedo; estableciéndose un área de estudio de 2296 hectáreas.

En la década de los años 90's se realizaron los siguientes:

- 1) Quebrada "El Chonta" municipio de Gigante posee un plan de uso, manejo y conservación de la microcuenca, utilizando la metodología de Tosi Joseph A. Propone tres alternativas para uso de los suelos de acuerdo a la infraestructura tecnológica de la región.
- 2) La Quebrada "El Pueblo" del municipio de la Argentina tiene un estudio de diagnóstico y plan de manejo integral según las metodológicas aplicadas por la CAR y la C.V.C. Presenta tres programas específicos para el uso y manejo de todos los recursos que la compone.
- 3) En el municipio de San Agustín, se realizó el estudio del diagnóstico y plan de manejo de la microcuenca "El Quebradon" la cual surte de agua al municipio del mismo y la vereda La Estrella, así como a la población adyacente a su cauce. Este estudio se basó en la metodología de la Corporación de la Meseta de Bucaramanga, elaborándose los respectivos mapas y un plan de manejo que posee cinco programas con 23 proyectos.
- 4) La microcuenca "La Venta" se localiza en los municipios de El Pital, La Plata y Paicol, para la cual se elaboró el diagnóstico y plan de manejo. Esta microcuenca abastece de agua a las cabeceras municipales de Paicol y Tesalia, acueductos veredales e individuales, además de minidistritos de riego que benefician aproximadamente a 770 usuarios. Para el desarrollo de este trabajo se emplearon los elementos y lineamientos de la metodología de CATIE y de la CDMB. El plan de manejo posee cinco programas y 37 proyectos.
- 5) En la microcuenca "El Hato" del municipio de Tarqui se presentaban desajustes biofísicos y socioeconómicos identificados dentro de esta; principalmente la contaminación de las corrientes de agua, la erosión, la deforestación, las quemadas, las prácticas inadecuadas de uso y manejo de suelos que condujo a la implantación y ejecución del plan manejo integral. Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron

Existen también otras instituciones las cuales han realizado diversos estudios de Diagnóstico y Plan de Manejo Integral de cuencas hidrográficas en el departamento del Huila tales como el INDERENA Regional Huila y la Federación Nacional de Cafeteros (FEDECAFE); así mismo la Universidad del Tolima con la Facultad de Ingeniería Forestal.

Es de resaltar que inicialmente el departamento del Huila contó con el Proyecto de la Cuenca del Alto Magdalena (PROCAM) el cual incluye los departamentos de Huila, Tolima y parte de los departamentos de Cauca y Cundinamarca abarcando una extensión de 5.6 millones de hectáreas; seleccionándose tres cuencas representativas: la del río Combeima en el departamento del Tolima y las de los ríos Las Ceibas y Yaguará, ambas en el departamento del Huila.

La cuenca del río Timaná cuenta con un estudio de diagnóstico biofísico conservacionista y socioeconómico elaborado por la Sección Forestal de la Secretaría de Fomento Agropecuario y Minero del Huila en el año de 1997.

En la década de los años 2000's se realizaron los siguientes:

- 1) En la cuenca hidrográfica quebrada Majo en el municipio de Garzón Huila, Araujo y Valderrama (2005) formularon el diagnóstico y plan de manejo para la gestión comunitaria y desarrollaron un proyecto piloto de planificación, gestión ambiental y sistema local para la administración de los recursos naturales en dicha cuenca.
- 2) En el municipio de Garzón Huila, Bernal (2005) construyó un manual de convivencia ambiental y comunitaria, también para la cuenca hidrográfica quebrada Majo, en donde a través de lineamientos metodológicos de desarrollo participativo y comunitario por parte de la comunidad se proyecta conseguir una gestión ambiental para la cuenca.
- 3) Castro y Pachón (2009) desarrollaron una evaluación de los impactos ambientales en las cuencas hidrográficas del departamento del Huila a partir de la explotación de hidrocarburos, el proyecto fue tejido a partir de diferentes metodologías para identificar y jerarquizar impactos ambientales así como el establecimiento de medidas que pueden reducir o mitigar las afectaciones sobre el medio ambiente que se consiguen con el proceso de las actividades petroleras.
- 4) En la cuenca hidrográfica del río Páez-La Plata, Vargas (2009) realizó una evaluación como un ecosistema estratégico para el departamento del Huila donde se plantearon estrategias para su gestión ambiental. Para llevar a cabo esta tarea se tuvieron en cuenta los criterios ecológicos y socioculturales propuestos por el Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC).
- 5) En el municipio de Teruel Huila, Ramos (2011) elaboró el diagnóstico y plan de Manejo ambiental de la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio. Este proyecto está orientado a dar manejo adecuado a las fuentes de agua y propone estrategias para la gestión ambiental y la sostenibilidad del desarrollo integral en toda la cuenca.

3. METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la cuenca del río Tune que nace en el municipio de Teruel, se encuentra entre las cotas 2800 Y 525 m.s.n.m. Su recorrido lleva una dirección Sur Oeste – Noreste y cruza por el área urbana del municipio de Palermo antes de desembocar a unos 2 kilómetros en el río Baché.

El área se concentre en la cuenca baja del río en mención, que se encuentra encuentra entre la cota 525 y 1000 m.s.n.m dónde se estudiarán las potencialidades impactos y amenazas ambientales.

3.2 FASES Y MÉTODOS

Para la realización del diagnóstico y plan de manejo de los conflictos socioambientales por uso de agua en la cuenca baja del río Tune, se procedió a utilizar varias métodos y técnicas, como visitas de campo, revisión de documentos, estudios realizados y análisis de planos cartográficos que correspondieron al área de estudio del proyecto. No obstante, la información recolectada fue complementada con visitas a entidades gubernamentales como la Alcaldía municipal de Palermo y la Corporación del Alto Magdalena (CAM), donde fue posible que facilitaran información acerca de estudios realizados y dónde se obtuvo información sobre la cantidad de concesiones, caudal asignado, usos y usuarios ilegales.

Fases Metodológicas

El trabajo se desarrolló en cinco fases (F_i) y a través de una secuencia lógica y métodos que permitieron desarrollar las fases, a saber:

FASE 1 (F_1) Fase Preliminar.

FASE 2 (F_2) Fase de Diagnóstico oferta y demanda.

FASE 3 (F_3) Fase de Diagnóstico ecológico, económico y social.

FASE 4 (F_4) Fase de Formulación del Plan de Manejo.

FASE 5 (F_5) Fase de Preparación y presentación del informe final.

Fase F_1 . Preliminar

El desarrollo de esta fase se compone de dos etapas, así:

- a) En la primera etapa de asesoría para el trabajo de grado, se efectuaron reuniones con el autor y director del proyecto, esto con miras a determinar la bitácora, temas y estructura a seguir.
- b) Precedido de una ruta a seguir, en la segunda etapa se procedió a hacer una realimentación y mirada a la cuenca, donde se recopiló información que los diferentes actores conocen sobre aspectos relacionados a la cuenca y su área de

estudio, posteriormente se realizó revisión bibliográfica, revisión cartográfica de las planchas 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), escala 1:25.000 , artículos y documentos elaborados por autores personales o corporativos tales como: Universidad Surcolombiana, IDEAM, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y Alcaldía municipal de Palermo.

Fase F₂. Diagnóstico de oferta y demanda hídrica

En la fase (F₂) se elaboró un diagnóstico hidroclimático y de usuarios de la cuenca, en donde se integraron los componentes de la dinámica hídrica, climática y los usuarios con y sin permiso de concesión de aguas superficiales, estimando la oferta y demanda de la misma. Esta fase se desarrolló en dos etapas a saber:

- a) Método para el análisis de la oferta hídrica en la cuenca del río Tune con énfasis en la cuenca baja

Para el desarrollo del análisis hidroclimático en este método se estudiaron los parámetros de temperatura, precipitación, evaporación, escurrimiento, índice de aridez, volumen de escurrimiento y balance hídrico mensual para el área de estudio. Para estos análisis se tuvo en cuenta la información meteorológica registrada por el IDEAM a través de las estaciones localizadas en los municipios de Teruel y Palermo.

Según Holdridge (1982, 15-16) la temperatura es el resultado de la radiación solar y de los movimientos de la atmosfera, la cual se puede ver afectada por los movimientos de la masa de aire en un sitio determinado. Esta se mide por la dilatación y contracción de una columna de mercurio de vidrio cerrado y calibrado, denominada termómetro.

Para el análisis y la determinación de la temperatura se tuvo en cuenta lo que se conoce como gradiente vertical de temperatura, en la que la temperatura desciende en la troposfera en una cantidad que varían según las condiciones locales, alrededor de 0,56 °C por cada 100 metros de ascenso o descenso, esto aplicado para el trópico americano; para lo que teniendo como referencia los datos de altura de las estaciones y el concepto de gradiente vertical se calcula la temperatura en función de las variaciones de alturas de la cuenca.

Así mismo, Holdridge plantea que la biotemperatura anual promedio es la medida del calor utilizada en el diagrama de zonas de vida y es un promedio de las temperaturas en grados centígrados, en las cuales tiene lugar el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas, en relación con el periodo anual, y con base en investigaciones se establecieron límites cercanos donde se determina el ámbito de las temperaturas dentro de las que ocurre dicho crecimiento está entre 0°C y 30 °C.

Holdridge expresa que es tedioso tener registros por horas, y es fácil conseguir registros mensuales, por lo cual desarrolló una fórmula empírica para convertir la temperatura promedio mensual en biotemperatura promedio mensual, que tiende a

funcionar en latitudes bajas (regiones Tropical y Subtropical), con altitudes menores de 1000 m (Holdridge, 1982, 18; IGAC, 1977, 14), la cual se expresa así:

$$BioT^{\circ}C = t - \left[\left(\frac{3 * \text{gradoslatitud}}{100} \right) * (t - 24) \wedge 2 \right] =$$

Donde;

$BioT^{\circ}C$ = Biotemperatura media mensual

t = temperatura media mensual del aire

Con base en el mapa de Isoyetas se obtuvo la biotemperatura media de la cuenca, para determinar esta, se suman los productos de las áreas comprendidas entre cada dos isotermas por la Biotemperatura media, luego se divide este resultado entre el área total de la cuenca, como se explica a través de la siguiente expresión:

$$BioT^{\circ}C = \frac{\sum BioTn * An}{A}$$

Donde;

$BioT^{\circ}C$ = Biotemperatura media de la cuenca

$BioTn$ = Biotemperatura media correspondiente al valor entre dos isotermas

An = Área comprendida entre cada dos isotermas

A = Área total de la cuenca

Para determinar la precipitación se utilizaron los datos registrados de las estaciones del IDEAM antes mencionadas. Con los datos de precipitación de estas estaciones se construyó el mapa de isoyetas de la cuenca, con la ayuda del software AutoCAD se plasmaron las líneas de precipitación sobre las planchas cartográficas 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B del IGAC a escala 1:25000.

La precipitación media de la cuenca se calculó sumando los productos de las áreas comprendidas entre cada dos isolíneas por su correspondiente precipitación media y dividiendo este resultado entre el área total de la cuenca, como se explica mediante la siguiente fórmula:

$$Pm = \frac{\sum Pn * An}{A}$$

Donde;

Pm = precipitación media de la cuenca,

Pn = precipitación media correspondiente al área comprendida entre cada dos isoyetas.

An = área comprendida entre cada dos isoyetas.

A = Área total de la cuenca.

Para el cálculo de la evapotranspiración real se halló mediante el procedimiento L.R. Holdridge (1982,83, 101-106), explicado por Tovar (2011, 36-40) de la siguiente manera:

- 1) Cálculo de la precipitación total anual (P) y la biotemperatura media anual.
- 2) Cálculo de la Evapotranspiración potencial:

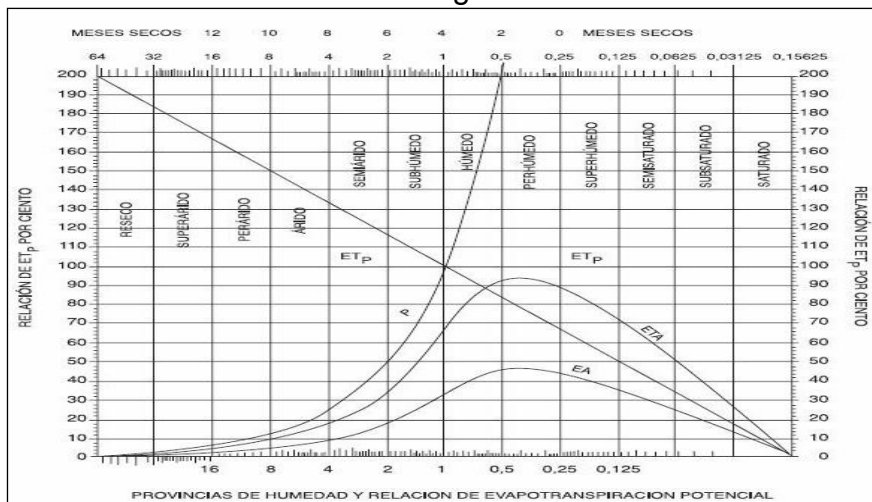
$$ETP_{(anual)} = \frac{Biot(^{\circ}C) * 58.93mm}{(^{\circ}C)}$$

- 3) Cálculo de la relación de la evapotranspiración potencial:

$$RETP = \frac{ETP}{P}$$

Con el valor de la relación de la evapotranspiración potencial (RETP) se busca en el eje de las (X) del nomograma del gráfico No. 1 (Movimiento del Agua en asociaciones climáticas) el nombre de la correspondiente categorías de provincias de humedad, entre las siguientes: desecado, súper árido, per árido, árido, semiárido, subhúmedo, húmedo, per húmedo y súper húmedo.

Gráfico No. 1 Movimiento del agua en asociaciones climáticas



Fuente: Holdridge. L. 1982.

Las provincias de humedad, cuyos intervalos sean menores de la unidad indican que la cuenca presenta excedentes de agua, los cuales son mayores entre más pequeña sea (RETP); las provincias con valores mayores a la unidad indican que hay déficit de humedad en el suelo, los cuales son más críticos entre más alta sea (RETP).

- 4) Cálculo del porcentaje de la relación de evapotranspiración potencial utilizando el mismo gráfico No. 1: se localiza (RETP) en el eje de las (X), y a partir de este punto cortar la curva (ETA) evapotranspiración actual y luego cortar el porcentaje (%) de la evapotranspiración potencial (ETP) en el eje de las (Y).

5) Cálculo de la evapotranspiración real (ETR):

Con el valor de la relación de la evapotranspiración potencial (RETP) se entró al nomograma del movimiento del agua en el suelo y mediante el método gráfico se determinó que el porcentaje (%) de evapotranspiración potencial (ETP) que se convierte en evapotranspiración real (ETR); por lo tanto este porcentaje multiplicado por (ETP) es igual a (ETR), ósea:

$$ETR = \% ETR * ETP$$

Con los resultados de evapotranspiración real y la precipitación y siguiendo la metodología de Holdridge (1.982), se calculó el escurrimiento de la cuenca a través de la siguiente ecuación:

$$E = P - ETR$$

Donde;

E	=	Escorrimento
P	=	Precipitación media anual
ETR	=	Evapotranspiración real

Dependiendo de las necesidades de cálculo, el escurrimiento (E) puede presentarse en la forma de altura o columna (h = altura de la columna de agua), en la forma de volumen o en la forma de caudal. De acuerdo a esto para la determinación del volumen y el caudal de escurrimiento anual de la cuenca se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$V = A * h$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde;

V	=	Volumen de escurrimiento
A	=	Área de la cuenca
E	=	Escorrimento
Q	=	Caudal
t	=	Tiempo anual

El índice de aridez es un indicador del régimen natural y ha sido definido como una característica del clima que muestra de manera cualitativa los lugares con excedentes y déficit de agua. (IDEAM, Estudio Nacional del Agua. 2.010, 60). Los

componentes de la ecuación del Índice de aridez son la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración, para conformar la siguiente ecuación:

$$iA = \frac{(ETP - ETR)}{(ETP)}$$

Donde;

ETP = Evapotranspiración potencial
 ETR = Evapotranspiración real

El resultado es comparado con los rangos establecidos por esta metodología a través del cuadro No.1, donde se determinan los excedentes o déficits de agua en el suelo.

Cuadro No. 1 Grado de los índices de aridez

LEYENDA INDICE DE ARIDEZ	
Menor a 0.15	Altos excedentes de Agua
0.15 a 0.19	Excedentes de Agua
0.20 a 0.29	Moderado y excedentes de Agua
0.30 a 0.39	Moderado
0.40 a 0.49	Moderado y deficitario de Agua
0.50 a 0.59	Deficitario de Agua
Mayor a 0.6	Altamente deficitario de Agua

Fuente: IDEAM, Estudio Nacional del Agua (2010, 66).

Cabe resaltar que el índice de aridez calculado representa la interacción superficial del suelo y no se refiere a la dinámica sub-superficial relacionada con el grado de humedad en los mismos.

El procedimiento se realizó de conformidad a la metodología de L.R. Holdridge (1.982,83, 101-106) para determinar el comportamiento mensual de la evapotranspiración potencial (ETP), la evapotranspiración real (RETP) y el escurrimiento (E) presentados en el área de estudio.

Para el análisis del comportamiento de la hidrología superficial se analizaron los siguientes elementos: Inventarios de cuerpos de agua y medición de caudales.

Para el desarrollo del inventario de cuerpos de agua existentes en la cuenca, se tuvo apoyo en la información plasmada en a las planchas cartográficas 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) escala 1:25.000 donde se identificó el cuerpo de agua principal de la cuenca y sus principales fuentes tributarias.

Para la medición de los caudales, debido a la poca profundidad del río en periodo de estiaje, se utilizó el método del elemento flotante. Para realizar el procedimiento se utilizó dos estaciones de muestreo, uno sobre el cauce principal de la cuenca baja y otro sobre el cauce principal de la cuenca baja después de los canales de riego. La

primera estación denominada E1 localizada en la cuenca baja a 20 metros aguas arriba del sitio denominado como Puente vía La Castilla y la segunda estación denominada E2 localizada en la cuenca baja que corresponde al puente vía San Juan y E3 puente vía Nilo.

El procedimiento consistió en seleccionar un sitio del río con sección uniforme y adecuada sin obstáculos que interfirieran en el flujo de agua, posteriormente se midió la velocidad del flujo de agua en un tramo definido utilizando el elemento flotante y el cronometro; con la ayuda del flexometro y se midió y determinó el área de la sección transversal del lecho del río. Con los datos obtenidos se procedió a calcular el caudal del río, con base en la siguiente ecuación:

$$V = V_s * K$$

Donde;

V	=	Velocidad corregida del flujo (m/s)
V _s	=	Velocidad media del flujo (m/s)
K	=	Factor de corrección según Roche (1 para velocidades altas, 0.95 pendientes medias, 0.85 pendientes pequeñas)

$$Q = A * V$$

Donde;

Q	=	Caudal (m ³ /s)
A	=	Área de la sección transversal del flujo (m ²)
V	=	Velocidad media del flujo corregida (m/s)

b) Método para el análisis de la demanda hídrica en la cuenca del río Tune con énfasis en la cuenca baja

Mediante el análisis de expedientes digitales y en papel de la Corporación del alto Magdalena (CAM), el análisis de información secundaria complementaria y la construcción de cartografía básica, se caracterizaron las siguientes variables relacionadas con la demanda de agua en el área de estudio:

- 1) Tipo de Usuario: se identificó y caracterizó a los tipos de peticionarios de derechos de agua, o tipos de usuario, en base a la información incluida en los expedientes de solicitud.
- 2) Tipo de Institucionalidad: se caracterizó en forma general la forma de organización de los usuarios en los casos correspondientes.
- 3) Caudal Solicitado y Otorgado por Tipo de Usuario: se analizó el número de derechos de aprovechamiento por cuenca, y el caudal solicitado y otorgado.

- 4) Estado de las Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento: se caracterizó el estado de las solicitudes de derechos de agua (aprobadas, denegadas, desistidas o pendientes en trámite regional y enviadas a juez), considerando tipo de usuario y caudal solicitado.
- 5) Usuarios ilegales hallados por objeto de contravenciones entabladas en la Corporación del Alto Magdalena (CAM)

Fase F₃. Diagnóstico ecológico, económico y social

Este punto es uno de los más importantes, dado que participan los principales aspectos que identificaron los desfases, se estimó los problemas ecológicos, económicos y sociales que afectan desfavorablemente sus potencialidades, que por consiguiente puedan afectar a las comunidades locales y del municipio de Palermo.

Para identificar los impactos ambientales, económicos, sociales se desarrollaron mediante tres métodos a saber:

a) Método para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas

Las características fisiográficas de una cuenca, como las morfométricas, contribuyen a definir el comportamiento hidrológico de la misma. El estudio de los parámetros físicos de la cuenca es de gran utilidad práctica, pues ellos aportan características importantes de forma y respuesta de la cuenca ante este comportamiento en el espacio y flujo hídrico.

Para la determinación de dichas características morfométricas se utilizó la información de las planchas cartográficas IGAC 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B, que con la ayuda del software AutoCAD 2010 fueron determinados, el área el factor de forma, coeficiente de compacidad, índices de alargamiento, homogeneidad, tiempo de concentración entre otros, se aplicaron ecuaciones aritméticas como se explica a continuación (Linsley et al, 1.949), (Chow et al, 1.994; Henao, 2003; FAO, 1.985):

El área de drenaje (A) es la superficie, en proyección horizontal, delimitada por la divisoria de aguas. La divisoria de aguas es una línea imaginaria que pasa por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de estudio de otras cuencas vecinas.

El área de la cuenca tiene gran importancia, por constituir el criterio de la magnitud del caudal, en condiciones normales, los caudales promedios, mínimos y máximos instantáneos crecen a medida que crece el área de la cuenca.

El perímetro de la cuenca es la longitud de la línea de divorcio. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula (P).

La longitud (L) de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.

El ancho (W) se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L). De forma que:

$$W = \frac{A}{L}$$

Estos parámetros son importantes, pues relacionándolos con el área de la cuenca también se puede analizar y tener una idea de la forma de la misma.

El factor de forma según Horton expresa la relación existente entre el área de la cuenca (A) y un cuadrado de la longitud máxima (L_b) de la longitud axial de la misma. Éste autor sugirió un factor adimensional de forma R_f , así:

$$R_f = \frac{A}{L_b^2}$$

Según Horton, una cuenca con un factor de forma bajo está menos sujeta a presentar crecidas súbitas cuando se presenten lluvias intensas simultáneamente en toda o en gran parte de su superficie.

El coeficiente de Compacidad o índice de Gravelius (K) está definido como la relación entre el perímetro (P) y el perímetro de un círculo que tenga la misma área de la cuenca hidrográfica, cuyo valor se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Este coeficiente define la forma de la cuenca respecto a la similaridad con formas redondas dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1985):

Clase Kc1: Rango entre 1 y 1.25. Corresponde a forma redonda a oval redonda.

Clase Kc2: Rango entre 1.25 y 1.5 Corresponde a forma oval redonda a oval oblonga.

Clase Kc3: Rango entre 1.5 y 1.75 Corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.

Las cuencas con coeficientes cercanos a la unidad (Clase Kc1) presentan una forma que se asemeja a la de un círculo, por lo tanto tendrán mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos de caudales debido a su simetría. Contrario ocurre con las de coeficientes que se alejan de la unidad (Clase Kc2) y (Clase Kc3), las cuales presentan un mayor alargamiento en su forma, lo que quiere decir que en esta clase de cuencas no se presentan crecidas súbitas de sus caudales cuando se presenten lluvias intensas simultáneamente en toda o en gran parte de su superficie.

El índice de alargamiento (I_a) es otro parámetro que muestra el comportamiento de forma de la cuenca, pero esta vez no respecto a su redondez, sino a su tendencia a ser de forma alargada, en relación a su longitud axial, y al ancho máximo de la cuenca. Para determinación resulta de dividir la longitud mayor de la cuenca (L) entre el ancho mayor de ella medido perpendicularmente (l); su fórmula es la siguiente:

$$I_a = \frac{L}{l}$$

Donde;

L = longitud máxima de la cuenca

l = ancho máximo perpendicular

Aquellas cuencas que presentan valores mayores a uno, presentan un área más larga que ancha, obedeciendo a una forma más alargada, que la de aquellas donde la proporción entre largo y ancho de la cuenca está inclinada hacia la segunda dimensión, directamente relacionada con la forma redondeada. Igualmente, este índice permite hacer referencia a la dinámica rápida o lenta del agua en los drenajes y su potencial erosivo o de arrastre.

El Índice de homogeneidad (I_h) es la relación entre la superficie de la vertiente más extensa a la menor extensa de la cuenca. Indica la relación entre el área de aporte de una y otra vertiente.

$$I_h = \frac{A}{S_z}; I_h = \frac{A}{L * l}$$

Donde;

A = Área de la cuenca

S_z = superficie del rectángulo

L = longitud máxima de la cuenca

l = ancho máximo de la cuenca

$S_z = L \times l$

Si el valor de (I_h) tiende a 1.0 existirá homogeneidad en los aportes de cada vertiente, si se aleja de 1.0 indicará mayor aporte de escurrimiento de una vertiente a otra.

La pendiente de un tramo de río se considera como el desnivel entre dos extremos, dividido por la longitud horizontal de los extremos, de manera que:

$$m = \frac{H}{L} * 100$$

Donde;

m = Pendiente del tramo del cauce

H = Desnivel entre los extremos del tramo del cauce

L = Longitud horizontal del tramo del cauce

Con este parámetro se evalúa la pendiente media del río y su potencial para erosionar.

El tiempo de concentración (T_c) es el tiempo teórico que se demora una gota de agua en transcurrir desde la parte más alta de la cuenca hasta la desembocadura de la misma, el cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_c = \left(\frac{0.870 \times L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde;

T_c : Tiempo de Concentración (horas)

L: Longitud del Cauce Principal

H: Diferencia de altura en metros

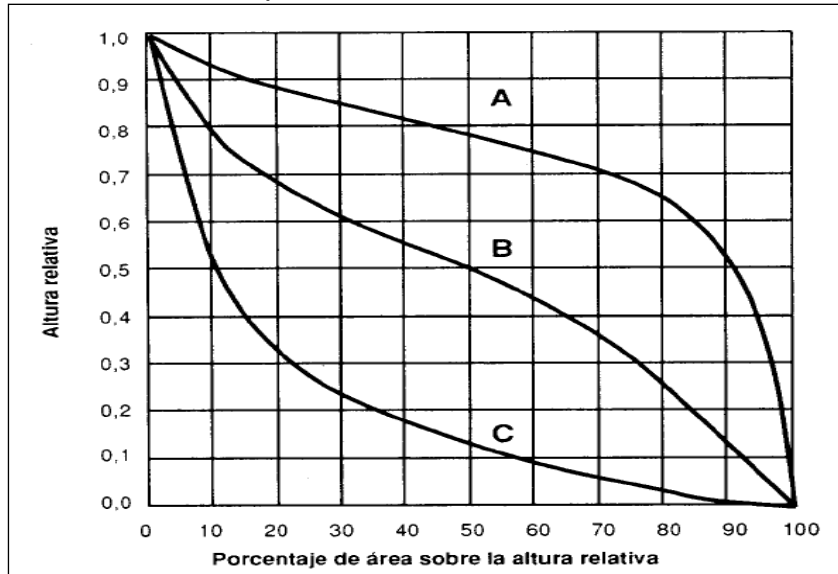
La curva hipsométrica es la representación gráfica del relieve de la cuenca, puede darnos algunos datos sobre las características fisiográficas de la misma. Se representa con una curva que indica el porcentaje de su área o superficie en Km^2 , que existen por encima de una cota determinada. Para su determinación basta con enfrentar este porcentaje con su intervalo de alturas correspondiente. En el gráfico No.1 se muestra tres curvas hipsométricas correspondientes a otras tantas cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos.

De conformidad al gráfico No. 1, la curva superior (curva A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva intermedia (curva B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva inferior (curva C) es típica de una cuenca sedimentaria. También representan las distintas fases de la vida de un río o quebrada como se expresa a continuación:

- Curva A: fase de juventud
- Curva B: fase de madurez
- Curva C: fase de vejez

Otra manera de analizar la curva hipsométrica es de acuerdo a la forma de su concavidad; una curva con concavidad hacia arriba indica una cuenca con valles extensos y cumbres escarpadas y lo contrario indicaría valles profundos y sabanas planas.

Gráfico No. 2 Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión



Fuente: Llamas, J. Hidrología general. 1993.

A partir de la curva hipsométrica también se definieron las alturas que dan como resultado superficies iguales para la cuenca alta, media y baja.

b) Método para la identificación, ponderación, y descripción de los impactos ecológicos, económicos y sociales asociados a la disponibilidad y uso del agua, en especial con fines agropecuarios, en la cuenca baja del río Tune.

Para identificar los impactos que surgen de la interacción entre la demanda hídrica, los usos del agua, los actores involucrados, los instrumentos vigentes de gestión, y la información disponible respecto a la oferta de agua en el área de estudio, así como de los beneficios ofrece la cuenca del río Tune a la comunidad, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los usuarios del agua (Anexo A). Se indagó respecto a cuáles son los conflictos que surgen de la gestión de los recursos hídricos, y los factores críticos para dirigir dicha gestión hacia la sustentabilidad del desarrollo de su territorio.

La entrevista semi-estructurada a cada de uno de los profesionales y/o conocedores del área de estudio sobre la base de un cuestionario de diez (10) preguntas (Ver Anexo B).

c) Método para la identificación, ponderación y descripción de las amenazas naturales asociada a la disponibilidad y uso del agua, en especial con fines agropecuarios en la cuenca baja.

Bajo los cimientos de las fases y métodos que preceden, este es uno de los aspectos transcendentales en el presente trabajo de grado. Para su pleno desarrollo e identificarlos se desarrollaron tres (03) etapas de la siguiente manera:

1) Identificación de amenazas naturales a través de la aplicación de entrevistas.

A través de la aplicación de una encuesta (ver Anexo D), que se enfocó en identificar sus recursos, beneficios, así como los problemas que disminuyen los aspectos positivos.

Para la aplicación de la misma se tuvo en cuenta la Fase Dos (F_2) dónde por medio de la información recopilada en la Corporación del Alto Magdalena (CAM) se determinaron los usuarios con permiso de concesión de aguas superficiales de la cuenca. Para determinar el tamaño de la muestra ó número de entrevistas se calculó una muestra representativa de los usuarios, seleccionados al azar, luego tabulada mediante la ecuación estadística de (Martínez, 1998, 354), (ver cuadro 2) para la muestra representativa en el muestreo aleatorio simple, cuando la población es finita, descrita a continuación:

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{(N - 1) E^2 + Z^2 PQ}$$

Dónde, n es el tamaño de la muestra; Z^2 es el nivel de confianza del 95%, es decir $Z^2 = 1,96$; P es la probabilidad de éxito, la cual es igual a 0,5 y Q es la probabilidad de fracaso, la cual es igual a 0,5; E es el error muestral, cuyo valor sugerido es de 0,04; N es el tamaño de la población, es decir 22. Por lo tanto el tamaño de la muestra (n) resultó ser 21.

2) Identificación de amenazas naturales a través del reconocimiento de campo.

De la mano de la información obtenida con las observaciones realizadas durante los seguimientos se identificaron aspectos positivos y negativos a través de recorridos por el área de estudio.

3) Identificación de amenazas naturales a través de la revisión y síntesis bibliográfica.

Mediante el método de síntesis y revisión bibliográfica, los problemas y amenazas se identificaron a partir de un análisis efectuado a los siguientes documentos: a) Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Palermo Huila. Alcaldía Municipal 2013, 191 p. b) Inventario del Potencial Ambiental del Municipio de Teruel (Castro, 2009, 23) (D2), c) Levantamiento Geológico de la Plancha 323 Neiva, Memoria explicativa (Ingeominas, 2002, 85) (D3), d) Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Teruel (POT, 2000, 45) (D4) y e) Plan Local de Emergencia y Contingencias (PLEC, 2012, 11)

4) Fase de Formulación del plan de manejo y programa para la administración del recurso hídrico

En la fase de la formulación del plan manejo y del programa para la administración del recurso hídrico (F₄) se formularon los objetivos, hipótesis y proyectos para comenzar a establecer la estructura del plan de manejo (Olaya, 2010). También con relación a las directrices y legislación ambiental se desarrolló un programa que promueve la estabilidad económica, el desarrollo agro – rural, la protección ambiental y la sostenibilidad ecológica.

5) Fase Preparación, sustentación y entrega del informe final

Esta fase se destinó a la preparación, presentación y sustentación del trabajo de grado realizado, por medio de un documento físico y magnético, el cual fue mostrado ante el director y jurados calificadores del proyecto de grado, el cuál fue evaluado y aprobado, para luego ser sustentado ante los mismos y compañeros del programa de la Universidad en una exposición magistral.

Cuadro No. 2 Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPA		MÉTODOS
F _i	NOMBRE	E _{ij}	NOMBRE	
F ₁	Fase 1. Actividades Preliminares	E ₁₁	Trazar la ruta a seguir durante el proyecto de grado.	Reunión con el Director del proyecto de grado y autor del mismo.
		E ₁₂	Revisión de literatura y material cartográfico del área de estudio.	Revisión de literatura y material cartográfico.
F ₂	Fase 2. Diagnóstico oferta y demanda hídrica	E ₂₁	Identificación de la oferta hídrica para la cuenca del río Tune	Método para el análisis de registros del IDEAM
		E ₂₂	Identificación de la demanda hídrica para la cuenca del río Tune	Revisión, análisis de la base de datos de los usuarios con permiso de concesión de la CAM
F ₃	Fase 3. Diagnóstico ecológico, económico y social	E ₃₁	Determinación y descripción del área de estudio	Método para la caracterización morfométrica de la cuenca
		E ₃₂	Identificación de impactos ecológicos, económicos y sociales	Reconocimiento de campo y encuesta a los usuarios del río Tune (Ver Anexo A) y profesionales de la zona.
		E ₃₃	Selección de impactos ecológicos, económicos y sociales	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
		E ₃₄	Descripción significativas de los impactos ecológicos económicos y sociales	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
		E ₃₅	Identificación de las amenazas naturales	Reconocimiento en campo de la cuenca, su área de influencia. Además de la aplicación de encuestas a los usuarios con permiso de concesión, profesionales de la zona y revisión bibliográfica.
		E ₃₆	Selección de amenazas naturales significativas.	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
		E ₃₇	Descripción de impactos y amenazas naturales significativos.	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
F ₄	Fase 4. Formulación del plan de manejo	E ₄₁	Formulación de objetivos e hipótesis para la gestión integrada con énfasis en la cuenca baja	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
		E ₄₂	Identificación y ponderación de prioridades de proyectos del plan de manejo	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
		E ₄₃	Formulación de proyectos de mayor prioridad	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
		E ₄₄	Formulación del programa para la administración del recurso hídrico	Reuniones de trabajo entre la autor y el director del proyecto de grado.
F ₅	Fase 5. Preparación, sustentación y entrega del informe final	E ₅₁	Presentación del informe final del proyecto de grado.	Presentación del documento en físico y medio magnético.
		E ₅₂	Sustentación del trabajo de grado.	Exposición magistral para el director del proyecto, jurados calificadores y compañeros del programa.
		E ₅₃	Entrega del trabajo de grado.	Entrega del informe final empastado a la Universidad Surcolombiana y al director del proyecto de grado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características biofísicas y socioeconómicas de la cuenca del río tune con énfasis en la cuenca baja

4.1.1 Localización de la cuenca hidrográfica del río Tune

El río Tune nace en el territorio de Teruel y tiene una longitud aproximada de 30 Km con una pendiente promedio de 1.02% y desemboca en el río Baché a escasos 2 Km del casco urbano. Dentro de sus afluentes se destacan la quebrada San Juan que nace en Teruel y desemboca en Palermo. El caudal del río Tune obtenido en época de invierno en el mes de noviembre de 1.998 fue de 2.46 m³/s y de 0.30457 M³/s en época de estiaje y sin embargo de este se extraen en predios del municipio 0.40065 m³/s según concesiones de la CAM.

Respecto a sus afluentes en el municipio de Palermo se puede mencionar la quebrada La Urriaga la cual surte el acueducto de la vereda La Urriaga, la microcuenca de la quebrada El Doctor la cual surte las veredas El Viso y Bomboná y la microcuenca La Guagua que surte la cabecera del municipio de Palermo, así como las veredas Buenos Aires, La Ceibas, Bomboná y El Almorzadero.

4.1.2 Características morfométricas

Por medio del software AutoCAD y acompañado de las ecuaciones y cálculos aritméticos explicados en la fase metodológica se determinaron las características morfométricas arrojando los siguientes resultados:

- × Área. El área (A) de la cuenca del río Tune es de 189.379 Km².
- × Perímetro (P) = 80.96 Km
- × Longitud (L) = 29.82 Km
- × Ancho (W) $W = \frac{A}{L} = \frac{189,379Km^2}{29,82Km} = 6,35Km$
- × Factor de forma de Horton $Rf = \frac{A}{L^2} = \frac{189,379km^2}{(29,82)^2 km^2} = 0,21$

Se obtuvo un factor de forma de 0,21. De acuerdo a las consideraciones de Horton la cuenca no tiende a ser circular, es decir el escurrimiento resultante de una lluvia no se concentra tan rápidamente y es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre toda su superficie.

- × Índice de Gravelius $K = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}} = 0,282 \frac{80,96km}{\sqrt{189,379km^2}} = 1,65$

Se obtuvo un índice de Gravelius igual a 1,65 perteneciente a la categoría Kc3 (rango entre 1.5 y 1.75) que son de forma oval oblonga a rectangular oblonga con la característica de que presentan menos torrencialidad.

$$\times \text{ Índice de alargamiento } I_a = \frac{L}{l} = \frac{29,82Km}{16,86Km} = 1,76$$

De acuerdo con el resultado, el índice de alargamiento es superior a la unidad, lo que concierne a que la cuenca tienda a buscar una forma rectangular. Esta característica puede repercutir en la dinámica rápida del agua sobre los drenajes que puede traer como consecuencia erosión y el arrastre de los suelos.

$$\times \text{ Índice de homogeneidad } I_h = \frac{A}{L * l} = \frac{189,379km^2}{29,82km * 16,86km} = 0,38$$

El índice de homogeneidad es 0,38 resultado inferior a la unidad; lo que conlleva a deducir que el aporte de escurrimiento entre la superficie de la vertiente más extensa a la menor extensa de la cuenca no es homogéneo.

$$\times \text{ Pendiente del cauce principal } m = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} * 100 = \frac{(930m - 520Km)}{29820m} * 100 = 1,35\%$$

El resultado de la pendiente del cauce principal es de 1,35%, pese a mostrar una pendiente baja, que tiende a ser relativamente plana y por consiguiente la cantidad y la velocidad de escurrimiento superficial se inclinan por ser de tasas muy bajas aun así no se descartan problemas por erosión y sedimentación.

$$\times \text{ Tiempo de concentración } T_c = \left(\frac{0,870 * L^3}{H} \right)^{0,385} = \left(\frac{0,870 * 29,82^3}{930 - 525} \right)^{0,385} = 4,76h$$

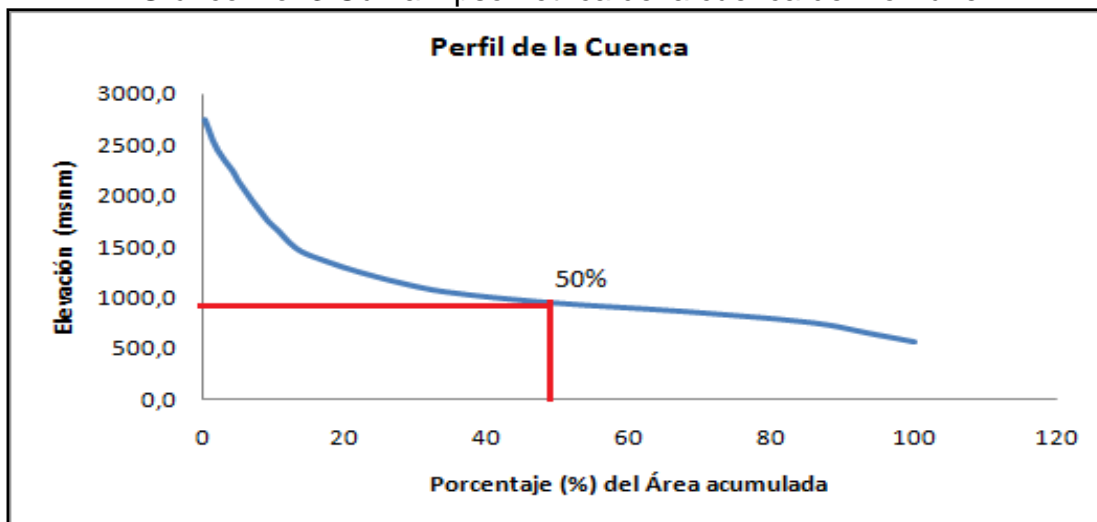
El tiempo de concentración es de 4,76h. Este es el tiempo teórico en el que se demora una gota de agua desde su nacimiento hasta la desembocadura.

\times Curva hipsométrica y mediana de altitud

La forma del relieve se determinó con la ayuda de la curva hipsométrica y elevación media la cual puede suministrar información sobre las características fisiográficas de la cuenca.

La curva se graficó teniendo en cuenta el porcentaje acumulado de su área o superficie y el intervalo de alturas correspondientes, el cual se muestra en el cuadro No. 3 y el gráfico No. 3.

Gráfico No. 3 Curva hipsométrica de la cuenca del río Tune



Cuadro No. 3 Áreas parciales y acumuladas de la cuenca según diferentes intervalos de altitud

Intervalo de Cotas (msnm)	Área entre curvas (m2)	Elevación Media (msnm)	Porcentaje de Área	Porcentaje de Área Acumulada
525 - 600	12422923,32	562,5	6,559820952	6,55
600 - 700	14549210,13	650	7,682588949	14,23258895
700 - 800	29871060,35	750	15,77316405	30,005753
800 - 900	40217710,78	850	21,23662644	51,24237944
900 - 1000	26757984,08	950	14,12933012	65,37170956
1000 - 1100	13618458,33	1050	7,191113233	72,56282279
1100 - 1200	10329840,81	1150	5,454586205	78,01740899
1200 - 1300	8381133,367	1250	4,425587508	82,4429965
1300 - 1400	6917299,719	1350	3,65262237	86,09561887
1400 - 1500	3555299,917	1450	1,877346441	87,97296531
1500 - 1600	2514242,296	1550	1,327624655	89,30058997
1600 - 1700	2926120,753	1650	1,545113636	90,84570361
1700 - 1800	2072591,664	1750	1,094414726	91,94011833
1800 - 1900	2106775,064	1850	1,112464985	93,05258332
1900 - 2000	1915244,833	1950	1,011329045	94,06391236
2000 - 2100	1874795,122	2050	0,989969913	95,05388227
2100 - 2200	1508023,206	2150	0,796299065	95,85018134
2200 - 2300	2124447,569	2250	1,121796804	96,97197814
2300 - 2400	1790912,248	2350	0,945676262	97,91765441
2400 - 2500	1350621,214	2450	0,713184257	98,63083866
2500 - 2600	1028951,459	2550	0,543329228	99,17416789
2600 - 2700	1020345,897	2650	0,538785133	99,71295302
2700 - 2800	545852,4742	2750	0,288232842	100,0011859

La mediana de altitud (Ma) se determina por medio de la curva hipsométrica, la cual puede dar información sobre las características fisiográficas de la cuenca.

En la curva se graficó el porcentaje acumulado de su área versus el intervalo de alturas correspondientes, lo cual se describe en el cuadro No. 3 y el gráfico No.3

La curva presenta una forma sigmoidal, en su parte superior presenta una forma cóncava y en su parte baja convexa. La zona intermedia, se caracteriza por presentar una leve concavidad, conforme a las características de las cuencas con valles extensos y cumbres escarpadas. Esta curva presenta una semejanza con la curva (C) (Llamas, 1993), que es una particularidad de las cuencas sedimentarias, donde se muestran acumulaciones de sedimentos en los valles de la parte baja producto de la erosión ocasionada en las cumbres montañosas a escarpadas de la parte alta.

De acuerdo con la curva hipsométrica se definió la altura mediana, cuyo valor fue de 993 metros sobre el nivel del mar. Además, se dividió la cuenca hidrográfica del río Tune en dos partes iguales así: cuenca alta y cuenca baja, a partir de esta altura.

Sin embargo por medio del método de área-elevación también se determino la elevación media así:

$$Em = \frac{\sum_{i=1}^n (Ai \times ei)}{A}$$
$$Em = \frac{188986,7(msnm * Km^2)}{189,37km^2}$$
$$Em = 997,98 msnm$$

4.1.3 Características de las condiciones socioeconómicas de la cuenca hidrográfica río Tune

Para la determinación de las características socioeconómicas de la cuenca se analizó la información suministrada por la Oficina de Planeación Municipal del municipio de Palermo mediante el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2013), la Secretaria de Salud Departamental a través de del programa “Salud puerta a puerta” (Gobernación del Huila, 2007), la Secretaria de Educación y Planeación Departamental del Huila. Esta información se corrobora con la información de trabajo de campo y con la información predial y veredal existentes en los planos zonificación del área rural del municipio de Palermo (Planchas cartográficas POT, 2013).

Historia del poblamiento de la cuenca

Para el análisis del poblamiento se deben enlazar factores de tipo social, económico y cultural que integran la manifestación de cualquier región y el estado actual (Tovar, 2012, 111).

Para el caso de la cuenca hidrográfica del río Tune la población se dedicó principalmente al fomento de la ganadería extensiva desde la época de la colonia cuando al parecer en el año de 1632 por el Licenciado Francisco Triviño de Sotomayor, en el llano de Nilo, hacienda de Tune dio lugar al cañon de la Guagua, hoy municipio de Palermo; esta provincia estaba conformada por grandes haciendas ganaderas que fueron adjudicadas por el gobierno Español, a quienes colaboraron en su mal llamada conquista, que por lo regular eran Ibéricos, quienes reunían mestizos y criollos en calidad de esclavos, terrazgueros o simples trabajadores, la población aborigen fue expulsada y sometida por los Españoles (Plan municipal de gestión de riesgo de desastre de Palermo, 5, 2013).

Sobre el área de la cuenca, este tipo de colonización y prácticas se han venido heredando a través de los tiempos por parte de los habitantes rurales, los cuales han ido ampliando la frontera agrícola de manera gradual interviniendo bosques naturales para destinarlos a la productividad económica mediante el método tradicional del desmonte para el establecimiento de potreros, cultivos de pancoger, cultivo de arroz (PBOT, 56, 2012).

También la actividad minera relacionada con la extracción del oro de aluvión y de manera artesanal practicada desde la época de La Colonia junto con la del mármol, que se ha venido ejerciendo desde la segunda mitad del siglo XX, han constituido el principal generador de riquezas, empleo y condiciones socio económicas que comienzan a desarrollarse aún más con la apertura de los caminos veredales incidiendo en el incremento de la población.

Población de la cuenca

A través del mapa veredal de las planchas cartográficas del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Palermo se pudo establecer que el área de la cuenca abarca en su extensión las veredas Las Brisas, El Horizonte, El Viso, La Florida, Las Moyitas, Nilo, La Urriaga y Guacimos (ver cuadro No. 4).

Cuadro No. 4 Población de la cuenca del río Tune

Vereda	Área (Has)	%
San Juan	493,66	0,5
El Tablón	243,88	0,27
San Gerardo	556,6	0,61
La Florida	330,3	0,36
El Viso	375,11	0,41
Horizonte	801,05	0,88
Brisas del Nilo	370,02	0,41
Nilo	1515,45	1,67
Moyitas	544,51	0,6
Piajo	211,82	0,23
Las Ceibas	823,1	0,91
La Urriaga	2673,66	2,94
Buenos Aires	2807,2	3,09
Farfan	7317,77	8,05

Fuente: PBOT municipio de Palermo – 2012

Por parte del municipio de de Teruel que abarca una pequeña porción de la cuenca se logró establecer que circunda con las antes nombradas las veredas La Castilla, San Gerardo y Pedernal.

Fuentes de ingreso de los habitantes de la cuenca

La fuente de Ingreso relevante en la cuenca está relacionado principalmente con la actividad ganadera y arrocera ejercida principalmente en la cuenca baja pues posee la mayor población del municipio de Palermo, además en ella está la cabecera municipal, le sigue la actividad del cultivo de café y pancoger en la cuenca alta y la minería representada en la extracción de roca caliza, mármol y oro de aluvión. Para el caso del mármol, existen varias minas de las cuales la explotación se realiza a través de la utilización de explosivos para extraer fragmentos de roca que luego son transportados y comercializados. En lo que tiene que ver con el oro de aluvión, su explotación se realiza en baja escala por barequeros mediante métodos artesanales sobre el lecho del cauce del río Tune, donde el metal es extraído para después comercializarlo.

Existen otras fuentes de ingreso como la del cultivo del cacao, producción acuícola a baja escala que se ejercen en pocos predios de la cuenca baja, la venta de mano de obra representada por el trabajo de los moradores en otras fincas y los cultivos de pancoger como la el cachaco y el plátano, que en la mayoría de los casos son ejercido para el autoconsumo.

Salud

Los pobladores de la cuenca se proveen de los servicios de atención de Salud en el Hospital San Francisco de Asís de la cabecera municipal. Este centro actualmente se encuentra descentralizado y funciona como una Empresa Social del Estado (ESE) de nivel 1. Actualmente cuenta con un solo Puesto de Salud ubicado en el Centro poblado del Juncal.

Esta ESE cuenta con una planta física de 840 mts², de los cuales cuenta con 14 camas, una sala de parto, sala de urgencias y procedimientos, cinco (05) consultorios médicos, dos de enfermería, un consultorio de fisioterapia, dos consultorio de odontología, uno de psicología, un consultorio para vacunación, uno para higiene oral, un consultorio para planificación familiar y finalmente uno para promoción y prevención.

Educación

Dentro de la cuenca hidrográfica del río Tune existen tres centros Instituciones Educativas rurales identificados como Nilo, Ospina Pérez y San Juan como se muestra en el Cuadro No. 5..

Estas sedes educativas se encuentran ubicadas en la cuenca alta donde se ofrece el servicio de educación preescolar, básica primaria y secundaria, esta última con carencia de estudiantes tal como se consigna en el Cuadro No. 4 de las últimas cifras reportadas para el 2012 en el SIMAT.

Según lo manifiesta el PBOT (2012, 251) la evidencia de la baja cobertura en educación superior es notorio, ya que tan solo el 4,3% de la población a nivel regional tiene formación profesional y es precedido por el resultado de 27,6% de la población con estudios en secundaria.

Cuadro No.5 Centros educativos de la cuenca del río Tune

Nivel educativo	Trans	Primaria								Secundaria				Media	Normal	Adultos						Total	
Municipio/Institución/Sede	0	1	2	3	4	5	99	6	7	8	9	10	11	12	13	21	22	23	24	25	26		
PALERMO	369	517	524	496	518	509		639	514	422	379	367	240					20	82	115	178		5809
NILO	5	25	27	17	29	25		30	20	15	14	19	8										234
BRISAS DE NILO		5	2	5	5	3																	20
EL VISO		3	4	3	4	1																	15
HORIZONTE		2	7	4	2	3																	18
LA FLORIDA		7	10	4	6	7																	34
LIBANO		3	2	1	6	6																	18
NILO	5	5	2		6	5		30	20	15	14	19	8										129
OSPINA PEREZ	15	35	39	43	41	50		55	36	30	20	22	18										404
COROZAL		1	3	4		2																	10
EL PIJAO		3	3	3		4																	13
GUADUALITO		3	4	4	4	4																	19
MORAL		1		1	4	3																	9
MOYITAS		2	3	7	6	6																	24
OSPINA PEREZ	15	21	23	17	22	28		55	36	30	20	22	18										307
SAN JOSE		2	2	4	4	2																	14
SANTO DOMINGO		2	1	3	1	1																	8
SAN JUAN	15	23	20	13	13	12																	96
BUENOS AIRES		3		1		1																	5
LOS PINOS	1	2	2	4	2	3																	14
SAN ANTONIO	1	1	2	2	1	1																	8
SAN GERARDO	1	6	6	2	5	2																	22
SAN JUAN	10	8	8	2	4	3																	35
UPAR	2	3	2	2	1	2																	12

Fuente: Secretaría de Educación del Huila – SIMAT – PBOT municipio de Palermo

4.2 Oferta, demanda y usuarios del agua para diferentes usos en la cuenca baja del río tune

4.2.1 Análisis hidroclimático y de oferta hídrica

El clima, está ligado a factores globales, regionales y locales; Los globales están determinados por la circulación atmosférica originada por el calentamiento diferencial de la corteza terrestre, predominando en la región ecuatorial fenómenos como la zona de confluencia intertropical y la presencia de vientos alisios y de masas de aire húmedas provenientes de Brasil. Las condiciones que se desprenden por estos eventos son periódicamente modificadas por anomalías climáticas conocidas en el continente suramericano como fenómenos de El Niño y La Niña.

Palermo, por encontrarse ubicado en la zona ecuatorial se ve influenciado por los eventos antes nombrados. En efecto existen factores regionales como la orografía, delimitada por la cordillera central y su orientación sur-norte, que actúa como barrera natural de las masas de aire húmedas provenientes de Brasil, con dirección sureste-oeste. Este evento y la mayor elevación de la cordillera central con relación a la oriental, propicia una variación diferencial de la precipitación, siendo más alta sobre el costado oriental de la cordillera central.

Para determinar el estudio hidroclimático de la cuenca del río Tune se conto con la información meteorológica registrada por el IDEAM en las estaciones San Rafael, Tune, Baché, Palermo, El Totumo, Rionegro HDA, El Cucharó y El Volcan localizadas en municipios de Teruel y Palermo como se observa en el cuadro No.6.

Para efecto del estudio hidroclimático se tomaron datos desde el año de 1986 hasta el año 2012.

Cuadro No. 6 Estaciones climatológicas del IDEAM

Estación	Municipio	Corriente	m.s.n.m	Longitud W	Latitud N
El Totumo	Palermo	Tune	700	75°49'	2°87'
Palermo	Palermo	Tune	600	75°44'	2°90'
El Volcan	Palermo	Bache	1105	75°56'	2°86'
Rionegro HDA	Palermo	Bache	560	75°42'	2°91'
San Rafael	Teruel	Pedernal	1030	75°58'	2°76'
El Cucharó	Palermo	Qda. Gallinazo	620	75°39'	2°85'
Palermo	Palermo	Bache	550	75°44'	2°88'

Temperatura (T)

Para efectos del estudio de la cuenca, las estaciones San Rafael y Palermo (Baché) son las únicas que presentan registros de temperatura y la demás no la poseen; por consiguiente, para las estaciones que carecen de dicha información se les calculó la temperatura a partir de los datos de la estación Palermo (Baché) teniendo en cuenta lo que se conoce como gradiente vertical de temperatura, en la que la temperatura

disminuye en la troposfera en una cantidad que varía según las condiciones locales, pero que en promedio la variación está alrededor de 0,56 °C por cada 100 de ascenso o descenso vertical (ver cuadro No. 9)

Cuadro No. 7 Determinación de temperaturas

Estación	Municipio	Corriente	m.s.n.m	Temperatura °C
El Totumo	Palermo	Tune	700	25,56**
Palermo	Palermo	Tune	535	26,48**
El Volcan	Palermo	Bache	1105	23,29**
Rionegro HDA	Palermo	Bache	560	26,34**
San Rafael	Teruel	Pedernal	1030	23,4*
El Cucharo	Palermo	Qda. Gallínazo	620	26,00**
Palermo	Palermo	Bache	550	26,4*
*Temperatura de la Estación según IDEAM				
**Temperatura calculada				

Según Holdridge (1982, 18, tomado de Tovar, 2012, 60), para la región tropical las zonas con elevaciones entre 1000 y 3500 metros de altitud, la biotemperatura es la misma temperatura ambiental (tal como sucede con las estaciones El Volcán y San Rafael que superan los 1.000 metros de altura), pero para alturas inferiores a 1.000 metros (como sucede con las estaciones El Totumo, Palermo, Rionegro HDA y El Cucharo), la biotemperatura se calcula a partir de la temperatura del aire mediante la siguiente expresión:

$$BioT^{\circ}C = t - \left[\left(\frac{3 * \text{gradoslatitud}}{100} \right) * (t - 24)^2 \right] =$$

Cuadro No. 8 Determinación de biotemperaturas

Estación	Municipio	Corriente	Latitud N	Altura m.s.n.m	Temperatura (°C)	Biotemperatura (°C)
El Totumo	Palermo	Tune	2,87	700	25,56	25,35
Palermo	Palermo	Tune	2,90	535	26,48	25,94
El Volcan	Palermo	Bache	2,87	1105	23,29	23,29
Rionegro HDA	Palermo	Bache	2,91	560	26,34	25,86
San Rafael	Teruel	Pedernal	2,76	1030	23,4	23,4
El Cucharo	Palermo	Qda. Gallínazo	2,86	620	26,0	25,66
Palermo	Palermo	Bache	2,88	550	26,4	25,90

A partir de la biotemperatura de la estación Palermo (Baché) se determinó la biotemperatura para las curvas de nivel cada 100 metros de altitud (Ver cuadro No.

8) y con base a las áreas de las curvas de nivel de la cuenca y con la ayuda del software Autocad 2.010, se construyeron las Isotermas sobre la cuenca utilizando las planchas cartográficas 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B del IGAC a escala 1:25.000.

A partir del mapa de Isotermas se obtuvo la biotemperatura (BioT°C) media de la cuenca, que consiste en sumar los productos de la áreas comprendidas entre cada dos isotermas por la biotemperatura media, posteriormente se divide éste resultado entre el área total de la cuenca como se observa a través del desarrollo de la siguiente ecuación (ver cuadro No. 7):

$$BioT^{\circ}C = \frac{\sum BioT_n * A_n}{A} = \frac{4.487.159.874,59^{\circ}C - m^2}{189.399.844,60m^2} = 23,69^{\circ}C$$

Bajo ese procedimiento se obtuvo la biotemperatura media (BioT°C) de la cuenca, la cual arrojó un resultado de 23,69 °C. A continuación se consignan en el cuadro No. 10 dónde se observa la Biotemperatura de la cuenca baja y alta.

Cuadro No. 9 Determinación de las isotermas

Gradiente de Temperatura	Alturas (m)	Biotemperatura (°C)
0,56	2800	13,8
0,56	2700	14,36
0,56	2600	14,92
0,56	2500	15,48
0,56	2400	16,04
0,56	2300	16,6
0,56	2200	17,16
0,56	2100	17,72
0,56	2000	18,28
0,56	1900	18,84
0,56	1800	19,4
0,56	1700	19,96
0,56	1600	20,52
0,56	1500	21,08
0,56	1400	21,64
0,56	1300	22,2
0,56	1200	22,76
0,56	1100	23,32
0,56	1000	23,88
0,56	900	24,44
0,56	800	25
0,56	700	25,56
0,28	600	26,12
E. Palermo	550	26,4
0,28	500	26,86

Cuadro No. 10 Valores de temperatura ambiente y biotemperatura correspondiente a las elevaciones y partes de la cuenca del río Tune

Cuenca	Cotas	Temperatura media corregida (°C)	Biotemperatura media (°C)
Baja	525	26.34	24.99
	600	25.84	
	700	25.28	
	800	24.72	
	900	24.16	
	1000	23.6	
Alta	1100	22.76	22.20
	1200	22.2	
	1300	21.64	
	1400	21.08	
	1500	20.52	
	1600	19.96	
	1700	19.4	
	1800	18.84	
	1900	18.28	
	2000	17.72	
	2100	17.16	
	2200	16.6	
	2300	16.04	
	2400	15.48	
2500	14.92		
2600	14.36		
2700	13.8		

Para la cuenca baja, el resultado de la biotemperatura media fue de 24,99 °C; por otro lado la cuenca mostró un descenso de la temperatura tal y como lo asume el gradiente de temperatura en ascenso ó descenso, en este caso el cambio lo propicia el ascenso con respecto al nivel de mar.

Cuadro No. 11 Determinación de la biotemperatura de la cuenca

Intervalo de Cotas (msnm)	Intervalo de Biotemperaturas (°C)		Área entre curvas de Bioetemperatura (m ²)	Biotemperatura media (°C)	Área x Biotemperatura Media
525 - 600	26,56	26,12	12422923,32	26,34	327219800,2
600 - 700	26,12	25,56	14549210,13	25,84	375951589,6
700 - 800	25,56	25	29871060,35	25,28	755140405,6
800 - 900	25	24,44	40217710,78	24,72	994181810,6
900 - 1000	24,44	23,88	26757984,08	24,16	646472895,4
1000 - 1100	23,88	23,32	13618458,33	23,6	321395616,6
1100 - 1200	23,32	22,76	10329840,81	23,04	237999532,3
1200 - 1300	22,76	22,2	8381133,367	22,48	188407878,1
1300 - 1400	22,2	21,64	6917299,719	21,92	151627209,8
1400 - 1500	21,64	21,08	3555299,917	21,36	75941206,22
1500 - 1600	21,08	20,52	2514242,296	20,8	52296239,76
1600 - 1700	20,52	19,96	2926120,753	20,24	59224684,04
1700 - 1800	19,96	19,4	2072591,664	19,68	40788603,96
1800 - 1900	19,4	18,84	2106775,064	19,12	40281539,22
1900 - 2000	18,84	18,28	1915244,833	18,56	35546944,1
2000 - 2100	18,28	17,72	1874795,122	18	33746312,2
2100 - 2200	17,72	17,16	1508023,206	17,44	26299924,72
2200 - 2300	17,16	16,6	2124447,569	16,88	35860674,97
2300 - 2400	16,6	16,04	1790912,248	16,32	29227687,89
2400 - 2500	16,04	15,48	1350621,214	15,76	21285790,33
2500 - 2600	15,48	14,92	1028951,459	15,2	15640062,17
2600 - 2700	14,92	14,36	1020345,897	14,64	14937863,93
2700 - 2800	14,36	13,8	545852,4742	14,08	7685602,837
			189399844,6		4487159875

Precipitación (P)

Para determinar la precipitación de la cuenca se analizaron los registros medios, máximos y mínimos anuales de precipitación para cada una de las estaciones mencionadas, (ver cuadro No. 12).

De acuerdo al cuadro No. 10 se estableció que para la estación El Cucharó que los meses más lluviosos son Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre donde sus registros medios mensuales oscilan de 195.0 hasta 276.7 mm, mientras que los meses más secos son Julio y Agosto con registros medios mensuales que oscilan de 21.4 hasta 37.1 mm. Para el caso de la estación Palermo, que presentó a Marzo,

Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre como los meses más lluviosos con registros medios mensuales que oscilan de 166.6 hasta 232.0 mm, Julio y Agosto como los meses más secos con registros medios mensuales que oscilan de 19.7 hasta 35.9 mm, El Volcán presentó a Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre con registros medios mensuales que oscilan 248.5 hasta 291.6 mm mientras que Julio y Agosto con registros medios mensuales de 59.0 hasta 60.1 mm, El Totumo presentó registros medios mensuales que oscilan de 248.5 hasta 277.6 mm pertenecientes a Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre como los meses más lluviosos, en tanto que Julio y Agosto con registros que oscilan de 34.6 hasta 38.6, la estación Rionegro presentó registros medios mensuales que oscilan entre 206.1 hasta 262.3 mm que conciernen a los meses de Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre, mientras que Julio y Agosto registró valores medios mensuales de 19.6 hasta 33.1 mm, la estación San Rafael presenta los mismos meses lluviosos con registros que oscilan de 240.2 hasta 293.8 mm y los mismos meses secos con valores medios mensuales que oscilan de 40.1 hasta 47 mm y la estación Tune presentó registros de 174.7 hasta 362.1 mm correspondientes a los meses lluviosos de Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre mientras que los valores registrados para los meses secos de 28.7 hasta 51.1 pertenecientes a los meses de Julio y Agosto.

A través de las estaciones meteorológicas se puede comparar la variación media mínima anual y media máxima anual de precipitación sobre el área de estudio, como ocurre en las estaciones del municipio de Palermo donde sus registros, para el caso de Tune, oscilan entre 0,0 y 694,0 mm medio anual con un valor medio anual de 2.171,3 mm, en la estación Baché oscilan entre 0,0 y 497,8 mm con un valor anual de 1.522,7 mm, El Cucharó oscilan 0,0 y 551,0 mm con un valor anual de 1.819,7 mm, El Volcán oscilan 0,0 y 720,0 mm con un valor anual de 2.280,6 mm, El Totumo oscilan entre 0,0 y 602,0 mm con un valor anual 1.909,6 mm, Rionegro HDA oscila entre 0,0 y 600,0 con un valor medio anual de 1.713,0 mm, las estaciones del municipio de Teruel, como San Rafael presenta precipitaciones que oscilan entre 4,2 y 2.068,4 mm con un valor medio anual de 2.068,4 mm.

También se puede establecer que en la cuenca hidrográfica y sus alrededores existe un régimen climático en común, teniendo en cuenta que los meses más lluviosos obedecen a octubre, noviembre y diciembre y los más secos corresponden a Julio y Agosto, del mismo modo su precipitación media oscila entre 1.522,7 mm (estación Bache) y los 2.171,3 mm (estación Tune).

Con base en la información de precipitación de las estaciones relacionadas y con la ayuda del software Autocad 2.010, se construyeron las Isoyetas para la cuenca con espacios de 50 mm entre curvas sobre las planchas cartográficas 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B del IGAC a escala 1:25.000 (ver mapa No. 1). En base a esta información se obtuvo la precipitación media de la cuenca, cuyo procedimiento consiste en sumar los productos de las áreas comprendidas entre cada dos isoyetas por la precipitación media de las mismas, este resultado se divide entre el área total de la cuenca como se expone a través del cuadro No. 14 y la siguiente ecuación:

$$P_m = \frac{\sum P_n * A_n}{A} = \frac{386.835.979.017,49}{189.379.027,15} = 2042.65mm$$

De esta manera se pudo determinar que la precipitación media (Pm) de la cuenca, de 2.042,65 mm: así mismo, a través del análisis del cuadro No. 13 se puede corroborar que la precipitación con mayor superficie en la cuenca oscila entre 1.975 mm y 2.025 mm, mientras que la de menos está por de los debajo de 1.625 mm.

Cuadro No. 12 Valores máximos, medios y mínimos mensuales de precipitación

Estación	Valores	VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN												Valor Anual
		Meses del Año												
		Enero	Febre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octub	Nov	Diciem	
Cucharo	Medios	170.5	167.8	195.0	208.6	140.1	39.6	37.1	21.4	63.6	271.4	276.7	227.9	1819.7
	Máximos	504.0	523.0	420.0	428.0	372.0	149.0	134.0	73.0	194.0	551.0	486.0	469.0	551.0
	Mínimos	20.0	5.0	35.0	53.0	5.0	0.0	0.0	0.0	4.0	85.0	43.0	60.0	0.0
Palermo	Medios	141.3	161.2	191.0	185.5	113.5	48.9	35.9	19.7	54.8	166.6	232.0	172.2	1522.7
	Máximos	345.3	497.8	364.0	402.9	241.9	150.3	179.6	54.8	183.0	358.2	379.1	419.4	497.8
	Mínimos	20.2	38.2	11.4	48.6	9.8	0.0	4.7	0.0	2.4	14.5	51.4	9.0	0.0
Volcan	Medios	208.3	217.4	258.2	277.6	202.0	91.1	60.1	59.0	105.8	260.9	291.6	248.5	2280.6
	Máximos	411.0	550.0	478.0	720.0	487.0	275.0	211.0	235.0	356.0	492.0	536.0	416.0	720.0
	Mínimos	35.0	18.0	62.0	58.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	100.0	60.0	0.0
Totumo	Medios	151.6	175.1	207.7	241.3	146.3	58.4	38.6	34.6	80.6	251.8	295.7	228.1	1909.6
	Máximos	320.0	428.0	365.0	602.0	321.0	160.0	248.0	139.0	224.0	549.0	591.0	448.0	602.0
	Mínimos	19.0	29.0	75.0	77.0	10.0	0.0	3.0	0.0	7.0	73.0	46.0	27.0	0.0
Rionegro	Medios	152.7	156.0	206.1	197.5	114.8	44.3	33.1	19.6	63.6	243.7	262.3	219.3	1713.0
	Máximos	462.0	514.0	382.9	600.0	259.0	161.0	160.0	107.0	238.0	436.0	507.0	417.0	600.0
	Mínimos	25.0	3.0	52.0	20.0	4.0	0.0	3.0	0.0	0.0	55.0	23.0	52.0	0.0
S Rafael	Medios	194,1	198,1	240,2	227,1	165,9	70,8	47	40,1	93,2	242,9	293,8	255	2068,4
	Máximos	472,9	473,7	451,9	407,4	355,9	155,1	134,1	108,6	257	638,6	494,9	426,4	638,6
	Mínimos	38,5	20,8	93,3	44,5	35,8	10,5	13	4,2	21,88	48,9	144,4	59,1	4,2
Tune	Medios	175,4	173,5	174,7	285,7	164,7	89,9	28,7	51,1	112,8	258,9	362,1	293,7	2171,3
	Máximos	481,9	377	478,3	534	336,2	252	62	109	675	455	694	531,6	694
	Mínimos	69	5	43	133	41	0	9	7	7	115	179	108	0

Cuadro No.13 Determinación de la precipitación de la cuenca

Item	Área m ²	Area (ha)	Precipitación media (mm)	A*P
0	10.562.916,53	1056,29165	2.325	24.558.780.932,25
1	13.489.816,48	1348,98165	2.300	31.026.577.909,29
2	9.568.771,40	956,87714	2.225	21.290.516.366,34
3	12.524.511,12	1252,45111	2.175	27.240.811.678,17
4	14.361.027,32	1436,10273	2.125	30.517.183.049,05
5	20.584.868,74	2058,48687	2.075	42.713.602.625,75
6	28.082.046,05	2808,2046	2.025	56.866.143.242,95
7	33.201.652,34	3320,16523	1.975	65.573.263.372,49
8	20.545.915,10	2054,59151	1.925	39.550.886.566,54
9	9.452.844,53	945,284453	1.875	17.724.083.498,81
10	5.609.500,05	560,950005	1.825	10.237.337.585,96
11	4.118.695,04	411,869504	1.775	7.310.683.695,11
12	3.213.771,74	321,377174	1.725	5.543.756.252,54
13	2.221.900,26	222,190026	1.675	3.721.682.940,36
14	1.228.486,52	122,848652	1.625	1.996.290.589,15
15	612.303,94	61,2303945	1.575	964.378.712,75
	189.379.027,15	18937,9027		386.835.979.017,49

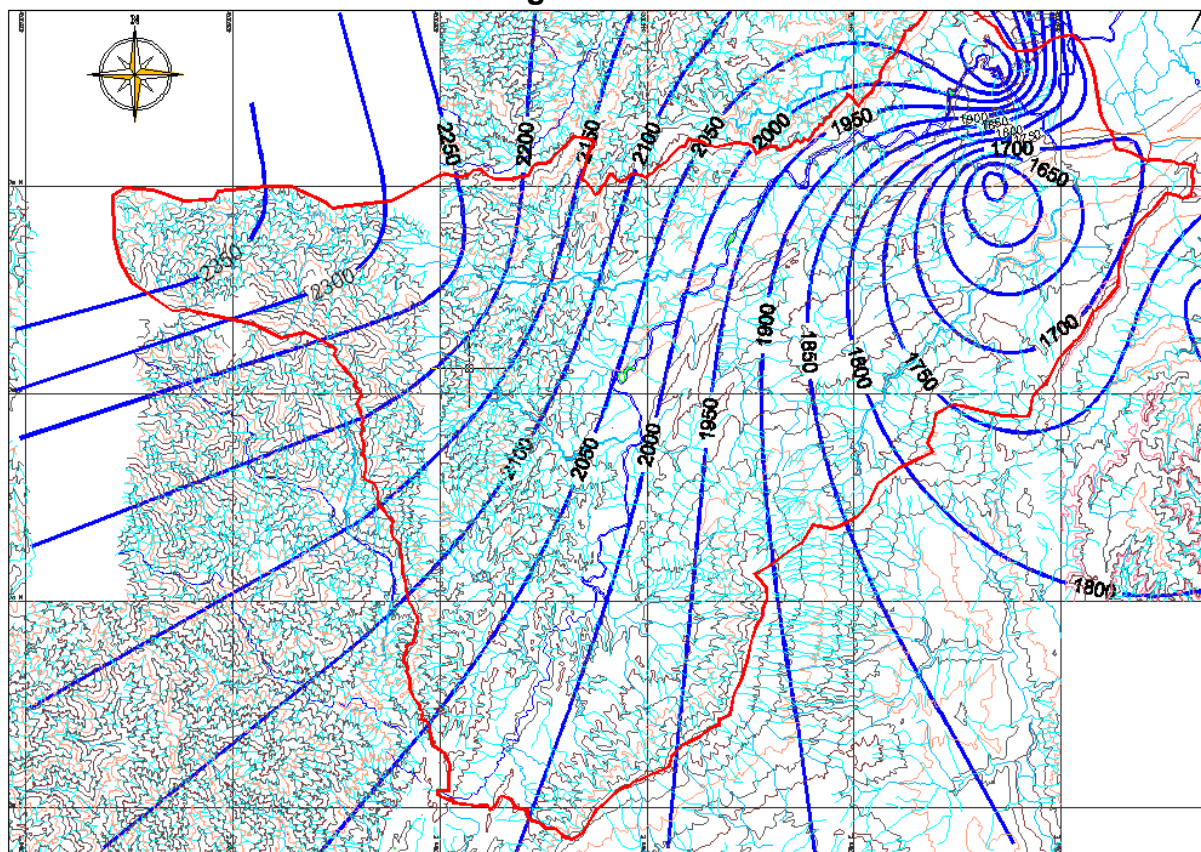
Posteriormente se determinó la precipitación bajo el mismo procedimiento para la cuenca alta y baja:

Cuadro No. 14 Determinación de la precipitación de la cuenca alta y baja

Cuenca	Área (Km ²)	Precipitación (mm)
Alta	94.685	2141.54
Baja	94.685	1943.76
Precipitación promedio de la cuenca		2042.65

En el cuadro No. 14 se observa que la precipitación para la cuenca alta es de 2141.54 mm medios anuales demostrando que la oferta hídrica superficial presenta características volumétricas en relación con la altitud; mientras que en la cuenca baja la precipitación es de 1943.76 mm medios anuales en cuya área se presenta el mayor consumo de este recurso para las actividades agropecuarias.

Mapa No. 1 Trazado de isoyetas e isotermas sobre la superficie de la cuenca hidrográfica río Tune



Evapotranspiración Real (ETR), Relación de la Evapotranspiración Potencial (RETP), Provincias de Humedad, Evapotranspiración Real (ETR) y Ecurrimiento (E).

Con base a los datos de precipitación media ($P_m = 2042,65 \text{ mm}$) y bio-temperatura media ($BioT(^{\circ}C) = 23,69 \text{ }^{\circ}C$), se procedió a determinar la relación de evapotranspiración potencial (RETP) de la siguiente manera:

$$ETP_{(anual)} = \frac{BioT(^{\circ}C) * 58,93mm}{(^{\circ}C)} = \frac{23,69(^{\circ}C) * 58,93mm}{(^{\circ}C)} = 1.396,05mm$$

$$RETP = \frac{ETP}{P_m} = \frac{1.396,05mm}{2.042,65mm} = 0,68$$

Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para la cuenca baja y alta del río Tune de la siguiente manera:

$$ETP_{(cuenca_baja)} = \frac{BioT(^{\circ}C) * 58,93mm}{(^{\circ}C)} = \frac{24,99(^{\circ}C) * 58,93mm}{(^{\circ}C)} = 1.472,66mm$$

$$RETP = \frac{ETP}{Pm} = \frac{1.472,66mm}{1943,76mm} = 0,75$$

$$ETP_{(cuenca_alta)} = \frac{BioT(^{\circ}C) * 58,93mm}{(^{\circ}C)} = \frac{22,20(^{\circ}C) * 58,93mm}{(^{\circ}C)} = 1.308,24mm$$

$$RETP = \frac{ETP}{Pm} = \frac{1.308,24mm}{2.141,54mm} = 0,61$$

Se puede deducir que por cada milímetro de agua podría potencialmente evapotranspirarse hasta 0,68 milímetros para toda la cuenca (si siempre hubiera agua en el suelo). Esto quiere decir que en la cuenca existen excesos de agua, por consiguiente hay favorabilidad para las plantas.

Sin embargo los resultados de la cuenca baja ETP (1.472,66 mm) y RETP (0,73) sustentan que en la cuenca baja se produce una mayor evapotranspiración porque en la cuenca baja está el epicentro de la producción agropecuaria y que por cada milímetro de agua podría potencialmente evapotranspirarse hasta 0,75 milímetros. Para la cuenca alta la situación es favorable debido a que se produce una menor evapotranspiración (ETP=1.308,24 mm) dado las condiciones climáticas y su evapotranspiración potencial es menor (RETP=0,61).

Los RETP (0,68 – 0,61 – 0,75) para toda y cada de una de sus divisiones comparte en el diagrama de zonas de vida la provincia de humedad denominada “Húmedo”.

Con el resultado de la relación de la evapotranspiración potencial (RETP = 0,68 – 0,61 – 0,75) se procedió a ingresar al nomograma del movimiento del agua en asociaciones climáticas (ver gráfico No.1) y mediante el método gráfico se determinó que el porcentaje (%) de evapotranspiración potencial (ETP) que se convierte en evapotranspiración real (ETR) es igual al 86% para toda la cuenca, para la cuenca baja es igual a 88% y para la cuenca alta es igual a 84%; por lo tanto este porcentaje multiplicado por (ETP) es igual a (ETR), es decir:

$$ETR = \% ETR * ETP = (86\% * 1.396,05mm) = 1.200,60mm$$

Esto manifiesta que 1.200,60 mm de agua son efectivamente evaporados desde la superficie del suelo y evapotranspirados por la cobertura vegetal.

De igual forma se procedió a realizar el mismo procedimiento para la cuenca baja y alta del río Tune de la siguiente manera:

$$ETR_{(cuenca_baja)} = \% ETR * ETP = (88\% * 1.472,66mm) = 1.295,94mm$$

$$ETR_{(cuenca_alta)} = \% ETR * ETP = (84\% * 1.308,24mm) = 1.098,92mm$$

Escurrimiento (E)

Con los resultados de evapotranspiración real (ETR) y la precipitación (P) calculada se obtuvo el escurrimiento (E) para la cuenca en general y cada una de sus divisiones:

$$E_{\text{cuenca_baja}} = Pm - ETR = 1.943,76m - 1.295,94mm = 647,82mm$$

$$E_{\text{cuenca_alta}} = Pm - ETR = 2.141,54m - 1.098,92mm = 1042,62mm$$

Esto quiere decir que en la cuenca, una vez sucedido el proceso de evapotranspiración real (ETR), le quedan 647,82 mm para la cuenca baja y 1042,62 para la cuenca alta, que se convierten en nacimientos, agua superficial de quebradas, y agua que utilizan las plantas.

Este mismo escurrimiento se puede representar como una altura de columna de agua (h), con el cual el escurrimiento se puede representar en volumen de agua y que se puede explicar a través de la siguiente expresión:

$$V = A * h$$

$$V_{\text{cuenca_baja}} = \left[9468,50ha \left(\frac{10000m^2}{1ha} \right) * 647,82mm \left(\frac{1m}{1000mm} \right) \right] = 61.338.836,7m^3$$

$$V_{\text{cuenca_alta}} = \left[9468,50ha \left(\frac{10000m^2}{1ha} \right) * 1042,62mm \left(\frac{1m}{1000mm} \right) \right] = 98.720.474,7m^3$$

El volumen expresado en caudal es el siguiente:

$$Q_{\text{cuenca_baja}} = \frac{V}{t} = \frac{61.338.836,7m^3}{365días} = \frac{61.338.836,7m^3}{31.536.000seg} = 1,95 \frac{m^3}{seg}$$

$$Q_{\text{cuenca_Alta}} = \frac{V}{t} = \frac{98.720.474,7m^3}{365días} = \frac{98.720.474,7m^3}{31.536.000seg} = 3,2 \frac{m^3}{seg}$$

Lo que indica que el escurrimiento de la cuenca baja y alta convertido en caudal está representado por 1,95 y 3,2 m³/segundo.

Índice de aridez (iA)

$$iA_{\text{cuenca_baja}} = \frac{(ETP - ETR)}{(ETP)} = \frac{(1.472,66\text{mm} - 1.295,94\text{mm})}{(1.472,66\text{mm})} = 0,12$$

$$iA_{\text{cuenca_alta}} = \frac{(ETP - ETR)}{(ETP)} = \frac{(1.308,24\text{mm} - 1.098,92\text{mm})}{(1.308,24\text{mm})} = 0,15$$

Comparando el resultado del índice de aridez ($iA = 0,12$ y $0,15$) con los rangos establecidos en el cuadro No. 1, se puede deducir que en la cuenca existen altos excedentes de agua, lo cual es concordante con el resultado de la relación de la evapotranspiración potencial (RETP) y la provincia denominada “Húmedo” determinados en el análisis hidroclimático.

Comportamiento hidrológico mensual

En el municipio de Palermo existe información meteorológica registrada por el IDEAM a través de las estaciones Palermo (Baché), Totumo, Rionegro HDA, El Volcan, El Cucharero y Palermo (Tune) entre otras, las cuales registran la información climática del municipio.

De acuerdo con lo anterior, y con el objetivo de determinar el comportamiento hidrológico de la cuenca éste se puede exponer dos maneras. La primera es utilizando la información de diferentes estaciones, no solo del mismo municipio sino de otros municipios, pero la desventaja al optar por esta opción es que los resultados tienden a alejarse de la realidad, a pesar de que todas las estaciones utilizadas compartan el mismo régimen climático. La segunda manera es la de comparar las características hidrológicas de la cuenca a través de la estación más cercana con el área de estudio, de esta manera los resultados obtenidos serían lo más parecidos con la realidad.

Por lo anterior expuesto, se procedió a determinar el comportamiento hidrológico durante los diferentes meses del año utilizando la información meteorológica de la estación Palermo (Baché), la cual fue escogida por presentar características favorables para realizar el estudio relacionado, además esta se encuentra en la cuenca baja.

Entre las características más importantes de Palermo (Baché), es que cuenta no sólo con datos de precipitación sino también de temperatura, particularidad que las demás estaciones del municipio no poseen; además de estar muy cerca con el área de estudio (tan solo 500 metros) presenta una elevación de 550 m.s.n.m.

Para el desarrollo del análisis hidroclimático, los registros meteorológicos de la estación Palermo (Bache) se tuvieron en cuenta desde el año 1.980 hasta el 2.012, los cuales fueron preponderantes para determinar el comportamiento mensual de la evapotranspiración potencial (ETP), la evapotranspiración real (ETR) y el escurrimiento (E) presentados sobre el área de estudio y sus alrededores, cuyo procedimiento se realizó de conformidad a la metodología de L.R. Holdridge (1.982,83, 101-106) citada por Tovar (2012, 35 – 41) como se puede observar en el cuadro No. 15 y el grafico No.4.

Cuadro No. 15 Comportamiento hidrológico mensual de la cuenca del río Tune

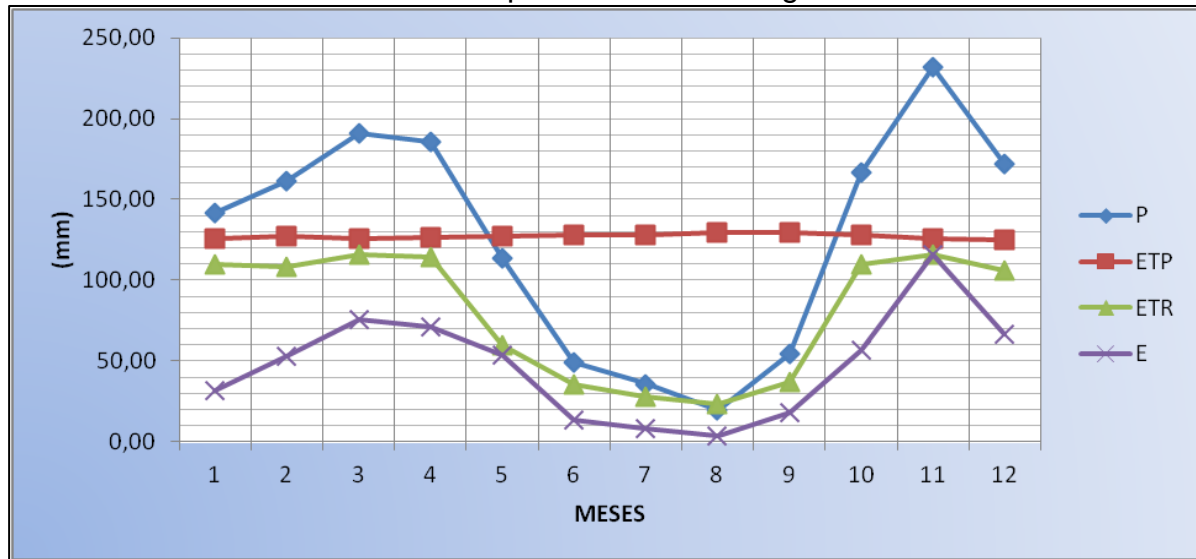
Parametro	Und	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P	mm	141,30	161,20	191,00	185,50	113,50	48,90	35,90	19,70	54,80	166,60	232,00	172,20
T		26,00	26,30	26,00	26,10	26,40	26,66	26,80	27,50	27,50	26,60	25,90	25,70
Bio-T°C	°C	25,65	25,84	25,65	25,72	25,90	26,05	26,12	26,44	26,44	26,02	25,59	25,45
ETP mensual	mm	125,99	126,91	125,99	126,31	127,21	127,93	128,29	129,85	129,85	127,76	125,66	124,99
RETP		0,892	0,787	0,660	0,681	1,121	2,616	3,573	6,592	2,370	0,767	0,542	0,726
%RETP	%	87,00	85,20	91,80	90,80	47,20	27,60	21,60	18,20	28,40	86,00	92,50	84,60
ETR	mm	109,61	108,13	115,66	114,69	60,04	35,31	27,71	23,63	36,88	109,88	116,24	105,74
E	mm	31,69	53,07	75,34	70,81	53,46	13,59	8,19	-3,93	17,92	56,72	115,76	66,46

La gráfica No. 4, presenta las variables al comportamiento hídrico, para el caso de la precipitación (P) para todo el periodo anual siempre está por encima de la curva de la evapotranspiración real (ETR), lo que significa que no se establece un déficit de humedad en el suelo; sin embargo en los meses de junio, julio, agosto y septiembre la curva (P) aunque sigue siendo mayor que (ETR) esta representa los meses con ausencia de humedad en el año. La precipitación mensual oscila entre 19,70mm (corresponde al mes de agosto) y 232mm (que corresponde al mes de noviembre).

El escurrimiento o excedentes (E), manifiesta en agosto (que representa la temporada más seca del año) el mes donde se presenta déficit de humedad con 19,70mm en comparación al escurrimiento (E) que presenta noviembre de 115,76mm donde hay mayor cantidad de agua.

De acuerdo a las consideraciones y el comportamiento hidrológico mensual (ver gráfico No. 4) el área de estudio presenta un régimen climático caracterizado por dos temporadas marcadas de lluvia y una de sequía en el año, que se puede aumentar cuando aparecen los fenómenos climáticos del El Niño y La Niña con repercusiones en la producción agropecuaria, suelos y geomorfología.

Gráfico No. 4 Comportamiento hidrológico mensual



Hidrología superficial

Inventario de cuerpos de agua

La red hidrográfica de la cuenca del río Tune está conformada por su cauce principal que lleva su mismo nombre y otros cuerpos de aguas permanentes entro los cuales se puede destacar: la quebrada Igua, quebrada San Juan, quebrada el Doctor, quebrada la Urriaga, quebrada Nilo y la quebrada El Salado.

Las fuentes de agua que aportan mayor caudal corresponden a la quebrada Nilo, la cual nace a los 2.700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Esta vertiente representa el cuerpo de agua más largo que posee la cuenca; le sigue la quebrada San Juan que nace a los 1.000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), la cual nace entre la “Loma El Tablón” y “El Cerro Las Abejas”, la quebrada Igua nace a los 1.150 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), entre las “Lomas El Igua” y quebrada el Salado que nace en la “Cuchilla de Upar” a los 1.240 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

Estas zonas donde nacen los cuerpos de agua de la cuenca se consideran como zonas de producción hídrica, que cumple con la función de proveer agua para consumo y en especial para la producción agropecuaria (Tovar, 2012, 72).

La red hidrográfica se puede representar por orden de importancia y número de tributarios como se observa en el cuadro No. 16, el cual fue identificado a través del software Autocad 2.010 sobre las planchas cartográficas 322-IV-C, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A y 345-I-B del IGAC a escala 1:25.000.

En el primer orden se compone por 1.177 drenajes intermitentes, efímero y perennes, estos confluyen sobre los del segundo orden.

Posteriormente, el segundo orden está compuesto por 50 cuerpos de aguas sobre todo perennes, que a su vez confluyen sobre el cuerpo de agua principal (tercer orden).

Un tercer orden compuesto por 7 cuerpos de agua que recibe las agua de los anteriormente nombrados, dónde se destaca la presencia de las quebradas: El Nilo, San Juan, El Salado, Guacharaco, La Garrapata y El Rincón.

Finalmente el cuerpo de agua principal está representado por el río Tune que es el receptor de las quebradas y drenajes de los órdenes 1, 2 y 3.

En cuanto a su forma las quebradas y drenajes se muestran con una textura fina formando espinas de pescado con respecto al cauce principal a lo largo y ancho de la cuenca.

Con base en la información del cuadro No. 16, en la cuenca del río Tune existen cuatro órdenes de importancia en cuanto a cuerpos de agua, a saber:

Cuadro No. 16 Orden de importancia y número de tributarios de la cuenca río Tune

Orden de Tributarios	Número de Tributarios	Nombre y Característica
1	1177	Drenajes Intermitentes, Efimeros y Peremnes.
2	50	Quebradas (peremnes): Puerta Chiquita, Los cambulos, El Caucha, La Enramadita, La Hondura, El Salado, El Rincon, El Medio, Baura, El Almorzadero, El Palmarito, Chontaduro, Cachipa, El Bobson, Elí, El Purgatorio, El tigure El Algodonal, La Palma, El Doctor, El Cañon, El Salado, La Raíz, Zanjon de los hoyos, Los Guayabos, El Aguacate, El Lindero, La Urriaga, El Cepillo, El Rincón, El Cedro, San Isidro, Florida o Volcan, El Chimboro, El Chorro, El Congo, La Veria, El Minche, El Mico, Sabanosa, La Cañada, Zanjon del Duende, Los Guayabos, El Guamo, Zanjon Colorado, Guadalito, El Pital, El Castaño, Chicora, y Guaguaita.
3	7	Quebradas (peremnes): Guacharaco, Castañal, El Nilo, El Salado, San Juan o Tablón, La Garrapata y El Rincón.
4	1	Cuerpo de agua principal (peremne): Río Tune

Medición de caudales

En la cuenca hidrográfica del río Tune se realizaron dos seguimientos en diferentes períodos, uno para período seco y otro en presencia de lluvias, para determinar el caudal del cuerpo de agua principal, esto, además a la determinación del caudal teórico mediante el uso de registros hidrológicos realizados en el presente trabajo mediante la metodología de Holdridge.

Con respecto a lo expuesto en el Cuadro No. 17, se realizaron dos (02) aforos de caudal, el primero llevado a cabo el 17 de Agosto de 2012, época en la cual el registro de precipitación muestra los niveles más bajo, y el segundo el 12 de Octubre de 2012 concerniente a un periodo con presencia de lluvias.

Las estaciones dónde se desarrollaron los muestreos se localizaron sobre el cauce principal de la cuenca baja y se plasman, en el Cuadro No. 16 con su correspondiente coordenada. Para la medición ó aforo de caudales se utilizó el método del flotador en periodos secos debido a que la sección presentaba una lámina muy pequeña, este procedimiento se manifestó en la fase metodológica del presente trabajo.

Cuadro No. 17 Caudales del río Tune en diferentes períodos climáticos

SITIO DE AFORO	ELEVACIÓN	Aforo No. 1	Aforo No. 2
		Periodo seco	Periodo de lluvias
	(m.s.n.m)	17 de Agosto 2012 (L/S)	12 de Octubre 2012 (L/S)
ESTACION 1 (E1) E: 838764 N: 800178	732	65.92	289.46
ESTACIÓN 2 (E2) E: 839820 N: 804343	625	175.85	785.14
ESTACIÓN 3 (E3) E: 840836 N: 807291	587	516	1.986.58

En cuanto a los resultados consignados en el Cuadro No. 17, se observa que en el año 2012 el caudal de la estación (E1) para el período seco es de 65,92 l/s; mientras que para el período de lluvias es de 289,46 l/s. Para la estación (E2), el caudal para el período seco es de 175,85 l/s y para el periodo de lluvias fue de 785,14 l/s. Para la estación (E3), el periodo seco el caudal es de 516 l/s; mientras que para el periodo de lluvias fue de 1.986,58 l/s.

Al confrontar los valores obtenidos en las tres estaciones de muestreo (E1, E2 Y E3) correspondiente a la cuenca baja, se puede observar una clara diferencia entre los dos periodos climáticos, lo que deduce que los resultados pueden estar influenciados por la incidencia del Fenómeno del Niño y teniendo en cuenta que para el pasado mes de Julio, predominaron condiciones secas.

4.2.2 Análisis de demanda hídrica

A través de la base de datos de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), se identificó la cantidad de usuarios registrados con permisos de concesión, el caudal asignado tanto para períodos secos y con presencia de lluvias, así como también informes de seguimiento a las concesiones.

Después de haber analizado la base de datos existen actualmente veintiuno (21) usuarios legales sobre el cauce principal del río Tune correspondiente a la cuenca baja y como principal uso el de tipo agrícola; de la misma manera en el desarrollo del trabajo de campo se observó que el sistema de distribución es principalmente riego por gravedad con el 70%, el cual posee un nivel de pérdidas del recurso (entre 25-35%), el 29,98% utiliza riego por aspersión y tan sólo el 0.02% emplea el sistema de riego por goteo que se caracteriza por tener una eficiencia del 90% (CAM, 2002).

Las aguas del río Tune para los diferentes actividades humanas se distribuyen por medio de la red de canales abiertos conformada por 3 derivaciones (acequias) por la margen derecha, 5 derivaciones por la margen izquierda, 8 subderivaciones, 4 bombeos, dique en concreto y un carcamo abandonado. Las derivaciones mas preponderantes son la acequia Comunero que tiene un caudal asignado 46,58 l/s, Alejandro Lizcano – Aminta Lizcano 80 l/s y acequia Los Rubiano (Ver Cuadro No. 18).

Como se menciona anteriormente, el principal uso de las concesiones del recurso hídrico es de tipo agrícola, concentrándose en esencia en riego para cultivo de arroz seguido de riego de pastos, abrevadores para ganado bovino y en su mínima expresión el uso domestico ó agua para consumo humano.

En el cuadro No. 18, tal y como se menciona en los párrafos anteriores las concesiones son destinadas en su totalidad para actividades agropecuarias por diferentes formas de conducción, estas formas con la que se hace captación y posterior conducción no son las requeridas de acuerdo a la normatividad ambiental; pese a que la CAM solo otorga la concesión sobre el recurso y el usuario debe hacerse cargo de la captación y conducción, los usuarios no construyen una buena obra de captación para el caudal concesionado.

Cuadro No. 18 Usuarios con concesión de aguas del río Tune

Derivación	Coordenadas		Usuario	Predio	Usos	Caudal Medido 2012	Caudal Concesionado 2012
	E	N					
Lt/seg							
Puente VDA Ginebra							
Desemb. Q. Almorzadero	838712	800343	NA	NA			
Dique concreto en	839090	801669	Moisés Castañeda González	Veracruz-Almorzadero	Canal destruido		
1D1D	839500	802348	Moisés Castañeda G.- Silvia Perdomo	Veracruz	Arroz 3 Has	Bombeo 6"	13.07 23.07
2D2D	841950	808196	Canal Comunero	Varios		229.7	NA
1Sd1i	841989	808342	Medina Lozada Cia. S en C	Versalles	Arroz 5 Has	0	2.5
2Sd2i	842694	809145	Arcadio Espinosa Alarcón	Los guayabos	Pastos, abreva.	15.1	14.4
3Sd3i	843086	809478	Galindo Rojas Cia. S en C	San Andrés	Arroz, domes.	114.44	41.48
4Sd4i	843110	809460	Bedardo Aldana	Villa Lorena	Arroz	25.5	7.20
5Sd1d	843386	809577	Carolina Fierro Cortes - Carlos A. Mosquera Cortes	Berlín y la Vega	Arroz, abreva.	25.5	27.3
Desemb. Q. San Juan	839814	804294	NA	NA			
3D1I ---Q. La Guabina	842917	810147	Alicia Sánchez de González	La Palma	Boc. Canal Destruido		
4D2I	844336	811026	Daniluz Perdomo- Ismael Polanía	El Copé (Lado Izq. del río)	Pastos 4.5 Has, 85Cab.	Bombeo 3"	Sin concesión
Tarabita Metálica	844382	810915	Daniluz Perdomo- Ismael Polanía				
5D3I	844643	811027	Guillermo Eduardo Pérez	Hondina	Arroz 15 Has	86.0	Sin Consec.
6D4I	835939	811315	Canal Los Rubiano	Charcolardo, El Jordán	Arroceras.	153.0	NA
1Sd1D	845692	811419	Jorge Hernando Rubiano Gonzalez	Pensilvania y lote #2	Arroz 22 Has	___	48.43
2Sd2D	846728	811359	Jose Luis Rubiano Gonzalez	San José y lote # 3	Arroz	___	48.37
3Sd3D	846728	811359	Nohora Rubiano (Vendió)	El Porvenir y lote # 1	Arroz	___	48.43
P. colgante Metálico	846728	811359	Los Rubiano				
Q. Los Guayabos-Descoles	847267	811988	NA				
Boquerón y Nacedero	847444	812341	NA				
Canal Rio BACHE	847640	812701	NA	Chapinero	Arroz		
Cárcamo Abandonado	847653	812715	Ulpiano Javela Dias-gustabo Javela Sanchez	La Guaguita	Sin identificar		
7D5I	848335	812821	Alejandro Lizcano C. - Aminta Vda De Lizcano	La Vega	Arroz y Vegas	185.0	80
Puente Vía Palermo-Santa María							
8D3D	849488	811794	Arturo Carrera Rojas	Chapinero (Bombeo)	Arroz	0	79.2

4.3 IMPACTOS, POTENCIALIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA OFERTA, LA DEMANDA Y EL USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE

Para identificar los impactos positivos, negativos y amenazas naturales asociados al recurso hídrico con énfasis en la cuenca baja, se realizó con visitas de campo, aplicando una encuesta (Anexo A y B) a una muestra representativa de los usuarios y profesionales que conocen el área de estudio.

En la dinámica de este método se partió a diseñar la entrevista que se enfatizó en la identificación de, impactos positivos y negativos de mayor importancia, así como las amenazas naturales que los puede opacar. El conjunto de entrevistados está conformado por las personas que tienen concesión de aguas superficiales del río Tune y profesionales de la zona.

Para la aplicación de la entrevista se tuvo que determinar el tamaño de la muestra o número de entrevistas a aplicar, por lo que se basó en la información del número de concesiones de aguas superficiales existentes dentro del río Tune. Para esto se consultó la base de datos de la CAM suministrado por la oficina de la Dirección Territorial Norte de la misma.

El total de la población objeto de estudio fue de 22. Para seleccionar las personas donde se aplicaron las entrevistas se calculó una muestra mínima representativa de acuerdo a la siguiente ecuación (Martínez, 1998, 354):

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{(N - 1) E^2 + Z^2 PQ}$$

Dónde, n es el tamaño de la muestra; Z^2 es el nivel de confianza del 95%, es decir $Z^2 = 1,96$; P es la probabilidad de éxito, la cual es igual a 0,5 y Q es la probabilidad de fracaso, la cual es igual a 0,5; E es el error muestral, cuyo valor sugerido es de 0,04; N es el tamaño de la población, es decir 22. Por lo tanto el tamaño de la muestra (n) resultó ser 21; sin embargo, adicionalmente en la entrevista se tuvieron en cuenta a ocho funcionarios profesionales de la zona, los cuales saben o conocen de la cuenca, por lo que el número de entrevistados fue de 29.

4.3.1 Potencialidades que favorecen el uso del agua

Con el propósito de comparar las potencialidades, el autor del presente estudio homologó éstas a los criterios ecológicos y socioculturales propuestos por Ecosurc para identificar ecosistemas estratégicos en el Huila (Olaya y Sánchez, 2005, 17-29), como se observa en el cuadro No. 19.

A través de la entrevista (aplicada a los usuarios del agua) se identificaron 8 criterios ecológicos y socioculturales, de los cuales, los tres de mayor frecuencia en su orden

son solo siguientes (Cuadro No. 19): agua y suelos para la agricultura y la ganadería (C₈), agua para consumo humano (C₄), recursos minerales (C₁₆), turismo y recreación (C₁₄), paisaje y creación artística y literaria (C₂), asentamientos humanos (C₁) y vías de comunicación y telecomunicación (C₂₁).

Cuadro No.19 Orden de importancia de las potencialidades en la forma de criterios ecológicos y socioculturales seleccionados por los usuarios del agua a través de entrevistas

Criterios (C _i) identificados mediante las entrevistas		Frecuencia Absoluta de los criterios C _i (FA)	Sumatoria del peso (K _i) de los Criterios (C _i) (ΣK _i)	Promedio de pesos K _i ($\bar{k} = \sum K_i / 21$)	Orden de Importancia
Código (C _i)	Nombre				
C ₈	Agua y suelos para la agricultura y la ganadería (C ₈)	21	63	3	1 °
C ₄	Agua para consumo humano (C ₄)	11	22	1,05	2 °
C ₁₆	Recursos Minerales (C ₁₆)	8	10	0,47	3 °
C ₁₄	Turismo y recreación (C ₁₄)	5	6	0,29	4 °
C ₂	Paisaje y creación artística y literaria (C ₂)	2	3	0,14	5 °
C ₁	Asentamientos humanos (C ₁)	1	2	0,09	6 °
C ₂₁	Vías de comunicación y telecomunicación (C ₂₁)	1	1	0,05	7 °

FA = Frecuencia absoluta, C_i = Criterios, K_i = Peso de los criterios, \bar{k} = Promedio de los pesos, ΣK_i = Sumatoria del peso de los Criterios.

El criterio “Agua y suelos para la agricultura y la ganadería” (C₈) fue reconocido con una alta frecuencia por los entrevistados. Este resultado se debe a que en la cuenca baja del río Tune se ubican todas las concesiones de agua conferidas por la CAM, dónde el uso del agua para actividades agropecuarias es el común denominador de las concesiones.

4.3.2 Impactos positivos generados por el uso del agua en la cuenca baja del río Tune

De acuerdo con el cuadro No. 20, en la cuenca baja del río Tune los usuarios del agua y profesionales identificaron 10 impactos positivos, de los cuales 5 fueron reconocidos por más del 50 por ciento (%) de los encuestados; siendo el de mayor importancia suministro de agua para riego con un porcentaje del 75 por ciento (%); le siguen Aumento del precio de la tierra con el 26 por ciento (%), aumento de la producción y de la productividad agrícola con el 14.5 por ciento (%), ampliación del área cultivada con el 9 por ciento (%) y aumento de ingresos para los propietarios, el 4.5 por ciento (%).

En concordancia con el impacto “Suministro de agua para riego” (IP₁) se observó que el factor trascendental es sin lugar a dudas el recurso hídrico, ya que las concesiones de agua superficiales otorgadas por la CAM son en su totalidad para actividades

agropecuarias y por tanto la escasez de este recurso determinara la vida de cada uno de los impactos positivos que se observan en el Cuadro No. 20 y que además mejora la calidad de vida de los habitantes de la cuenca, en especial los de la cuenca baja.

Cuadro No.20 Lista de impactos positivos del uso del agua según los encuestados

CODIGO (IP _H)	IMPACTOS POSITIVOS	CUENCA BAJA Río TUNE		Orden de Importancia
		F.A	%	
IP ₁	Suministro de agua para riego	26	89,65	1°
IP ₂	Aumento del precio de la tierra	18	62,06	2°
IP ₃	Aumento de la producción y de la productividad agrícola	10	34,5	3°
IP ₄	Ampliación del área cultivada	6	20,68	4°
IP ₅	Aumento de ingresos para los propietarios	3	10,34	5°
IP ₆	Aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganado	3	10,34	6°
IP ₇	Generación de empleo	2	6,89	7°
IP ₈	Belleza paisajística	2	6,89	8°
IP ₉	Mantenimiento de la oferta hídrica y perduración de la biodiversidad	1	3,44	9°
IP ₁₀	Aumento de la disponibilidad de espacio para actividad recreativa	1	3,44	10°

4.3.3 Impactos negativos generados por el uso del agua en la cuenca baja del río Tune

Como lo manifiesta el Cuadro No. 21, los usuarios del agua y profesionales identificaron 13 impactos negativos de los cuales 7 fueron nombrados con mayor frecuencia, siendo el de mayor importancia “Contaminación acuática por agroquímicos, residuos sólidos, aguas residuales domésticas, lixiviados y mercurio” (89,65%); erosión de suelos por malas prácticas agropecuarias (72,41%); deforestación en las zonas de nacimiento y recarga hídrica (62,06%); conflicto entre usuarios, en especial por el agua (48,27%); captación masiva del caudal no concesionada (41,37%), ampliación irracional de la frontera agrícola y pecuaria (31,03%) e incremento de las quemas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales (17,24%).

Tal y como se observa en el Cuadro No. 21, se identificaron 13 impactos negativos que reducen considerablemente los beneficios que esta ofrece a los habitantes de la cuenca, así como las personas que captan el recurso. La radiografía es clara en materia ambiental, así como el escenario social, el panorama se puede tornar aún más sombrío al analizar la situación de la agricultura y de otras actividades productivas de las que depende actualmente parte de la población del municipio de Palermo (H). Agravantes como la contaminación antrópica, erosión y deforestación son determinantes a la hora de analizar la cantidad y calidad del recurso por lo que pone en peligro la producción agropecuaria como antes se nombró.

Cuadro No. 21 Lista de impactos negativos del uso del agua según los encuestados

CODIGO (IP _H)	IMPACTOS NEGATIVOS	CUENCA BAJA Río TUNE		Orden de Importancia
		F.A	%	
IN ₁	Contaminación acuática	26	89,65	1°
IN ₂	Erosión de suelos por malas prácticas agropecuarias	21	72,41	2°
IN ₃	Deforestación en las zonas de nacimiento y recarga hídrica	18	62,06	3°
IN ₄	Conflictos entre usuarios, en especial por el agua	14	48,27	4°
IN ₅	Captación masiva del caudal no concesionado	12	41,37	5°
IN ₆	Ampliación irracional de la frontera agrícola	9	31,03	6°
IN ₇	Incremento de las quemas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales	5	17,24	7°
IN ₈	Contaminación de los suelos	2	6,89	8°
IN ₉	Compactación del suelo	1	3,44	9°
IN ₁₀	Reducción del caudal de los cuerpos de agua por efectos del fenómeno del Niño	1	3,44	10°
IN ₁₁	Afectación de la ronda hídrica por asentamientos humanos en la cabecera municipal	1	3,44	11°
IN ₁₂	Aumento de la remoción en masa	1	3,44	12°
IN ₁₃	Disminución de la biodiversidad animal y vegetal	1	3,44	13°

4.3.4 Amenazas naturales que afectan el uso del agua en la cuenca baja del río Tune

1) Identificación de amenazas naturales a través de la aplicación de entrevistas.

Después que se determinaron los impactos positivos y negativos que enfrenta la cuenca hidrográfica del río Tune, de la misma manera los usuarios del agua y profesionales identificaron las amenazas naturales por medio del método de entrevista tal y como se consigan en el cuadro No. 22.

A través del cálculo realizado en el cuadro No. 22, se determinaron las amenazas naturales de mayor a menor orden de importancia. En el primer orden de importancia se encontró la amenaza “Áreas inundables” (A₁); mientras que la amenaza “Lluvias de alta intensidad” (A₈) ocupando el último lugar de orden de importancia.

Cuadro No.22 Orden de importancia de las amenazas naturales a través de los encuestados

CODIGO (A _H)	AMENAZAS NATURALES	CUENCA BAJA Río TUNE		Orden de Importancia
		F.A	%	
A ₁	Áreas inundables (A ₁)	24	82,75	1°
A ₂	Torrencialidad de ríos y quebradas (A ₂)	17	58,62	2°
A ₃	Remoción en masa (A ₃)	11	37,93	3°
A ₄	Inestabilidad geológica (A ₄)	7	24,13	4°
A ₅	Susceptibilidad de los suelos a la erosión (A ₅)	7	24,13	5°
A ₆	Períodos anuales de sequía y fenómeno de El Niño (A ₆)	6	20,68	6°
A ₇	Deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba (A ₇)	4	13,79	7°
A ₈	Lluvias de alta intensidad (A ₈)	3	10,34	8°

2) Identificación de problemas y amenazas a través del reconocimiento de campo

Con base en la información obtenida durante el reconocimiento de campo se identificaron cinco amenazas naturales, que además de disminuir los beneficios que proporciona la cuenca a los habitantes puede desencadenar en un posible desastre (cuadro No. 23).

La amenaza “Períodos anuales de sequía y Fenómeno del Niño(A₆)” ocupó el primer lugar en el recorrido por la cuenca, ya que la presencia de este evento llevara al mínimo progresivamente las posibilidades de contar con el recurso hídrico y en el último lugar está el fenómeno de “Remoción en masa(A₃)”.

Cuadro No.23 Orden de importancia de las amenazas naturales a través del reconocimiento de campo

CODIGO (A _H)	AMENAZAS NATURALES	CUENCA BAJA Río TUNE
		Orden de Importancia
A ₆	Períodos anuales de sequía y Fenómeno del Niño (A ₆)	1°
A ₃	Remoción en masa (A ₃)	2°
A ₇	Deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba (A ₇)	3°
A ₂	Torrencialidad de río y quebradas (A ₂)	4°
A ₅	Susceptibilidad de los suelos a la erosión (A ₅)	5°
A ₁	Áreas inundables (A ₁)	6°
A ₄	Inestabilidad geológica (A ₄)	7°

3) Identificación de problemas y amenazas a través de la revisión y síntesis bibliográfica

Respecto al municipio de Palermo se han escrito resultados de estudios académicos, planes de ordenamiento y por parte del municipio de Teruel un inventario ambiental. Algunos de éstos contienen información de la cuenca del río Tune, por consiguiente son de interés para este estudio.

En este sentido, mediante el método de revisión y síntesis bibliográfica se identificaron problemas y amenazas que describen en ellos a partir del análisis efectuado a los siguientes documentos: a) Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Palermo (PBOT, 2012, 41) (D1), b) Inventario del Potencial Ambiental del Municipio de Teruel (Castro, 2009, 23) (D2), c) Levantamiento Geológico de la Plancha 323 Neiva, Memoria explicativa (Ingeominas, 2002, 85) (D3), d) Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Teruel (POT, 2000, 45) (D4) y e) Plan Local de Emergencia y Contingencias (PLEC, 2012, 11) (D5), que les fue asignado un código (Di) para su identificación. El orden de importancia se determinó a través de frecuencias absolutas (F_A) y frecuencias relativas (F_R) como se observan en el cuadro No. 24.

Teniendo en cuenta el cuadro No. 24, la amenaza “Torrencialidad de ríos y quebradas” (A_2) adquirió el primer orden de importancia y “Áreas inundables” (A_1) ocupó el segundo lugar; mientras que “Remoción en masa” (A_5), “Inestabilidad geológica” (A_4), y “Susceptibilidad de los suelos a la erosión” (A_3) se establecieron en el tercer puesto y en el penúltimo lugar se encontró “Erosión y deforestación en cuencas hidrográficas aguas arriba” (A_7). La amenaza “Períodos anuales de sequía” (A_6) no presentó evidencia en los documentos consultados para efectos del presente estudio, por tanto ocupó el último lugar en el método de síntesis y revisión bibliográfica.

Cuadro 24 Orden de importancia de las amenazas naturales a través de la revisión y síntesis bibliográfica

Amenazas Naturales		Documentos Consultados (Di)*					Frecuencias		Grado de Importancia
Ai*	Nombre	D1	D2	D3	D4	D5	F_A^*	F_R^* (%)	
A ₂	Torrencialidad de ríos y quebradas	X	X	X	X	X	5	100	1°
A ₁	Áreas inundables	X		X	X	X	4	80	2°
A ₃	Remoción en masa	X		X		X	3	60	3°
A ₄	Inestabilidad geológica	X		X	X		3	60	3°
A ₅	Susceptibilidad de los suelos a la erosión	X		X	X		3	60	3°
A ₇	Erosión y deforestación en cuencas hidrográficas aguas arriba	X	X				2	40	4°
A ₆	Períodos anuales de sequía y fenómeno de El Niño						0	0	5°

Comparación de resultados

En el cuadro No. 25, se presentan las amenazas naturales obtenidas según los métodos de las entrevistas, el del reconocimiento de campo y el de la síntesis y revisión bibliográfica, en los cuales se realizó una comparación con el fin de determinar el orden final.

Cuadro No.25 Orden final de las amenazas seleccionadas a partir de la revisión bibliográfica, las entrevistas y el reconocimiento de campo

Amenazas Naturales	Método de la Entrevista	Método del Reconocimiento de campo	Método De la síntesis y revisión Bibliográfica	Orden de Importancia final
Áreas inundables (A ₁)	1°	6°	2°	3°
Torrencialidad de ríos y quebradas (A ₂)	2°	4°	1°	1°
Susceptibilidad de los suelos a la erosión (A ₅)	5°	5°	3°	5°
Inestabilidad geológica (A ₄)	4°	7°	3°	6°
Remoción en masa (A ₃)	3°	2°	3°	2°
Períodos anuales de sequía y El Fenómeno del Niño (A ₆)	6°	1°	5°	4°
Deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba (A ₇)	7°	3°	4°	6°

Según el cuadro No. 25 y para efectos del presente estudio se tendrán en cuenta las siete amenazas más importantes como a continuación se detallan: “Torrencialidad de ríos y quebradas” (A₂), con el primer lugar de importancia (1°); “Remoción en masa” (A₃), con el segundo (2°); “Áreas inundables” (A₁), con el tercero (3°); “Periodos anuales de sequía y El Fenómeno del Niño” (A₄), con el cuarto (4°); “Susceptibilidad de los suelos a la erosión” (A₅), con el quinto (5°); “Inestabilidad geológica” (A₄), y “Deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba (A₇) con el sexto (6°).

4.3.5 Descripción de potencialidades, impactos positivos y negativos y amenazas naturales

Descripción de los impactos económicos, ecológicos y sociales positivos

Los impactos positivos comunes y con un alto porcentaje que se presentaron en la cuenca del río Tune son: Suministro de agua para regadío, aumento del precio de la tierra, aumento de la producción y de la productividad agrícola, ampliación del área cultivada, aumento de ingresos económicos para los propietarios; aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganado y generación de empleo.

De acuerdo con los encuestados, el impacto suministro de agua para el regadío fue el que obtuvo el mayor reconocimiento (89,65%); debido a que este río beneficia a 15

usuarios con permiso de concesión de aguas superficiales, además en este mismo se encontró una captación de manera ilegal. La importancia de este impacto positivo se sustenta debido al objeto del uso, ya que con este servicio pueden regar sus cultivos y obtener una mayor productividad de los mismos, además las concesiones en su totalidad son para actividades agropecuarias (Cuadro No. 18).

El impacto aumento del precio de la tierra con un porcentaje de 72,41% es generado debido a que un predio con una fuente hídrica aumenta el precio por metro cuadrado y de esta manera determina la posibilidad de cultivar. Así como el recurso hídrico aumenta el precio de la tierra este también concierne con el impacto aumento de la producción y de la productividad porque este dará la oportunidad de implementar sistemas de riego que mejoren la productividad. Del mismo modo este impacto influye en el impacto de para ampliación del área cultivada (34,5%) ya que la existencia del recurso hídrico propicia que se pueda ampliar más el área y en especial para el cultivo del arroz que predomina en el área de influencia del presente estudio. El impacto aumento de ingresos para los propietarios es la consecuencia de los impactos que preceden el mismo, así como se evidencia en el cuadro No. 16, el cultivo que predomina en la zona es el cultivo del arroz y por tanto un porcentaje importante de jornales anuales que beneficia a las familias de la zona con el impacto de generación de empleo (6,89%).

Aunque el predominio de la actividad agrícola del área de estudio es notoria, la producción ganadera también ocupa un espacio aunque pequeño pero significativa con respecto al aporte que genera el recurso hídrico con el impacto aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganado (10,34%).

Descripción de los impactos ecológicos, económicos y sociales negativos

Los impactos negativos con más alta frecuencia que se obtuvieron por medio de las encuestas realizadas a los usuarios de la cuenca son: contaminación acuática por agroquímicos, residuos sólidos, aguas residuales domésticas, lixiviados y mercurio; erosión de suelos por malas prácticas agropecuarias; deforestación en las zonas de nacimiento y recarga hídrica; conflictos entre usuarios, en especial por el uso del agua; captación masiva del caudal no concesionado; ampliación irracional de la frontera agrícola; incremento de las quemadas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales.

El impacto contaminación acuática por agroquímicos, residuos sólidos, aguas residuales domésticas, lixiviados y mercurio, fue el más reconocido por los usuarios de la cuenca ya que obtuvo un porcentaje de 89,65 esto se debe a que el cauce del río Tune recibe vertimientos por parte de asentamientos poblacionales de la cuenca, como también sucede con los descoles que proceden de los cultivos de arroz por el uso de fertilizantes, herbicidas y fungicidas para su desarrollo y aún más grave los lixiviados que genera el relleno sanitario del municipio de Teruel que se ubican en la cuenca alta del río Tune, aguas servidas del casco urbano de Palermo, siendo el problema más grave cuando estas aguas contaminadas se estancan, porque el río es utilizado con fines de riego. La explotación del oro aunque se realiza en bajas proporciones, presenta contaminación con el aumento de la turbidez que ocurre con

la extracción por medio del barequeo y también con la extracción aluvial debido a que es necesario el uso de mercurio para procesar el mineral, y este cuando hay presencia de lluvia es transportado hasta el cauce de los ríos y quebradas causando graves daños.

En la cuenca del río Tune el impacto negativo relacionado con la erosión está vinculado principalmente con el ejercicio de la ganadería y la producción de arroz. En lo que concierne a la ganadería, tenemos que el uso del suelo ha sido cronológicamente ejercido por esta actividad, la cual se realiza con rigor en la cuenca baja. El impacto erosión de suelos por malas prácticas agropecuarias (72,41%) está relacionado con el sobrepastoreo y la ganadería de tipo extensivo, la cual produce deforestación por el ensanche de potreros, compactación por el pisoteo del ganado y como consecuencia de ello se agrava la erosión pluvial cuando aparecen los períodos de precipitación; además, a este se relaciona el impacto deforestación en las zonas de nacimiento y recarga hídrica (62,06%) debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadería extensiva que lleva consigo la tala y quema de bosques. Esta impacto negativo trae como consecuencia la disminución del recurso hídrico en periodos secos ya que se afectan los nacedores y las zonas de recarga. Sumado a ello el clima cálido y las bajas precipitaciones en épocas secas, la influencia de los vientos que absorben la humedad del suelo y el fenómeno del Niño contribuyen a acrecentar aún más la problemática.

Sin lugar a dudas, el impacto conflictos entre usuarios, en especial por el uso del agua (48,27%) es derivado por los impactos que la preceden. Para entender mejor el por qué de la problemática, primero debe mirarse el proceso de distribución del agua que utiliza la CAM: se tiene en cuenta el área que posee el usuario, determinar el uso del recurso y la necesidad establecida. Con la medición de caudales se pretende que el volumen registrado se reparta entre los usuarios censados. El caudal, por razones evidentes, disminuye. Pero no se tiene en cuenta la demanda ni la calidad del recurso hídrico, porque lo que se pretende es hacer una distribución equitativa estableciendo un módulo que reparta el recurso según el área que posee el usuario. Como resultado de este proceso siempre tendrán más oportunidad los que están aguas arriba y los que están en la parte baja son los que cargan con la ausencia del caudal.

Por consiguiente, en los meses de baja precipitación cuando los cultivos necesitan ser irrigados, los agricultores (localizados en la parte alta) al no ver que esta fluyendo por las acequias el caudal de agua necesario para satisfacer la demanda de sus cultivos, hacen trincheros en las acequias para represar el agua y de esta forma poder desviar hacia sus predios los volúmenes de agua requeridos por sus cultivos, perjudicando de esta forma los usuarios localizados aguas abajo de las acequias de distribución, asociándose al impacto captación masiva del caudal no concesionado (41,37%).

Los impactos ampliación irracional de la frontera agrícola (31,03%) e incremento de las quemas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales (17,24%) están ligados con respecto al deterioro de los recursos naturales en la cuenca y son el resultado de la falta de capacitación para el desarrollo de una agricultura sostenible.

Descripción de las amenazas naturales

Las amenazas naturales con más alta frecuencia que se obtuvieron del consolidado de los tres métodos aplicados son: áreas inundables; torrencialidad de ríos y quebradas; remoción en masa; inestabilidad geológica; susceptibilidad de los suelos a la erosión; períodos anuales de sequía; deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba.

La amenaza que se consolidó como la primera es torrencialidad de ríos y quebradas, se presenta en zonas aledañas al río Tune, desarrollando inundaciones en la parte aluvial, esto es consecuencia de la destrucción de los diques naturales. En los períodos de precipitación esta amenaza arrasa cultivos, inunda predios principalmente en las zonas bajas y en la cabecera municipal.

En su orden de importancia le sigue remoción en masa, este tipo de fenómenos se presenta en la vereda Brisas del Nilo en la cuenca alta porque las rocas ígneas intrusivas presentan meteorización son de textura granular y están compuestas por cuarzo, feldespatos y minerales ferromagnesianos, es decir son ricas en arcillas y arenas, que por acción del viento y las lluvias torrenciales se pueden desprender y ocasionar derrumbes.

En tercer lugar la amenaza áreas inundables, se refiere a las llanuras inundación que presenta el cauce principal, especialmente en la cuenca baja, esto se debe a la deforestación, la explotación minera y la extracción de material de arrastre, ha cambiado la dinámica del río, y estas actividades han transformado la orilla del río, es decir los albardones naturales, lo que ha producido la migración lateral propagado hacia el sector urbano de Palermo.

La amenaza períodos anuales de sequía, diferentes a los de El Fenómeno del Niño-Oscilación del Sur, se manifiesta en el río Tune en lapsos de tiempo prolongado donde disminuye el caudal disponible, que son utilizado para la irrigación de cultivos, afectando no solo a los cultivo sino a los animales generando pérdidas económicas.

La amenaza susceptibilidad de los suelos a la erosión se debe principalmente a la composición del suelo, lluvias intensas, deforestación y la degradación de los suelos en áreas donde predominan los cultivos de alta intensidad como es el caso del cultivo de arroz.

En la sexta posición se encuentra la amenaza inestabilidad geológica se desarrolla potencialmente en la subregión norte del departamento del Huila, principalmente con la actividad sísmica, los procesos erosivos presentes y el régimen de corriente, así como con los fenómenos climáticos de gran escala, a saber, el Niño y la Niña.

Finalmente, la amenaza Deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba, se presenta por la expansión agrícola que lleva consigo la tala de árboles y la quema de los mismos principalmente en los nacederos y zonas de recarga hídrica aumentando en un alto grado la erosión y cárcavamiento en la rivera de los ríos.

4.4 SINTESIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE

La cuenca baja del río Tune, es en esencia la base fundamental del desarrollo agropecuario de los habitantes de una parte del municipio de Palermo, en esta zona se identificaron la mayoría de captaciones con permiso de concesión de agua emitido por la CAM para uso agropecuario, en especial para la irrigación del cultivo del arroz que se postula como el cultivo más sembrado, un cultivo que genera empleo, así como beneficios económicos y crecimiento rural.

La situación cambia en materia ambiental, el agotamiento del recurso hídrico es sustancial y se agrava en períodos secos sin agregar los que causa el Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur. Los impactos como la erosión y la deforestación han jugado un papel transcendental en el deterioro de la cuenca, la tala de árboles, la torrencialidad de los ríos, las prácticas agrícolas tradicionales y los usuarios que captan mucho más y otros que captan menos volumen de agua, son tan solo una muestra del problema en materia del recurso.

Además de lo expuesto anteriormente, otra problemática que está relacionada con los impactos negativos, es el manejo y distribución inadecuada del agua y la falta de control en los volúmenes de agua captados por cada usuario. Con relación a este último punto, el sistema de distribución de agua de la cuenca no cuenta con sistemas de medición de caudal, con los cuales se puedan verificar los volúmenes de agua que están captando los usuarios para hacer el cobro por la tasa de uso del agua. En este punto es donde se presenta la competencia por el uso del agua, sobre todo entre agricultores.

En este orden, así como se mencionó en los impactos negativos la actividad antrópica condiciona drásticamente el ecosistema y en la misma medida las amenazas naturales, por tanto el proceso de deterioro en todos los aspectos de la cuenca ha crecido. Como consecuencia se ha intensificado así el estrés sobre el recurso hídrico, el surgimiento de competencia y conflictos entre usos y usuarios, si no existe planeación y manejo adecuado del recurso hídrico. En este sentido, el balance entre oferta y demanda del agua evidencia una gran presión que hay sobre el agua en la parte baja de la cuenca, por parte de las actividades humanas, presentándose conflictos y competencia por sus uso y aprovechamiento entre usuarios, destacándose la contaminación hídrica, la deforestación, los procesos erosivos y la demanda de agua por la actividad de agrícola como los principales factores generadores de estos conflictos y competencias.

Los principales problemas que están afectando el recurso hídrico en la cuenca son la deforestación en la cuenca alta, la contaminación hídrica por vertimientos, procesos erosivos, la distribución ineficiente del agua y la reprobable gestión en el manejo del recurso por parte de la autoridad ambiental, estos factores conjugados son los que hacen que el recurso sea escaso en algunos meses del año y los conflictos por sus usos aparezcan.

Por otro lado, los problemas originados por el vertimiento descontrolado de aguas residuales, agroquímicos, lixiviados y residuos sólidos, están relacionado con la carencia de infraestructura adecuada para su manejo, disposición y tratamiento.

Todo lo anterior, manifiesta los importantes problemas de gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Tune. Por lo tanto, la dinámica del consumo de agua en la cuenca del río Tune amerita el diseño e implementación de políticas de manejo integrado del recurso hídrico, donde las actividades de gestión de la demanda jueguen un rol protagónico.

4.5 PLAN DE GESTIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO HIDRICO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO TUNE

El propósito fundamental del Plan de Gestión es formular programas, proyectos y medidas necesarias para la mitigación, compensación y prevención de los impactos negativos y amenazas naturales, del mismo modo maximizar o mejor los impactos positivos y aprovechamiento de las potencialidades asociadas al uso del agua en la cuenca baja del río Tune.

Para la formulación del plan de gestión se tuvieron en cuenta los siete impactos positivos, los impactos negativos, las siete potencialidades y las siete amenazas naturales de mayor orden de importancia según los cuadros 19, 20, 21 y 22.

4.5.1 Objetivos del plan de gestión

Los objetivos del plan de manejo se formulan para los impactos, potencialidades y amenazas mencionadas en el párrafo anterior, tal como se indica en el cuadro No. 26

Cuadro No.26 Objetivos del plan de gestión

OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO					
OBJETIVOS		IP_i maximizan	IN_j minimizan	A_k minimizan	Potencialidades que se maximizan (C_i)
O_n	ENUNCIADO				
O ₁	Maximizar la disponibilidad y la calidad del agua para la agricultura, la ganadería, consumo humano, y minimizar los conflictos entre usuarios del agua, en especial durante períodos anuales de sequía y el fenómeno de El Niño.	IP ₁ , IP ₆	IN ₄ , IN ₅ , IN ₁	A ₆	C ₄ , C ₈ , C ₁₆
O ₂	Minimizar la deforestación en zonas de nacimientos, recarga hídrica y en partes altas; la ampliación irracional de la frontera agrícola y quemadas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales	-	IN ₃ , IN ₆ , IN ₇	A ₇	C ₂
O ₃	Minimizar la erosión por malas prácticas agropecuarias, y maximizar el aumento de la producción y de la productividad agrícola de conformidad con el uso potencial del suelo	IP ₃ , IP ₄	IN ₂	A ₅	-
O ₄	Minimizar la remoción en masa y el riesgo de inestabilidad geológica, la torrencialidad de ríos y quebradas y las áreas inundables	-	-	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄	C ₂₁
O ₅	Maximizar los ingresos y el precio de la tierra y la generación de empleo	IP ₅ , IP ₇ , IP ₂	-	-	C ₁ , C ₁₄

4.5.2 Hipótesis del plan

La hipótesis es el génesis del plan de gestión donde se cumplen los objetivos propuestos.

Para cada una de las hipótesis H_i se propusieron proyectos o medidas con las cuales se pueden cumplir a cabalidad, uno o varios de los objetivo O_i formulados en el cuadro No. 27

Cuadro No.27 Hipótesis del plan de gestión de la cuenca del río Tune

Hipótesis			Potencialidades P_i que se maximizarán	Objetivos O_h que se cumplirán	Impactos Positivos IP_i que se maximizarán	Impactos Negativos IN_j que se maximizarán	Amenazas A_k que se minimizará
Código (H _i)	Forma	Enunciado					
H ₁	$p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \wedge p_4 \wedge p_5 \wedge p_6 \rightarrow Q_1$	Si en todas las veredas, predios y acueducto municipal de Palermo se implementan sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (p_1), se tratan las aguas de escorrentía y lixiviados del relleno sanitario de Teruel (p_2); la Alcaldía de Palermo y la CAM regulan y controlan la explotación del oro (p_3); se aíslan nacimientos, márgenes de las quebradas y áreas de recarga hídrica, promoviendo la regeneración natural de la vegetación (p_4); se construyen reservorios para irrigación, bebederos de ganado y piscicultura (p_5); se promueve la cultura del ahorro y uso eficiente del agua (p_6) y se constituye una asociación del recurso hídrico del río Tune; entonces se maximizará la disponibilidad y la calidad de agua para la agricultura, la ganadería, consumo humano, y se minimizará los conflictos entre usuarios por el uso del agua, en especial durante los periodos anuales de sequía y el fenómeno de El Niño (Q_1)	C_4 C_8 C_{16}	O_1	IP_1 IP_6	IN_1 IN_4 IN_5	A_1 A_2 A_6 A_7
H ₂	$p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \rightarrow Q_2$	Si se establecen áreas de protección forestal en zonas productoras de agua, promoviendo la regeneración natural de la vegetación, a nivel de fincas (p_1); se capacitan a los usuarios sobre la importancia del recurso hídrico y los bosques con especies nativas(p_2); se regulan y controla por parte de la Alcaldía de Palermo y la CAM las quemas y actividades agropecuarias de conformidad con el uso potencial del suelo (p_3); entonces se minimizarán la deforestación en las zonas de nacimiento, recarga hídrica y cuencas hidrográficas aguas arriba, la ampliación irracional de la frontera agrícola y quemas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales (Q_2)	C_2	O_2	.	IN_3 IN_6 IN_7	A_7

Continuación cuadro No. 27 Hipótesis del plan de gestión de la cuenca del río Tune

Hipótesis			Potencialidad es P_i que se maximizarán	Objetivos O_n que se cumplirán	Impactos Positivos IP_i que se maximizarán	Impactos Negativos IN_j que se maximizarán	Amenazas A_k que se minimizará
Código (Hr)	Forma	Enunciado					
H ₃	$p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \rightarrow Q_3$	Si se capacita a los finqueros y agricultores en uso potencial del suelo, ganadería, sistemas de producción sostenible y la conservación de los suelos (p_1), se implementan sistemas agroforestales y sistemas silvopastoriles (p_2), establecimiento de pastos mejorados y pastos de corte, con rotación de potreros(p_3); entonces se maximizará la ampliación del área cultivada y aumento de la producción y de la productividad agrícola de conformidad con el uso potencial del suelo, y se minimizará la erosión por malas prácticas agropecuarias(Q_3)	-	O ₃	IP ₃ IP ₄	IN ₂	A ₅
H ₄	$p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \wedge p_4 \wedge p_5 \wedge p_6 \wedge p_7 \wedge p_8 \rightarrow Q_4$	Si se capacita a los habitantes de la cuenca baja del río Tune sobre la gestión de riesgos ambientales (p_1); se establece un adecuado sistema agropecuario de conformidad con el uso potencial del suelo (p_2); se aíslan nacimientos, márgenes de las quebradas y áreas de recarga hídrica, promoviendo la regeneración natural de la vegetación (p_3); se establecen áreas de protección forestal en zonas productoras de agua, promoviendo la regeneración natural de la vegetación, a nivel de fincas (p_4); se regula y controla por parte de la CAM la captación de agua y protección de márgenes de quebradas (p_5); se implementan medidas de mitigación para la prevención de desastres naturales (p_6); se zonifican las áreas de riesgo de desastres naturales de la cuenca baja del río Tune (p_7); se usan canales de información institucionales sobre atención y prevención de emergencias y desastres naturales (p_8); entonces se minimizará la remoción en masa, el riesgo de inestabilidad geológica, áreas inundables y torrencialidad de ríos y quebradas (Q_4)	-	O ₄	-	-	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄
H ₅	$p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \rightarrow Q_5$	Si se cumplen las hipótesis H ₁ , H ₂ y H ₃ (p); entonces se maximizarán los ingresos, el precio de la tierra y la generación de empleo (Q_5)	C ₁ C ₁₄	O ₅	IP ₂ IP ₅ IP ₇	-	-

4.5.3 Esquema básico del plan, programas y proyectos

Para cada hipótesis H_i se propusieron varios proyectos con los cuales se cumplirán los objetivos O_n que nos guían a maximizar los impactos positivos IP_i y el aprovechamiento de las potencialidades, y minimizar los impactos negativos IN_j y amenazas naturales A_k .

En razón a esto, se plantearon 31 proyectos para las cinco (05) hipótesis formuladas cuyos nombres se registran en el cuadro No. 28.

Cuadro No.28 Lista de proyectos por hipótesis

Hipótesis (H _i)	Proyectos		
	Código (Py _s)	Nombre	Objetivos a cumplir (O _n)
H ₁	Py ₁	Proyecto construcción de planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera municipal de Palermo	O ₁ * O ₂ **
	Py ₂	Proyecto construcción de sistemas sépticos para individuales para las viviendas en la cuenca baja del río Tune	O ₁ * O ₅ **
	Py ₃	Proyecto construcción de sistemas de tratamiento de aguas de escorrentía y lixiviados del relleno sanitario del municipio de Teruel	O ₁ * O ₃ **
	Py ₄	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a la explotación del oro	O ₁ * O ₂ **
	Py ₅	Proyecto educación ambiental para los usuarios y habitantes de la cuenca del río Tune sobre la cultura del uso eficiente y racional del agua	O ₁ * O ₂ **
	Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas	O ₁ * O ₂ **
	Py ₇	Proyecto construcción de reservorios de agua para la irrigación, bebederos de ganado y piscicultura	O ₁ * O ₅ **
	Py ₈	Proyecto capacitación para enfrentar los períodos de sequía	O ₁ * O ₂ **
	Py ₉	Proyecto constitución de la asociación de usuarios de la cuenca baja del río Tune	O ₁ * O ₂ **
H ₂	Py ₁₀	Proyecto capacitación a usuarios del río Tune sobre la importancia de la conservación y protección del recurso hídrico, bosques nativos y la regeneración natural	O ₂ * O ₁ **
	Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas	O ₂ * O ₁ **
	Py ₁₁	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a la quemas con fines agropecuarios	O ₂ * O ₃ **
	Py ₁₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las actividades agropecuarias de acuerdo al uso potencial del suelo	O ₂ * O ₃ **
	Py ₁₃	Proyecto pago por servicios ambientales e incentivos relacionados con la protección de nacimiento de agua aislamiento, zonas de recarga hídrica y márgenes de quebrada	O ₂ * O ₁ **

Continuación del cuadro No. 28 Lista de proyectos por hipótesis

Hipótesis (H _i)	Proyectos		
	Código (Py _s)	Nombre	Objetivos a cumplir (O _n)
H ₂	Py ₁₄	Proyecto aumento de la cobertura vegetal y establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles	O ₂ * O ₃ **
	Py ₁₅	Proyecto de reforestación con fines de aprovechamiento forestal	O ₂ * O ₅ **
H ₃	Py ₁₆	Proyecto capacitación a los finqueros sobre buenas prácticas agropecuarias de conformidad al uso potencial del suelo	O ₃ * O ₅ **
	Py ₁₇	Proyecto establecimiento de cultivos agroforestales	O ₃ * O ₅ **
	Py ₁₈	Proyecto ganadería semi-intensiva con rotación de potreros	O ₃ * O ₄ **
	Py ₁₉	Proyecto establecimiento de pastos de corte y pastos mejorados, arboles de sombrío y cercas vivas	O ₃ * O ₄ **
	Py ₂₀	Proyecto capacitación e incentivos para la certificación de fincas en agricultura y ganadería sostenible	O ₃ * O ₄ **
H ₄	Py ₂₁	Proyecto capacitación en prevención y atención de riesgos de desastres naturales	O ₄ * O ₃ **
	Py ₁₆	Proyecto capacitación a los finqueros sobre buenas prácticas agropecuarias de conformidad al uso potencial del suelo	O ₄ * O ₃ **
	Py ₁₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las actividades agropecuarias de acuerdo al uso potencial del suelo	O ₄ * O ₃ **
	Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas	O ₄ * O ₂ **
	Py ₂₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las captaciones de agua y protección de márgenes de ríos y quebradas	O ₄ * O ₂ **
	Py ₂₃	Proyecto construcción de trinchos de barreras vivas con especies nativas alrededor de los predios susceptibles a los riesgos	O ₄ * O ₃ **
	Py ₂₄	Proyecto elaboración y socialización del mapa de zonas de riesgos de la cuenca baja del río Tune	O ₄ * O ₃ **
	Py ₂₅	Proyecto estabilización de áreas susceptibles a los desastres naturales con obras bio-mecánicas	O ₄ * O ₅ **
	Py ₂₆	Proyecto anual para dragado en los ríos y quebradas para limpieza del cauce de las fuentes	O ₄ * O ₅ **
Py ₂₇	Proyecto diseño e implementación en la alcaldía de Palermo de un boletín institucional para informar a los habitantes sobre prevención y atención de desastres	O ₄ * O ₅ **	

Continuación del cuadro No. 28 Lista de proyectos por hipótesis

Hipótesis (H _i)	Proyectos		
	Código (Py _s)	Nombre	Objetivos a cumplir (O _n)
H ₅	Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas	O ₅ * O ₂ **
	Py ₇	Proyecto construcción de reservorios de agua para la irrigación, bebederos de ganado y piscicultura	O ₅ * O ₁ **
	Py ₁₄	Proyecto aumento de la cobertura vegetal y establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles	O ₅ * O ₃ **
	Py ₁₇	Proyecto establecimiento de cultivos agroforestales	O ₅ * O ₃ **
	Py ₁₈	Proyecto ganadería semi-intensiva con rotación de potreros	O ₅ * O ₃ **
	Py ₂₈	Proyecto convenio entre la Alcaldía de Palermo y el SENA para capacitaciones a nivel técnico a los finqueros de la cuenca baja del río Tune	O ₅ * O ₃ **
	Py ₂₉	Proyecto conferencias anuales por medio de los Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial	O ₅ * O ₃ **
	Py ₃₀	Proyecto capacitación con el SENA para capacitar a los finqueros sobre agricultura ecológica	O ₅ * O ₃ **
	Py ₃₁	Proyecto capacitación con el SENA sobre emprendimiento y formación de empresas	O ₅ * O ₃ **

De conformidad con el cuadro No. 28, se propusieron 31 proyectos en total, de los cuales, nueve satisfacen a la hipótesis H₁, siete a la hipótesis H₂, cinco a la hipótesis H₃, diez a la hipótesis H₄, nueve a la hipótesis H₅.

4.5.3.1 Identificación y priorización de proyectos

La prioridad de proyectos se estableció de tal manera que el grado 1° lo adquirieron los proyectos que presentaron el mayor número de cualidades representadas en Objetivos O_n e Hipótesis H_r y el último grado de prioridad correspondió al proyecto con el menor número de las anteriores cualidades. Con base en esto el proyecto que obtuvo 8 cualidades ocupó el grado 1°, los proyectos de grado 2° obtuvieron 4 cualidades y los de grado 3° dos cualidades. La priorización de proyectos se puede observar en el cuadro No. 30.

Cuadro No.29 Priorización de proyectos según el número de objetivos y de hipótesis a cumplir

Proyectos P _{ys}	Objetivos O _n que se cumplirán					Hipótesis H _r que se cumplirán					Número de cualidades		Orden de prioridad
	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	N° O _n	N° H _r	
P _{y1}	x					x					1	1	3°
P _{y2}	x					x					1	1	3°
P _{y3}	x					x					1	1	3°
P _{y4}	x					x					1	1	3°
P _{y5}	x					x					1	1	3°
P _{y6}	x	x		x	x	x	x		x	x	4	4	1°
P _{y7}	x				x	x				x	2	2	2°
P _{y8}	x				x						1	1	3°
P _{y9}	x				x						1	1	3°
P _{y10}		x					x				1	1	3°
P _{y11}		x					x				1	1	3°
P _{y12}		x		x			x		x		2	2	2°
P _{y13}		x					x				1	1	3°
P _{y14}		x			x		x			x	2	2	2°
P _{y15}		x					x				1	1	3°
P _{y16}			x					x			1	1	3°

Continuación del Cuadro No. 29 Priorización de proyectos según el número de cualidades

Proyectos P _{ys}	Objetivos O _n que se cumplirán					Hipótesis H _r que se cumplirán					Número de cualidades		Orden de importancia
	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	N° O _n	N° H _r	
P _{y17}			x					x			1	1	3°
P _{y18}			x		x			x		x	2	2	2°
P _{y19}			x					x			1	1	3°
P _{y20}			x					x			1	1	3°
P _{y21}				x					x		1	1	3°
P _{y22}				x					x		1	1	3°
P _{y23}				x					x		1	1	3°
P _{y24}				x					x		1	1	3°
P _{y25}				x					x		1	1	3°
P _{y26}				x					x		1	1	3°
P _{y27}				x					x		1	1	3°
P _{y28}					x					x	1	1	3°
P _{y29}					x					x	1	1	3°
P _{y31}					x					x	1	1	3°
P _{y32}					x					x	1	1	3°

De acuerdo con el cuadro No. 29, el proyecto de primera prioridad es: Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas (Py₆).

4.5.3.2 Programas

Una vez determinados el nombre de los proyectos de acuerdo a cada una de las hipótesis, se continuó a agruparlos por afinidad temática en programas como se establece en el cuadro No. 30. De esta manera, los 31 proyectos fueron distribuidos en cinco programas a saber: educación ambiental (Pg₁), protección y recuperación de fuentes hídricas (Pg₂), producción agropecuaria sostenible (Pg₃), regulación, control y vigilancia del aprovechamiento de los recursos naturales (Pg₄) y gestión de riesgos ambientales (Pg₅).

Cuadro No. 30 Lista de programas y proyectos del plan de gestión

Programa		Proyecto	
Código (Pg _i)	Nombre	Código (Py _s)	Nombre
Pg ₁	Programa de educación ambiental	Py ₅	Proyecto educación ambiental para los usuarios y habitantes de la cuenca del río Tune sobre la cultura del uso eficiente y racional del agua
		Py ₈	Proyecto capacitación para enfrentar los períodos de sequía
		Py ₁₀	Proyecto capacitación a usuarios del río Tune sobre la importancia de la conservación y protección del recurso hídrico, bosques nativos y la regeneración natural
		Py ₁₆	Proyecto capacitación a los finqueros sobre buenas prácticas agropecuarias de conformidad al uso potencial del suelo
		Py ₂₀	Proyecto capacitación e incentivos para la certificación de fincas en agricultura y ganadería sostenible
		Py ₂₁	Proyecto capacitación en prevención y atención de riesgos de desastres naturales
		Py ₂₄	Proyecto elaboración y socialización del mapa de zonas de riesgos de la cuenca baja del río Tune
		Py ₂₇	Proyecto diseño e implementación en la alcaldía de Palermo de un boletín institucional para informar a los habitantes sobre prevención y atención de desastres
		Py ₂₈	Proyecto convenio entre la Alcaldía de Palermo y el SENA para capacitaciones a nivel técnico a los finqueros de la cuenca baja del río Tune
		Py ₂₉	Proyecto conferencias anuales por medio de los Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial
		Py ₃₀	Proyecto capacitación con el SENA para capacitar a los finqueros sobre agricultura ecológica
		Py ₃₁	Proyecto capacitación con el SENA sobre emprendimiento y formación de empresas

Continuación Cuadro No. 30 Lista de programas y proyectos del plan de gestión

Programa		Proyecto	
Código (Pg _i)	Nombre	Código (Py _s)	Nombre
Pg ₂	Programa para la protección y recuperación de fuentes hídricas	Py ₁	Proyecto construcción de planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera municipal de Palermo
		Py ₂	Proyecto construcción de sistemas sépticos para individuales para las viviendas en la cuenca baja del río Tune
		Py ₃	Proyecto construcción de sistemas de tratamiento de aguas de escorrentía y lixiviados del relleno sanitario del municipio de Teruel
		Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas
		Py ₇	Proyecto construcción de reservorios de agua para la irrigación, bebederos de ganado y piscicultura
		Py ₉	Proyecto constitución de la asociación de usuarios de la cuenca baja del río Tune
		Py ₁₃	Proyecto pago por servicios ambientales e incentivos relacionados con la protección de nacimiento de agua aislamiento, zonas de recarga hídrica y márgenes de quebrada
Pg ₃	Programa producción agropecuaria sostenible	Py ₁₁	Proyecto aprovechamiento sostenible y legal de maderas, de las quemas y deforestación con fines agropecuarios
		Py ₁₄	Proyecto aumento de la cobertura vegetal y establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles
		Py ₁₅	Proyecto de reforestación con fines de aprovechamiento forestal
		Py ₁₇	Proyecto establecimiento de cultivos agroforestales
		Py ₁₈	Proyecto ganadería semi-intensiva con rotación de potreros
		Py ₁₉	Proyecto establecimiento de pastos de corte y pastos mejorados, arboles de sombrío y cercas vivas
Pg ₄	Programa de regulación, control y vigilancia del aprovechamiento de los recursos naturales	Py ₄	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a la explotación del oro
		Py ₁₁	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a la quemas con fines agropecuarios
		Py ₁₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las actividades agropecuarias de acuerdo al uso potencial del suelo
		Py ₂₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las captaciones de agua y protección de márgenes de ríos y quebradas
Pg ₅	Programa para la gestión de riesgos ambientales	Py ₂₃	Proyecto construcción de trinchos de barreras vivas con especies nativas alrededor de los predios susceptibles a los riesgos
		Py ₂₅	Proyecto estabilización de áreas susceptibles a los desastres naturales con obras bio-mecánicas
		Py ₂₆	Proyecto anual para dragado en los ríos y quebradas para limpieza del cauce de las fuentes

4.5.3.3 Perfil del proyecto aislamiento y regeneración natural de bosques de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas

El perfil del proyecto (Py₆) se elaboró a partir de los siguientes componentes: problemática a solucionar, objetivos, hipótesis, localización y beneficiarios, actividades a desarrollar, posibles fuentes de financiación y presupuesto.

Acorde con lo antes mencionado, los componentes del perfil se desarrollan a continuación:

Problemática a solucionar: Este proyecto apunta a solucionar los problemas relacionados a la conservación de los recursos naturales y zonas protectoras, en especial a los que se refieren al avanzado deterioro de las márgenes protectoras y zonas de nacimiento del río y quebradas, que se viene presentando por la ampliación de la frontera agrícola.

Localización y beneficiarios: El proyecto se localizará en las riveras, nacimientos y márgenes de quebradas de la cuenca del río Tune y beneficiara a los propietarios de fincas y parcelas aledañas a dichas áreas.

Objetivos: Este proyecto contribuye a cumplir los objetivos (O₁, O₂, O₄, O₅) tal y como se muestre en el cuadro No. 26; pero de manera específica se busca:

- Reforestar las riveras de las quebradas de la cuenca.
- Detener la deforestación de las zonas protectoras y concientizar a los habitantes de las riveras de las quebradas a los habitantes de las quebradas para que mantengas las márgenes protectoras.

Hipótesis: Este proyecto contribuye a cumplir las hipótesis general (H₁, H₂, H₄, H₅) presentes en el cuadro No. 27; por lo tanto se busca cumplir las siguientes hipótesis específicas:

- Si se aíslan nacimientos, márgenes de las quebradas y áreas de recarga hídrica, promoviendo la regeneración natural de la vegetación; entonces se maximizará la disponibilidad y la calidad de agua para la agricultura, la ganadería, consumo humano, y se minimizará los conflictos entre usuarios por el uso del agua, en especial durante los periodos anuales de sequía y el fenómeno de El Niño.

Con base en el perfil Py₆, se formulan las acciones, el presupuesto preliminar y las posibles fuentes de financiación para el desarrollo del proyecto.

Cuadro No.31 Presupuesto y cronograma del proyecto

PROYECTO		ACCIÓN	Cronograma de ejecución en años y presupuesto en millones de pesos					PRESUPUESTO
Py _s	Nombre		2	4	6	8	10	
Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de los bosques en zonas de nacimientos de agua, recarga hídrica y márgenes de quebradas	Aislamiento mediante cercas de zonas forestales protectoras en nacimiento y riberas de quebradas	25	10	10	5	-	50.000.000
		Compra de predios en áreas de nacimientos, con el fin de proteger la vegetación nativa	100	200	300	200	100	1.000.000.000
		Realizar dos talleres anuales, dirigidos a los habitantes de la cuenca baja, donde se dé a conocer los beneficios de conservar las áreas de recarga, nacimiento y márgenes de las quebradas, selección de material vegetal y regeneración natural de la vegetación	5	5	5	5	-	20.000.000
		Adquisición de 100.000 plántulas de especies nativas, para reforestar áreas protegidas	10	5	5	-	-	20.000.000

4.5.3.4 Cronograma y presupuesto preliminar del plan de gestión

Finalmente se elaboró un cronograma y presupuesto preliminar del plan de gestión a saber en el Cuadro No. 32.

Cuadro No. 32 Cronograma y presupuesto preliminar del plan de gestión

Proyecto		Cronograma de ejecución en años y presupuesto en millones de pesos					Total en millones de pesos
		2	4	6	8	10	
Py _s	Nombre						
Py ₁	Proyecto construcción de planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera municipal de Palermo	400	200	-	-	-	600
Py ₂	Proyecto construcción de sistemas sépticos para individuales para las viviendas en la cuenca baja del río Tune	200	100	-	-	-	300
Py ₃	Proyecto construcción de sistemas de tratamiento de aguas de escorrentía y lixiviados del relleno sanitario del municipio de Teruel	100	-	-	-	-	100
Py ₄	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a la explotación del oro	50	80	-	-	-	13
Py ₅	Proyecto educación ambiental para los usuarios y habitantes de la cuenca del río Tune sobre la cultura del uso eficiente y racional del agua	40	10	10	10	10	80
Py ₆	Proyecto de aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas	200	100	50	50	-	400
Py ₇	Proyecto construcción de reservorios de agua para la irrigación, bebederos de ganado y piscicultura	50	-	-	-	-	50
Py ₈	Proyecto capacitación para enfrentar los períodos de sequía	25	10	6	2	-	43
Py ₉	Proyecto constitución de la asociación de usuarios de la cuenca baja del río Tune	20	20	20	-	-	60
Py ₁₀	Proyecto capacitación a usuarios del río Tune sobre la importancia de la conservación y protección del recurso hídrico, bosques nativos y la regeneración natural	20	20	20	10	-	70
Py ₁₁	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a la quemas con fines agropecuarios	20	20	20	20	-	80
Py ₁₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las actividades agropecuarias de acuerdo al uso potencial del suelo	20	20	20	20	-	80

Continuación Cuadro No. 32 Cronograma y presupuesto preliminar del plan de gestión

Proyecto		Cronograma de ejecución en años y presupuesto en millones de pesos					Total en millones de pesos
		2	4	6	8	10	
Py _s	Nombre						
Py ₁₃	Proyecto pago por servicios ambientales e incentivos relacionados con la protección de nacimiento de agua aislamiento, zonas de recarga hídrica y márgenes de quebrada	200	50	50	20	20	340
Py ₁₄	Proyecto aumento de la cobertura vegetal y establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles	100	200	-	-	-	300
Py ₁₅	Proyecto de reforestación con fines de aprovechamiento forestal	20	20	20	20	20	100
Py ₁₆	Proyecto capacitación a los finqueros sobre buenas prácticas agropecuarias de conformidad al uso potencial del suelo	20	20	20	20	20	100
Py ₁₇	Proyecto establecimiento de cultivos agroforestales	50	20	20	20	20	130
Py ₁₈	Proyecto ganadería semi-intensiva con rotación de potreros	100	50	20	10	10	190
Py ₁₉	Proyecto establecimiento de pastos de corte y pastos mejorados, arboles de sombrío y cercas vivas	200	50	50	50	50	400
Py ₂₀	Proyecto capacitación e incentivos para la certificación de fincas en agricultura y ganadería sostenible	50	20	20	-	-	90
Py ₂₁	Proyecto capacitación en prevención y atención de riesgos de desastres naturales	50	20	20	20	10	130
Py ₂₂	Proyecto regulación, control, vigilancia y seguimiento a las captaciones de agua y protección de márgenes de ríos y quebradas	100	50	20	20	20	210
Py ₂₃	Proyecto construcción de trinchos de barreras vivas con especies nativas alrededor de los predios susceptibles a los riesgos	50	20	10	10	10	100
Py ₂₄	Proyecto elaboración y socialización del mapa de zonas de riesgos de la cuenca baja del río Tune	30	-	-	-	-	30
Py ₂₅	Proyecto estabilización de áreas susceptibles a los desastres naturales con obras bio-mecánicas	100	50	20	20	10	200
Py ₂₆	Proyecto anual para dragado en los ríos y quebradas para limpieza del cauce de las fuentes	20	20	20	20	20	100

Continuación Cuadro No. 32 Cronograma y presupuesto preliminar del plan de gestión

Proyecto		Cronograma de ejecución en años y presupuesto en millones de pesos					Total en millones de pesos
		2	4	6	8	10	
Py _s	Nombre						
Py ₂₇	Proyecto diseño e implementación en la alcaldía de Palermo de un boletín institucional para informar a los habitantes sobre prevención y atención de desastres	17,8	-	-	-	-	17,8
Py ₂₈	Proyecto convenio entre la Alcaldía de Palermo y el SENA para capacitaciones a nivel técnico a los finqueros de la cuenca baja del río Tune	20	20	20	20	20	100
Py ₂₉	Proyecto conferencias anuales por medio de los Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial	20	20	20	20	20	100
Py ₃₀	Proyecto capacitación con el SENA para capacitar a los finqueros sobre agricultura ecológica	20	20	20	20	20	100
Py ₃₁	Proyecto capacitación con el SENA sobre emprendimiento y formación de empresas	20	20	20	20	20	100
Total		2152.8	1250	646	422	310	4780.8

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente documento refleja los resultados que se obtuvieron del diagnóstico y plan de manejo de conflictos sociambientales por uso del agua en la cuenca baja del río Tune, este no sólo para optar el título de Ingeniero Agrícola, sino, para contribuir a la solución de conflictos en este caso por el uso del recurso hídrico a través de propuestas de gestión para la protección, uso racional y sostenible del recurso hídrico y como base para realizar más proyecto que busquen solucionar este tipo de conflictos.

Dicho documento se constituyó en fases metodológicas (F_i) de conformidad a las preguntas planteadas y dar respuesta al proyecto. Entre las fases en orden cronológico y secuencial tenemos: la fase Preliminar (F_1), la fase de Diagnósticos de oferta y demanda (F_2), la fase de Diagnóstico ecológico, económico y social (F_3), la fase de formulación del plan de manejo (F_4) y finalmente la fase de preparación y presentación del informe final (F_5).

En la primera fase (F_1) se recopiló toda la información necesaria referente a temas relacionados a la cuenca y su área de estudio, para luego adentrarse en la fase de Diagnóstico de oferta y demanda (F_2).

Como resultado de la fase de Diagnóstico de oferta y demanda (F_2) está el comportamiento hidrológico mensual de la cuenca y de sus alrededores (Cuadro No. 14 y Gráfico No. 2), se determinó que el área de estudio presenta un régimen climático caracterizado por dos temporadas marcadas de lluvia y una de sequía en el año, que se puede aumentar cuando aparecen los fenómenos climáticos del El Niño y La Niña con repercusiones en la producción agropecuaria, suelos y geomorfología.

En cuanto a la demanda que se observó en los registros para el año 2013 de permisos de concesión de agua del río Tune de la base de datos de la CAM, que para ese año hay 16 usuarios (Ver Anexo C) con un caudal total para períodos de estiaje 231,55 L/s y para períodos de alta precipitación de un total de 543,74 L/s por lo que la demanda no diverge de la realidad climática ni de la oferta.

Durante la fase de Diagnóstico ecológico, económico y social (F_3) se identificaron en primera medida las características físicas de la cuenca, como las morfométricas, donde se determinó una contextura oval oblonga a rectangular oblonga con la característica que se presenta menos torrencialidad. De conformidad con ésta característica de forma se puede determinar la respuesta de la cuenca a su comportamiento hídrico, de esta manera se manifiesta que el escurrimiento resultante de una lluvia no se concentra rápidamente y es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre toda su superficie; sin embargo la pendiente del cuace principal (1.35%) pese a mostrar una pendiente baja, que tiende a ser relativamente plana y por consiguiente la cantidad y la velocidad de escurrimiento superficial se inclinan por ser de tasas muy bajas aun así no se descartan problemas por erosión y sedimentación en las laderas de la cuenca baja, lo que se aumenta cuando aparecen fenómenos naturales como el de La Niña.

En la misma fase de Diagnóstico ecológico, económico y social (F₃) se identificaron beneficios y demás bienes y servicios que ofrece la cuenca del río Tune como fueron: Agua y suelos para la agricultura y la ganadería (C₈), Agua para consumo humano (C₄), Recursos Minerales (C₁₆), turismo y recreación (C₁₄), paisaje y creación artística y literaria (C₂), Asentamientos humanos (C₁), vías de comunicación y telecomunicación (C₂₁). A través de estas potencialidades se puede valorar a la cuenca como un ecosistema importante para el rol que cumple en los procesos naturales, sociales, económicos y ecológicos, teniendo en cuenta que la mayoría de éstos hace uso los habitantes de la cuenca para el desarrollo tanto como del factor económico así como el social. En el desarrollo de esta fase también se identificaron impactos positivos e impactos negativos y amenazas naturales que se generan de cada una de las actividades económicas, ecológicas y sociales; en este orden tenemos: Suministro de agua para riego (IP₁), Aumento del precio de la tierra (IP₀₂), Aumento de la producción y de la productividad agrícola (IP₃), Ampliación del área cultivada (IP₀₄), Aumento de ingresos para los propietarios (IP₅), Aumento en la satisfacción de demanda de agua para ganado (IP₆) y Generación de empleo (IP₇) para impactos positivos, Contaminación acuática por agroquímicos, residuos sólidos, aguas residuales domesticas, lixiviados y mercurio (IN₁), Erosión de suelos por malas prácticas agropecuarias (IN₂), Deforestación en las zonas de nacimiento y recarga hídrica (IN₃), Conflictos entre usuarios, en especial por el agua (IN₄), Captación masiva del caudal no concesionado (IN₅), Ampliación irracional de la frontera agrícola (IN₀₆), Incremento de las quemas con fines agropecuarios y riesgo de incendios forestales (IN₀₇) para impactos negativos, Torrencialidad de ríos y quebradas (A₂), Áreas inundables (A₁), Remoción en masa (A₃), Períodos anuales de sequía (A₆), Susceptibilidad de los suelos a la erosión (A₅), Inestabilidad geológica (A₄), Deforestación y erosión en cuencas hidrográficas aguas arriba (A₇).

A partir de conocer las potencialidades, impactos positivos e impactos negativos y amenazas naturales se formularon las bases para la construcción del plan de manejo (F₄).

En el capítulo de esquema del plan de manejo, se propusieron (O1-O7) y cinco hipótesis (H1 – H5) los cuales se desglosaron en 32 proyectos agrupados en cinco programas a saber: Programa de educación ambiental (Pg1), Programa para la protección y recuperación de fuentes hídricas (Pg2), Programa producción agropecuaria sostenible (Pg3), Programa de regulación, control y vigilancia del aprovechamiento de recursos naturales (Pg4) y Programa para la gestión de riesgos ambientales (Pg5). El proyecto que se consideró de mayor prioridad corresponde al aislamiento y regeneración natural de bosques de nacimientos de aguas, recarga hídrica y márgenes de quebradas. Este proyecto busca detener la deforestación e iniciar aislamiento y protección de zonas productoras, de recarga hídrica y márgenes de quebradas y finalmente se recuperen estas zonas, por consiguiente el elaboró el respectivo perfil.

En el desarrollo del proyecto se pudo avistar que la cuenca hidrográfica no posee estudios relacionados con la capacitación en técnicas agropecuarias de producción

sostenible y ecológica, ni en protección y conservación del recurso hídrico por ende este es el primer documento académico que se realizó para dicha cuenca; también se pudo percibir que los usuarios del agua tienen la capacidad de identificar los aspectos positivos y negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales, pero a pesar de esto los usuarios no hacen nada para contrarrestar los problemas que afectan los bienes y servicios que ofrece la cuenca; además los principales problemas que llevan a incrementar los conflictos socioambientales asociados al uso del agua a su máxima expresión son: el uso y la distribución ineficiente del agua, la contaminación y la gestión de bajo nivel en el manejo del recurso por parte de la autoridad ambiental, en consecuencia la mezcla de estos factores son los protagonistas de la carencia del recurso en algunos meses del año y los conflictos y la competencia que genera por su uso.

Por otra parte el común denominador del uso del agua es el sector agrícola, esta utiliza sistemas de riego que no alcanzan del orden del 70% de eficiencia, además no cuentan con una organización encargada de la programación de la hora para realizar la irrigación de sus cultivos y mantenimiento de la cuenca, lo cual ha permitido el deterioro de la cuenca, el incremento de la demanda, la existencia de tomas ilegales, además de estimular la competencia por el uso del agua y la sobre explotación del recurso, a tal caso que la preservación del caudal ecológico se ve comprometido durante el periodo de estiaje.

Por otra parte, los problemas originados a razón de los vertimientos, partiendo desde la cuenca alta con Relleno Sanitario del municipio de Teruel con la filtración de lixiviados y aguas de escorrentía hasta los vertimientos por asentamientos humanos, caseríos, infiltración de agroquímicos, son otras fuentes de contaminación que perjudica la disponibilidad del agua en cuanto a cantidad y calidad, estas cargas contaminantes también ponen en situación de riesgo de contaminación a las aguas subterráneas y el municipio de Palermo no cuenta con una planta de tratamiento de dichas aguas, por lo tanto está aportando altas cargas contaminantes a las corrientes de agua superficial en sus vertimientos de aguas residuales. Estas razones están directamente relacionadas con la carencia de infraestructura para su adecuado manejo, disposición y tratamiento.

La existencia de estos conflictos que se están presentando entre usuarios de la cuenca baja por el uso y la apropiación del agua, van en dirección con un problema de escasez a nivel económico, en vez de un problema de escasez física del agua. Si bien en el análisis hidroclimático se expuso que los regímenes de lluvia podrían ser tratados de tal forma que en los meses de alta precipitación se almacenara el agua para evitar inundaciones de predios, y en consecuencia satisfacer la demanda en verano y determinando la disminución de conflictos y competencia por su uso.

Por último, la existencia de este documento también constituye una vital importancia para la Alcaldía de Palermo, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM entre otras, las cuales se les facilitaría gestionar y desembolsar recursos para el beneficio de las condiciones ambientales y socioeconómicas de esta cuenca. Por otro lado, se contribuye a generar aportes específicos en materia de investigación,

educación y divulgación ambiental para establecimientos educativos y grupos de investigación de nivel superior como ECOSURC de la universidad Surcolombiana.

LITERATURA CITADA

BECKER, D., y OSTROM., E. (1995). Human ecology and resource sustainability: the importance of institutional diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 113-33.

BLAIR, Enrique. Coordinador del PRMC-CATIE, Guatemala, 1987.

CASTRO, Juan Ricardo y PACHÓN, Diego Andrés. Impacto ambiental de cuencas hidrográficas del departamento del Huila a partir de la explotación de hidrocarburos. Neiva, 2009. 140 p. Trabajo de grado (Ingeniero de Petróleos), Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana.

CASTRO, Yeny A. Inventario del Potencial Ambiental del Municipio de Teruel. Trabajo de consultoría realizado para el Municipio de Teruel Huila. 2009. 48 p..

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Ley 41 de 1993 (enero 26). En: Diario Oficial. AÑO CXXVIII. N. 0731, 26, ENERO, 1993. PAG.1

CHOW, Ven Te. Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York, 1964.

CHOW, V.T. Maidment, D.R. Mays, L.W. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill, Bogotá, 1994.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811 de 1974 (Diciembre 18) En: Diario Oficial No. 34243.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 2857 de 1981. (Octubre 13) En: Diario Oficial 35881

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1729 de 2012. (Agosto 6) En: diario oficial 44893 del 7 de agosto de 2012

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1640 de 2012. (Agosto 2) En: Diario Oficial 48510 del 2 de agosto de 2012

DERPATAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA, DANE – Colombia. Proyecciones de Población. Estudios Censales. Departamento del Huila 2004 -2005. Bogotá, 2006.

DOUROJEANNI, Axel. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas. Mérida, Venezuela, CIDIAT, CEPAL, 1994. Pág. 21, 23, 26

FAO. Manual de Ordenación de Cuencas. Serie Montes No. 35 FAO. Roma, Italia. 1985. 134p.

FONTAINE, G. Enfoques conceptuales y metodológicos para una sociología de los conflictos ambientales. En: Guerra, sociedad y medio ambiente. Cardenas, M. y

Rodriguez, M. Editores. Foro Nacional Ambiental. Bogotá, Colombia 2004. Pp 505-536. [<http://library.fes.de/pdffiles/bueros/kolumbien/01993/12.pdf>] (Marzo, 20)

GENTES, I. Gestión comunitaria d propiedad hídrica y manejo de conflictos. Algunas experiencias andinas. Ponencia. Foro de las Américas, Panel "Participación Social y Gestión del Agua Dulce". La Paz, Bolivia 2003. (<http://www.usp.br/prolam/downloads/ingogentes.pdf> Marzo, 2013).

GOBERNACIÓN DEL HUILA. Secretaria de Salud Departamental. Programa: Salud puerta a puerta para el municipio de Palermo Huila. 2007.

GROSSMAN, H., y MENDOZA, J. (2003). Scarcity and appropriative competition. *European Journal of Political Economy*, 19 (4), 747-58.

HENAO, J. Introducción al manejo de Cuencas hidrográficas. Universidad Santo Tomás. Bogotá. Colombia. 2003.396 p.

HEWLETT NUTTER. School of forest resources university of Georgia. 1969. Pág. 32

HOLDRIDGE, Leslie R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, 1982. 216 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Planchas cartográficas 322-IV-C2, 323-III-B, 323-III-D, 323-IV-A, 323-IV-C, 344-II-A, 345-I-B

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Estudio Nacional del Agua. Bogotá. 2010.

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.

LINSLEY, R.K. Jr.; Kohler, M.A.; Paulhus, J.L.H. Hidrología Para Ingenieros. McGraw- Hill. New York. 1949.

LOPEZ, Jesús y Hernandez, Edgar. Manejo integral de cuencas. Aspectos hidrológicos Forestales. Merida: s.n, 1980. Pág. 14

LUMERMAN P., ORTIZ M. Y PASATHAKIS J. Los impactos del cambio climático sobre los conflictos socio-ambientales. Diagnóstico y desafíos de la situación Argentina. Buenos Aires 2011. P. 10

LLAMAS, J. "Hidrología general: Principios y aplicaciones". Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 1993.

MATZAVINOs, C., North, D., y Shariq, S. (2004). Learning, institutions and economic performance. *Perspectives on Politics*, 2 (1), 71-84.

OLAYA, Alfredo. Taller sobre el manejo de cuencas hidrográficas. Neiva, Universidad Surcolombiana, postgrado especialización en ingeniería ambiental, 1997. Pág 35

OLAYA, Alfredo y SÁNCHEZ, Mario. Significado ecológico y sociocultural de los ecosistemas estratégicos del Huila. En: OLAYA, Alfredo y SÁNCHEZ, Mario, editores. *Del Macizo Colombiano al Desierto La Tatacoa: la ruta del río Magdalena en el Huila*. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2005. pp. 17-29.

OSÉS-ERASO, N., FREDERIC, U., y MONTSERRAT, V (2008). Environmental versus human-induced scarcity in the commons: do they trigger the same response? *Environmental & Resource Economics*, 40 (4), 529-50.

Ostrom, E., y Gardner, R. (1993). Coping with asymmetries in the commons: self-governing irrigation systems can work. *The Journal of Economic Perspectives*, 7 (4),93-12.

Ostrom, E., Gardner, R., y Walker, J. (1993). *Rules, games, and common poll resources*. Ann Arbor, MI, USA: University of Michigan Press.

OSTROM, E.. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge. University Press 1990.

PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL – PBOTMUNICIPIO DE PALERMO - HUILA. Alcaldía Municipal. 2012, 56 p.

PLAN LOCAL DE RIESGO DE DESASTRE DE PALERMO – HUILA. Alcaldía Municipal. 2013, 5p.

QUINTANA, A. 2008. El conflicto socioambiental y estrategias de manejo. En: http://www.indepaz.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=134:el-conflicto-socioambiental-y-estrategias-de-manejo-&catid=46:ambiente&Itemid=89

RAMOS, Alfredo. Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica de la Quebrada Beberrecio del Municipio de Teruel Huila. Trabajo de grado (Magister en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. 2011.188p.

SABATINI, F. y C. SEPÚLVEDA. Conflictos Ambientales, entre la globalización y la sociedad civil. Publicaciones CIPMA. Santiago de Chile 2002. Pp 50-54.

TOVAR, Luis. Diagnóstico y plan de manejo de la cuenca hidrográfica De la quebrada la cañada, Municipio de Teruel, departamento del Huila. 2012 Pág. 60-111

VARGAS, Julieth. Evaluación de la cuenca hidrográfica del río Páez-La Plata como ecosistema estratégico del departamento del Huila. Neiva, 2009. 108 p. Trabajo de grado (Especialista en Ingeniería Ambiental). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.

ANEXOS

Anexos A. Cuestionario de encuesta aplicado a usuarios de la cuenca del río Tune

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADO "DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO DE LOS CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES POR USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RIO TUNE, HUILA."

CUESTIONARIO DE ENCUESTA PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, Y AMENAZAS NATURALES.

NOMBRE: _____ CEDULA DE CIUDADANIA: _____
CARGO: _____ PROFESION: _____ ENTIDAD
O EMPRESA: _____ MUNICIPIO:
_____ VEREDA: _____ FECHA:

INTRODUCCION

La universidad Surcolombiana, en la Facultad de Ingeniería, ha tenido mucho interés en plantear soluciones en el norte del Huila; para ello un estudiantes del Programa de Ingeniería Agrícola, en su modalidad de grado pretenden profundizar sobre los Impactos Ambientales benéficos y adversos de las amenazas y desastres naturales que afectan a los usuarios, que se localizan en la cuenca del río Tune.

La información y sugerencias, que se generen de la presente encuesta, serán tomadas en cuenta para la identificación de esos impactos y posterior elaboración del trabajo de grado.

1. ¿Ha cambiado en el tiempo el acceso y uso del agua?

2. ¿Cree usted que hoy hay menos agua disponible que antes? Si lo cree así, Por qué?

3. ¿Cuáles son dificultades para solicitar derechos de agua?

4. ¿Cuáles son las principales funciones y los principales productos o servicios que ofrece la cuenca del río Tune a sus habitantes y al municipio?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

5. ¿Cuáles son las actividades económicas, sociales, ecológicas que más le producen daño, perjuicios o impactos negativos a la cuenca del río Tune?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

6. ¿Cuáles son los impactos negativos que generan cada una de estas actividades a la cuenca del río Tune?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

7. ¿Cuáles proyectos, actividades o medidas recomienda para prevenir, mitigar o corregir cada una de las consecuencias o impactos negativos?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

8. ¿Cuáles son las actividades económicas, sociales y ecológicas que más le producen beneficios o impactos positivos a la cuenca del río Tune?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

9. ¿Cuáles son los impactos positivos que generan cada una de estas actividades a la cuenca del río Tune?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

10. ¿Cuáles proyectos, actividades o medidas recomienda para prolongar y mejorar cada uno de los impactos positivos?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

11. ¿Para usted que significan los términos de desastre y amenaza natural?

Desastre: _____

Amenaza Natural: _____

Si la respuesta no es satisfactoria el encuestador (a) debe explicar el significado de los términos “desastre” y “amenaza natural”.

12. ¿Cuáles son los principales amenazas o desastres de la cuenca del río Tune para los habitantes?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

13. ¿Cuáles proyectos, actividades o medidas recomienda para prevenir, mitigar o corregir cada una de las consecuencias o impactos negativos?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

14. ¿Quiénes son los que se ven más afectados con cada uno de los impactos negativos mencionados?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

15. ¿Cuáles son las amenazas o desastres naturales que más han afectado la cuenca del río Tune?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

16. ¿Qué daños o problemas causa o provoca cada uno de las amenazas o desastres naturales mencionados?

- a. _____
- b. _____
- c. _____

Anexos B. Cuestionario de encuesta aplicado a profesionales del área

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADO “DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO DE LOS
CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES POR USO DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA
DEL RIO TUNE, HUILA.”

CUESTIONARIO DE ENCUESTA PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS
AMBIENTALES Y AMENAZAS NATURALES.

NOMBRE: _____ CEDULA DE CIUDADANIA: _____
CARGO: _____ PROFESION: _____
ENTIDAD O EMPRESA: _____
MUNICIPIO: _____ VEREDA: _____
FECHA: _____

INTRODUCCION

La universidad Surcolombiana, en la Facultad de Ingeniería, ha tenido mucho interés en solucionar problemas en el norte del Huila; para ello un estudiantes del Programa de Ingeniería Agrícola, en su modalidad de grado pretenden profundizar sobre los Impactos Ambientales benéficos y adversos de las amenazas y desastres naturales que afectan a los usuarios, que se localizan en la cuenca del río Tune.

La información y sugerencias, que se generen de la presente encuesta, serán tomadas en cuenta para la identificación de esos impactos y posterior elaboración del trabajo de grado.

1. ¿Cuáles son las actividades económicas, sociales, ecológicas que más le producen daños, perjuicios o impactos negativos a la cuenca del río Tune en el municipio de Teruel y Palermo? (Ver cuadro No. 1)
2. ¿Cuáles impactos negativos genera cada una de estas actividades? (Ver cuadro No. 1)
3. ¿Cuáles proyectos, actividades o medidas recomienda para prevenir, mitigar o corregir cada una de las consecuencias o impactos negativos? (Ver cuadro No. 1)
4. ¿Cuáles son las actividades económicas, sociales, ecológicas que más le producen beneficios o impactos positivos a la cuenca del río Tune? (Ver Cuadro No. 2)
5. ¿Cuáles impactos positivos genera cada una de estas actividades? (Ver cuadro No. 2)
6. ¿Cuáles proyectos, actividades o medidas recomienda para prolongar y mejorar cada uno de los impactos positivos? (Ver cuadro No. 2)
7. ¿Cuáles son los principales amenazas o desastres de la cuenca del río Tune para los habitantes en los municipios de Teruel y Palermo? (Ver cuadro No. 3)
8. ¿Cuáles daños causan tales amenazas o posibles desastres naturales? (Ver cuadro No. 3)
9. ¿Qué proyecto se deben emprender para mitigar las consecuencias de las amenazas o posibles desastres naturales? (Ver cuadro No. 3)
10. ¿Cuáles son los principales problemas en la cuenca del río Tune que trae el fenómeno de la Niña y el Niño, y como se puede mitigar las consecuencias de estos fenómenos para la conservación del recurso hídrico? (Ver cuadro No. 4)

Cuadro No. 1 Actividades, Impactos negativos y Proyectos para la cuenca del río Tune

Municipio	Actividad	Impactos Negativos	Proyectos
Teruel (H)	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	
	c)	a.	
		b.	
Palermo (H)	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	
	c)	a.	
		b.	

Cuadro No. 2 Actividades, Impactos positivos y Proyectos para la cuenca del río Tune

Municipio	Actividad	Impactos Positivos	Proyectos
Teruel (H)	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	
	c)	a.	
		b.	
Palermo (H)	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	
	c)	a.	
		b.	

Cuadro No. 3 Amenazas, Daños y Proyectos para la cuenca del río Tune

Municipio	Amenazas posibles desastres naturales	Daño	Proyectos para mitigar la consecuencia de la amenaza o posible desastre natural
Teruel (H)	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	
Palermo (H)	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	

Cuadro No. 4 Problemas, efectos y proyectos para la cuenca del río Tune

Fenomeno	Problema	Efecto	Proyectos para mitigar
El Niño	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	
La Niña	a)	a.	
		b.	
	b)	a.	
		b.	

Anexo C. Usuarios con permiso de concesión de aguas superficiales

Nombre: Social
 CORPORACIÓN AUTÓNOMA
 REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA
 Dirección:
 CRA 1 No. 60-79
 Ciudad:
 NEIVA, HUILA
 Departamento:
 HUILA
 ENVÍO:
 YG02
 N°



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA
 "Construyendo una cultura de convivencia del huilense con su naturaleza"



DTN- **Nº 76216**

Neiva, 15 de octubre de 2013

Señor
CRISTIAN RICARDO CULMA
 Calle 70A Nro 4 – 40
 La Ciudad

Asunto: Respuesta al oficio radicado Nro 109764/2013

Cordial saludo.

En respuesta a su solicitud de información sobre la cantidad de usuarios con permiso de concesión de aguas en el río Tune, comedidamente anexo cuadro con la información solicitada:

USUARIO	CAUDAL CONSESIONADO		
	inv	Ver	DIRECTO
MOISES CASTAÑEDA - SILVIA PERDOMO	23,07	13,07	0
CANAL COMUNERO (DOS USUARIOS)			
FABIAN BRAVO	20	5	5,27
MARIA DEL CARMEN ALVAREZ	3,64	0,5	0
CANAL COMUNERO (CINCO USUARIOS)			
GERARDO MEDINA LOSADA	2,5	1,2	0
ALFAIR YAZNO (ARCADIO ESPINOSA ALARCON)	14,4	0	0
GALINDO ROJAS Y CIA	41,48	10,88	0
MEDARDO ALDANA	25,5	7,2	7,2
CAROLINA FIERRO CORTES	25,5	27,3	27,23
USUARIOS SECTOR CHARCO LARGO			
DANILUZ PERDOMO - ISMAEL POLANIA (WILLIAM RAMIREZ)		BOMBEO	5
MAURICIO VARGAS		BOMBEO	10
CANAL PRINCIPAL			
JORGE HERNANDO RUBIANO	48,43	17,28	48,43
JOSE LUIS RUBIANO	48,37	17,28	48,43
NOHORA RUBIANO	48,43	17,28	48,43
NOHORA FIERRO DE CASTAÑEDA	48,42	17,28	48,43
ALEJANDRO LIZCANO - AMINTA DE LIZCANO	185	80	80

Carrera 1 No. 60 – 79. Barrio Las Mercedes. Neiva – Huila (Colombia). Tel. 57-8-8765017. Fax 57-8-8765344
www.cam.gov.co



No. SG-2011002601 A



No. SG-2009002601 H



CQR No. 1442





CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA
"Construyendo una cultura de convivencia del huilense con su naturaleza"



En el ultimo seguimiento realizado en el semestre B del año en curso no se reportaron usuarios que capten en el agua sin el respectivo permiso de Concesión de aguas.

Esta información se remite para el desarrollo del proyecto de grado denominado "Diagnostico Y Plan De Manejo De Conflicto Socioambientales En La Cuenca Baja Del Rio Tune Palermo Huila"

Ateritamente,

RODRIGO GONZALEZ CARRERA
Director Territorial Norte

Proyecto: Pyach

Carrera 1 No. 60 – 79. Barrio Las Mercedes. Neiva – Huila (Colombia). Tel. 57-8-8765017. Fax 57-8-8765344
www.cam.gov.co

